

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA

**Modelo Weibull com Parâmetros
Dependentes de Covariáveis:
Aplicação na Determinação de
Vida de Prateleira**

Josenete Cavalcante Costa

BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS

Junho/2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA

**Modelo Weibull com Parâmetros
Dependentes de Covariáveis:
Aplicação na Determinação de
Vida de Prateleira.**

Josenete Cavalcante Costa

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Estatística da Universi-
dade Federal de Minas Gerais com requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Estatística.

Orientador: Profa. Marta Afonso Freitas

BELO HORIZONTE - MG

Junho/2005

FEDERAL UNIVERSITY OF MINAS GERAIS
INSTITUTE OF ACCURATE SCIENCES
STATISTICS DEPARTMENT
GRADUATE PROGRAM IN STATISTICS

**Weibull Model with Covariates
Dependent Parameters: Application
in Shelf Life Determination**

Josenete Cavalcante Costa

Dissertation presented to the Graduate Program in Statistics of the Federal University of Minas Gerais in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Statistics.

Advisor: Marta Afonso Freitas

BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS

June/2005

Citação

Disciplina e perseverança são fundamentais para enfrentar as dificuldades do cotidiano, pois são elas que nos ensinam a sermos fortes. Assim, aprendi que devemos descruzar os braços e vencer o medo partindo sempre em busca dos nossos sonhos.

(Autor Desconhecido)

Dedico este trabalho a toda a minha família com muito carinho e admiração e, em especial, aos meus tios Calisto (in memorian) e a Cléia.

Agradecimentos

- Em primeiro lugar a DEUS e aos meus anjos protetores pela saúde que é a maior riqueza.
- À Professora Marta Afonso Freitas, pelo exemplo de sua valiosa orientação durante a execução deste trabalho, como também por sua amizade, estímulo, e personalidade que me proporcionaram uma grande lição de vida e compreensão quanto ao trabalho.
- Aos professores: Enrico Antônio Colosimo, Antônio Eduardo Gomes e Marcelo Gomes, pelas sugestões e dicas em todas as etapas deste estudo.
- Ao colegiado do curso de Pós-Graduação pela oportunidade que me foi concedida.
- Aos meus pais, Fátima e José Costa, pelo amor e carinho incondicional dedicado e aos meus queridos irmãos Josenildo e Joselma.
- Em especial à Maria Belina, à Cléia, ao Augusto e à minha irmã (Joselane) que estiveram sempre presentes nesta fase da minha vida, apoiando-me em todos os sentidos. Enfim, a toda a minha família que sempre torceram pela minha vitória.
- Aos colegas e amigos de pós-graduação Alexandre Rodrigues, Carlito, Erik, Fabio, Geraldo, Jaqueline, Glaucia, Livia, Marcus e Roberta que participaram de vários momentos deste percurso.
- Aos grandes amigos Ruiter Braga e José Pio por todo o apoio e amizade.
- A todos, pela graça de Deus, que participaram desta realização, meu carinhoso agradecimento.

Sumário

Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	xii
Resumo	xiii
1 Introdução	1
1.1 A importância da determinação da vida de prateleira	2
1.2 O papel da análise sensorial na determinação da vida de prateleira . .	3
1.3 Caracterização do objeto de pesquisa e estado da arte	4
1.4 Objetivo	9
2 Situação real motivadora	10
3 Modelagem por meio de um Modelo Weibull mais Geral	13
3.1 Especificação da Função de Verossimilhança e Estimação dos Parâmetros do Modelo	14
4 Estudo do Modelo por Simulação	19
4.1 Implementação Computacional	19
4.2 Resultados da Simulação	24
4.2.1 Resultados para os percentis (t_p).	24
4.2.2 Resultados para as frações de “falha”.	33
5 Aplicação aos dados reais	39
5.1 Modelagem dos dados	39

5.2	Estimativas de percentis e frações de falha para cada condição de armazenamento.	44
6	Discussão e propostas de trabalhos futuros	50
A	Apêndice	52
A.1	Cálculo da Função Risco	52
A.2	Função de Verossimilhança	52
A.3	Derivadas dos parâmetros do modelo	53
A.3.1	Derivada em relação a β	53
A.3.2	Derivada em relação a θ	54
A.3.3	Derivada em relação à conjunta $\beta\theta$	55
A.4	Cálculo da Informação de Fisher	56
A.5	Métodos Numéricos	57
A.6	Intervalo de Confiança para o Percentil	58
A.7	Intervalo de Confiança para a Fração de Falha	60
B	Apêndice	62
B.1	Programa de Simulação	62
B.2	Programa ajustado aos dados reais	73
C	Apêndice	80
C.1	Resultados de Simulação para os Percentis (t_p)	80
C.2	Resultados de Simulação para Frações de Falha (t_0)	91
	Referências Bibliográficas	143

Lista de Figuras

4.1	Estimativas dos Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os planos amostrais I, II e III, com os diversos casos de uma Weibull($\alpha_j; \delta_j$).	30
4.2	Estimativas dos Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os planos amostrais IV, V e VI, com os diversos casos de uma Weibull($\alpha_j; \delta_j$).	31
4.3	Estimativas para os Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os Casos 1, 2 e 3, para os diversos planos amostrais de uma Weibull($\alpha_j; \delta_j$).	32
4.4	Estimativas para os Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os Casos 4 e 5, para os diversos planos amostrais de uma Weibull($\alpha_j; \delta_j$).	33
4.5	Estimativas para as Frações de “falhas” referentes à Camara e Estufa com os planos amostrais I, II e III para os diversos casos.	36
4.6	Estimativa para as Frações de “falha” referentes à Camara e Estufa com os planos IV, V e VI para os Casos.	37
5.1	Gráfico da função risco para o atributo Odor.	44
5.2	Gráfico da função risco para cada condição de armazenamento.	44
5.3	Intervalo de Confiança de 95% para os Percentis.	47
5.4	Intervalo de Confiança de 95% para Fração de “Falhas”.	49

Lista de Tabelas

4.1	Valores dos Parâmetros α_j e δ_j utilizados na simulação.	21
4.2	Planos amostrais considerados para cada condição.	22
4.3	Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral I, ns=12; np=7 e N=84.	28
4.4	Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amos- tral I, ns=12; np=7 e N=84.	29
4.5	Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 para cada condição. Plano I (ns=12, np=7, N=84), Caso 1.	38
5.1	Estimativa dos parâmetros e resultados dos testes de hipóteses conjun- tos ($H_0 : \beta_1 = 0$ e $\theta_1 = 0$ vs. $H_1 : \beta_1 \neq 0$ ou $\theta_1 \neq 0$ ou $\{\beta_1 \neq 0$ e $\theta \neq 0\}$)	41
5.2	Resultados dos testes de hipóteses individuais e estimativas dos parâmetros de forma e escala para as condições “Câmara ” ($X_{1j} = 0$) e “Estufa” ($X_{1j} = 1$).	42
5.3	Resultados obtidos originalmente com a modelagem de FBH (2003). .	43
5.4	Estimativas para os Percentis t_p para as condições de armazenamento “Câmara Climática” e “Estufa”.	46
5.5	Estimativas para as Frações de “falha” (em t_0) para as condições de armazenagem “Câmara Climática” e “Estufa”.	48
C.1	Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral II, ns=12; np=14 e N=168.	81
C.2	Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral III, ns=18; np=7 e N=126.	82

C.3 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral IV, ns=18; np=14 e N=252.	83
C.4 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral V, ns=36; np=7 e N=252.	84
C.5 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral VI, ns=36; np=14 e N=504.	85
C.6 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amos- tral II, ns=12; np=14 e N=168.	86
C.7 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amos- tral III, ns=18; np=7 e N=126.	87
C.8 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amos- tral IV, ns=18; np=14 e N=252.	88
C.9 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amos- tral V, ns=36; np=7 e N=252.	89
C.10 Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amos- tral VI, ns=36; np=14 e N=504.	90
C.11 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , refe- rente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 2, ns=12; np=7; N=84.	91
C.12 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , refe- rente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 3, ns=12; np=7; N=84.	92
C.13 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , refe- rente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 4, ns=12; np=7; N=84.	92
C.14 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , refe- rente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 5, ns=12; np=7; N=84.	93
C.15 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , refe- rente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 1, ns=12; np=14; N=168.	94

C.16 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 2, ns=12; np=14; N=168.	94
C.17 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 3, ns=12; np=14; N=168.	95
C.18 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 4, ns=12; np=14; N=168.	95
C.19 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 5, ns=12; np=14; N=168.	96
C.20 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 1, ns=18; np=7; N=126.	97
C.21 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 2, ns=18; np=7; N=126.	98
C.22 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 3, ns=18; np=7; N=126.	99
C.23 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 4, ns=18; np=7; N=126.	100
C.24 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 5, ns=18; np=7; N=126.	101
C.25 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 1, ns=18; np=14; N=252.	102

C.26 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 2, ns=18; np=14; N=252.	103
C.27 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 3, ns=18; np=14; N=252.	104
C.28 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 4, ns=18; np=14; N=252.	105
C.29 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 5, ns=18; np=14; N=252.	106
C.30 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 1, ns=36; np=7; N=252.	107
C.31 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 2, ns=36; np=7; N=252.	108
C.32 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 3, ns=36; np=7; N=252.	109
C.33 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 4, ns=36; np=7; N=252.	110
C.34 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 5, ns=36; np=7; N=252.	111
C.35 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 1, ns=36; np=14; N=504.	112

C.36 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 2, ns=36; np=14; N=504.	113
C.37 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 3, ns=36; np=14; N=504.	114
C.38 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 4, ns=36; np=14; N=504.	115
C.39 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 5, ns=36; np=14; N=504.	116
C.40 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso 2, ns=12; np=7; N=84. . .	117
C.41 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso 3, ns=12; np=7; N=84. . .	117
C.42 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso 4, ns=12; np=7; N=84. . .	118
C.43 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso5, ns=12; np=7; N=84. . .	119
C.44 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 1, ns=12; np=14; N=168.	120
C.45 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 2, ns=12; np=14; N=168.	120
C.46 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 3, ns=12; np=14; N=168.	121
C.47 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 4, ns=12; np=14; N=168.	121
C.48 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 5, ns=12; np=14; N=168.	122
C.49 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 1, ns=18; np=7; N=126.	123

C.50 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 2, ns=18; np=7; N=126.	124
C.51 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 3, ns=18; np=7; N=126.	125
C.52 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 4, ns=18; np=7; N=126.	126
C.53 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 5, ns=18; np=7; N=126.	127
C.54 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 1, ns=18; np=14; N=252.	128
C.55 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 2, ns=18; np=14; N=252.	129
C.56 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 3, ns=18; np=14; N=252.	130
C.57 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 4, ns=18; np=14; N=252.	131
C.58 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 5, ns=18; np=14; N=252.	132
C.59 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 1, ns=36; np=7; N=252.	133
C.60 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 2, ns=36; np=7; N=252.	134
C.61 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 3, ns=36; np=7; N=252.	135
C.62 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 4, ns=36; np=7; N=252.	136
C.63 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 1, ns=36; np=7; N=252.	137
C.64 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 1, ns=36; np=14; N=504.	138
C.65 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 2, ns=36; np=14; N=504.	139

-
- C.66 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 3, ns=36; np=14; N=504. 140
- C.67 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 4, ns=36; np=14; N=504. 141
- C.68 Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 5, ns=36; np=14; N=504. 142

Resumo

O problema abordado neste trabalho enfatiza o uso do modelo Weibull com parâmetros dependentes de covariáveis. Neste, a modelagem ocorre a partir de uma aplicação a dados oriundos de avaliações sensoriais de produtos alimentícios, visando a determinação da vida de prateleira. Tais avaliações são realizadas periodicamente em tempos pré-fixados, onde o que se tem são dados cuja característica é de censura intervalar. A estimação dos parâmetros, e conseqüentemente dos percentis e frações de falha da distribuição do tempo de vida (de prateleira) do produto, será obtida através do método de máxima verossimilhança via implementação do algoritmo numérico de Escore de Fisher. Estudos de simulações foram implementados para verificar o desempenho das estimativas do modelo.

O objetivo do presente trabalho é expandir o modelo proposto por FBH (2003; 2004), permitindo que o parâmetro de forma da distribuição de Weibull possa também ser modelado em função de variáveis (covariáveis e/ou fatores de um experimento planejado), tornando-se assim um modelo mais flexível para o tratamento de dados oriundos destes ensaios.

Palavras-Chaves: Modelo Weibull, Verossimilhança, Censura Intervalar, Avaliação Sensorial.

Capítulo 1

Introdução

O cenário político e econômico resultante da globalização se caracteriza, principalmente, pela competitividade industrial. O desenvolvimento de produto dentro deste cenário ocupa um papel importante e estratégico. Desenvolver um produto mais rapidamente e mais eficientemente promove impactos no custo, na qualidade, na satisfação dos clientes e em outras vantagens competitivas da empresa.

Com uma participação importante no setor industrial, o segmento de alimentos industrializados brasileiro possui um mercado atraente. Em 1995, esse parque industrial contava com cerca de 38 mil estabelecimentos, ocupando o primeiro lugar em número de fábricas na indústria de transformação, gerando 775 mil empregos e faturando cerca de US\$ 52,9 bilhões/ ano (Viglio, 1996). Atualmente a importância deste segmento ampliou-se ainda mais.

Com o fenômeno da globalização, observam-se mudanças significativas de controle do capital das empresas alimentícias. Houve uma reestruturação no que diz respeito à aceleração das fusões e aquisições visando ao desenvolvimento produtivo, comercial e tecnológico. Além das fusões e aquisições, ocorreram também investimentos de empresas estrangeiras no que diz respeito à instalação de unidades produtoras no Brasil. Percebe-se ainda que, neste último caso, as unidades produtoras instaladas no Brasil vêm gradativamente vivenciando um processo de evolução saindo do *status* de mera subsidiária como braço operacional de empresas transnacionais, para o de subsidiária como unidade relativamente autônoma (segundo tipologia de Fleury, 1999). A consequência desta evolução é que, embora *breakthroughs* e plataformas

sejam ainda desenvolvidos na matriz, derivativos são desenvolvidos localmente. Há portanto, autonomia relativa para o desenvolvimento local.

Nesse novo *status*, as subsidiárias têm buscado ampliar suas competências, em particular, buscando conhecer e aplicar novos métodos e técnicas que as auxiliem nesse processo de desenvolvimento de produto, incluindo o aprimoramento de protocolos de testes e análise dos resultados.

Desta forma, este trabalho pretende contribuir com o desenvolvimento de uma modelagem estatística que possa ser implementada pelas empresas desse segmento, auxiliando-as no melhoramento do protocolo da análise dos resultados de ensaios. O foco é a determinação da vida de prateleira do produto com base em dados oriundos de avaliações sensoriais. Para melhor contextualizar o problema, a importância da determinação da vida de prateleira bem como o papel da análise sensorial nesse processo são discutidos a seguir.

1.1 A importância da determinação da vida de prateleira

A qualidade de produtos alimentícios é algo frágil. Estes produtos são susceptíveis a deterioração, perda de nutrientes, alterações na cor, sabor, odor, textura, dentre outras características. Os tecnólogos e engenheiros de alimentos utilizam o termo vida de prateleira (ou *shelf life*) para referirem-se ao período de tempo compreendido entre a manufatura e o consumo de um produto alimentício no varejo, durante o qual ele tem qualidade satisfatória, em termos de seu valor nutricional, aspectos sensoriais (odor, sabor, textura, aparência geral, etc.) e, finalmente, em termos de parâmetros relacionados à saúde do consumidor (grau de deterioração, culturas, oxidação, etc.).

A vida de prateleira de produtos alimentícios é variável e é determinada pelo fabricante, para cada tipo de produto específico. Essa informação é um fator essencial na determinação das condições e métodos utilizados na distribuição do produto.

Dois pontos importantes estão sempre presentes quando se pensa no conceito de vida de prateleira de um produto alimentício:

1. a mudança na qualidade de um produto durante o armazenamento é resultado

da soma de um série de sucessivas exposições a várias condições ambientais, durante as etapas de processamento, armazenamento, distribuição e o tempo de exposição (na prateleira, no ponto de venda e na casa do consumidor), antes do alimento ser consumido;

2. para o consumidor, um produto adquirido dentro do prazo de validade estipulado pelo fabricante (o qual é determinado em função da vida de prateleira e é, em geral, menor do que este último), deve permanecer e continuar adequado para o consumo durante aquele período, sem prejuízo de suas características organolépticas, valor nutritivo, propriedades funcionais e deterioração por microorganismos que possam vir a afetar sua saúde.

Portanto, estudos para estimação da vida de prateleira são parte essencial de todo programa de desenvolvimento, melhoria e manutenção da qualidade.

1.2 O papel da análise sensorial na determinação da vida de prateleira

Em geral, os testes para determinação da vida de prateleira (também conhecidos como testes de estabilidade) consistem em amostrar um certo número de unidades experimentais do produto da produção e armazená-las em condições pré-determinadas. Dependendo do tipo de produto, a unidade experimental pode ser uma unidade , uma caixa, etc. Em tempos de observação escolhidos e fixados a priori (digamos, semanalmente) um certo número de unidades experimentais do produto é selecionado por amostragem, retirado do armazenamento e avaliado. O que se busca registrar para cada unidade avaliada é o “tempo de falha”, definido de uma maneira geral por Gacula (1975) como:

O tempo necessário para que o produto exiba características físicas, químicas, microbiológicas ou sensoriais, que o tenham tornado inaceitável para consumo regular.

Dada a natureza do próprio produto em estudo, as avaliações mencionadas são do tipo físico-químicas, microbiológicas e **sensoriais**. Estes dois tipos de avaliações -

sensoriais e não sensoriais - são conduzidas **paralelamente**. Um resultado considerado ruim em qualquer das avaliações pode ser utilizado como critério para interrupção dos testes, sobretudo em avaliações sensoriais que envolvem a degustação do produto.

Uma questão que vem imediatamente à tona é a seguinte: por que utilizar também avaliações sensoriais na estimação da vida de prateleira? Embora um produto possa estar adequado para o consumo, no que diz respeito à segurança da saúde do consumidor, características sensoriais do tipo cor, odor, aspecto, textura, já podem estar comprometidas. Em termos técnicos, a “falha” do produto, no que diz respeito a alguma das características sensoriais, já pode ter ocorrido.

1.3 Caracterização do objeto de pesquisa e estado da arte

Em avaliações sensoriais conduzidas com o objetivo de estimar o tempo de vida de prateleira, unidades do produto são armazenadas sob determinadas condições ambientais e, em tempos pré-determinados, uma amostra destas unidades é retirada do local de armazenamento e submetida ao julgamento de avaliadores treinados. Cada avaliador julga separadamente cada atributo (por exemplo, odor, sabor, aspecto) e atribui notas em uma escala diferencial semântica escolhida previamente, digamos de “0” a “6”, onde “0” representa total diferença em relação a um padrão de referência oferecido a ele e, “6” representa total similaridade. Quanto mais próximo a zero estiver a pontuação atribuída ao atributo, mais inadequado para consumo ele estará em relação ao atributo avaliado.

Em geral, as empresas definem um ponto de corte na escala adotada, que indica a “falha” do produto, ou seja, indica que o produto não está adequado para consumo. Por exemplo, se o ponto de corte adotado for “3”, temos que unidades pontuadas com escore menor ou igual a “3” serão consideradas impróprias para consumo (em relação ao atributo avaliado).

Assim, o que se tem em cada tempo de avaliação são as notas atribuídas a cada atributo (separadamente) para as unidades avaliadas naquela data especificada. Essas unidades ficaram armazenadas desde o início do estudo até serem selecionadas

(aleatoriamente) para avaliação. Dada a natureza destrutiva do teste, estas unidades, uma vez avaliadas, não podem voltar para o armazenamento. Por isto são descartadas. Fica-se diante de uma das seguintes situações:

1. se uma unidade recebe nota menor ou igual ao ponto de corte, digamos na segunda semana, sabe-se que ela estava adequada para consumo até aquela data. Não se sabe quando ficará inadequada pois ela será descartada;
2. se uma unidade recebe nota maior que o ponto de corte, digamos na quinta semana, sabe-se que ela se deteriorou em algum tempo compreendido entre o início do armazenamento e a data da avaliação.

Portanto, os dados oriundos de uma avaliação deste tipo têm a característica de serem censurados à direita ou à esquerda (Meeker e Escobar, 1998).

Na literatura, são apresentadas quatro abordagens básicas para o tratamento de dados provenientes deste tipo de estudo, visando a determinação da vida de prateleira. A primeira é a modelagem através da abordagem de Análise de Regressão (Gacula, 1975). Nesta abordagem, ajusta-se um modelo linear (uma reta, $y = a + b * x$), utilizando as notas como resposta (y) e os tempos fixos de avaliação como a variável explicativa (x) ($nota = a + b * tempo$). A estimativa da vida de prateleira é obtida por regressão inversa (Draper, 1998), ou seja, substitui-se o ponto de corte na equação da reta (digamos $nota=3$) e obtém-se a estimativa do tempo no qual a nota é 3. É possível construir um intervalo de confiança para esta estimativa (Draper, 1998). Alguns problemas podem ser apontados nesta abordagem. Em primeiro lugar, as suposições associadas à metodologia de Análise de Regressão em geral não são satisfeitas para este tipo de dados. Os modelos de regressão são baseados na suposição de Normalidade (distribuição Gaussiana) dos dados e de homocedasticidade (variância constante). Neste caso, os dados estão em uma escala discreta que não é bem representada pela distribuição Gaussiana (Normal). Além disso, uma característica comum a este tipo de situação é um aumento da variabilidade dos resultados (no caso, das notas) com o passar do tempo. Uma opção para este último problema seria utilizar o ajuste do modelo por mínimos quadrados ponderados mas esta solução também não apresentou bons resultados (Gacula e Singh, 1984). Do ponto de vista do problema

prático que se está propondo resolver, duas deficiências podem ser apontadas para esta abordagem:

1. fica mais difícil incorporar covariáveis adicionais no modelo (por exemplo, variáveis do tipo, “temperatura de armazenagem”, “umidade”, etc). Isto porque a estimação da vida de prateleira é feita por regressão inversa e, no caso da incorporação de outras variáveis, além de se substituir o valor do ponto de corte da nota, é preciso substituir também valores para as covariáveis e só então resolver a equação para encontrar o valor do tempo. Expressões de intervalos de confiança nessa situação não estão disponíveis, dificultando o acesso à precisão destas estimativas, e
2. não se consegue estimar outras quantidades de interesse tais como percentis (com quantas semanas teremos 1% de unidades com a “cor” deteriorada?) nem frações de falha (quantas unidades estarão com o “odor” deteriorado com 5 semanas de armazenamento?).

Uma segunda abordagem é apresentada por Gacula e Kubala (1975). Os autores utilizam como “tempo de falha” o tempo de avaliação no qual a unidade do produto recebeu nota menor ou igual ao ponto de corte. A unidade que recebeu nota maior ou igual ao ponto de corte em um dado tempo de avaliação é registrada como tendo um tempo censurado (no caso, à direita). Os “tempos de falha” censurados e não censurados são utilizados para verificar qual modelo (distribuição de probabilidade) melhor descreve a vida de prateleira do produto. As distribuições mais utilizadas são as de Weibull e lognormal. Essa abordagem permite que se estime percentis e frações de falha, quantidades importantes na caracterização da vida de prateleira do produto. Entretanto, vale à pena ressaltar que, para as unidades que receberam nota igual ou menor que o ponto de corte, o que se pode afirmar é que na verdade o produto se deteriorou em algum momento entre o início do armazenamento e a data da avaliação. Portanto utilizar o tempo da avaliação como sendo o “tempo de falha” pode levar a conclusões e estimativas equivocadas. Numa tentativa de corrigir este problema, Gacula e Kubala (1975) sugeriram um tipo de plano experimental no qual os intervalos entre os tempos de avaliação no início do estudo são maiores. À medida

que o tempo de armazenamento aumenta, estes intervalos são diminuídos. Esta é uma tentativa de se chegar mais perto do tempo “real” de falha.

A quarta abordagem é apresentada por Freitas, Borges e Ho (2003), e é aquela de interesse neste trabalho. Os autores definem uma nova variável resposta, sendo que a mesma assume valor “1” se o escore associado à unidade for menor ou igual ao ponto de corte (que indica a falha do produto), e valor “zero” se o escore for superior ao ponto de corte (indicando que a unidade do produto ainda está em boas condições para consumo). Resumidamente, a formulação é apresentada a seguir (ela é utilizada para cada atributo separadamente).

Suponha que uma amostra de $N = \sum_{i=1}^k n_i$ unidades do produto sob estudo é extraída da linha de produção e armazenada em uma dada condição.

Em tempos pré-fixados de avaliação $(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k)$, amostras de tamanhos n_1, n_2, \dots, n_k são retiradas do total armazenado N e submetidas à avaliação de julgadores treinados.

Por exemplo, no tempo τ_1 , n_1 unidades são selecionadas do total N e submetidas à avaliação de n_1 avaliadores treinados. Esse procedimento é repetido até completar o tempo τ_k .

Seja Z_{ij} o escore atribuído ao atributo da j -ésima ($j = 1, 2, \dots, n_i$) unidade avaliada no tempo τ_i . Assim, se a empresa define como ponto de corte um valor c na escala, então:

- se $Z_{ij} \leq c$, o produto é considerado impróprio para consumo em τ_i ;
- se $Z_{ij} > c$, o produto é considerado adequado para consumo em τ_i .

Como a avaliação é destrutiva, estas unidades não serão reavaliadas.

Uma nova variável aleatória Y_{ij} é definida onde

$$Y_{ij} = 0, \text{ se } Z_{ij} > c; \text{ e } Y_{ij} = 1, \text{ se } Z_{ij} \leq c. \quad (1.1)$$

Portanto, em cada τ_i fixo tem-se uma amostra aleatória de tamanho n_i de uma variável aleatória Y_{ij} , distribuída segundo uma Bernoulli com probabilidade p_{ij} dada por:

$$p_{ij} = P(Y_{ij} = 1) = P(Z_{ij} \leq c) = P(0 < T_{ij} \leq \tau_i)$$

onde T_{ij} é o tempo de “falha” da j -ésima unidade avaliada em τ_i , ou seja,

$$P(Y_{ij} = y_{ij}) = P(0 < T_{ij} \leq \tau_i) = 1 - R(\tau_i), \text{ se } y_{ij} = 1, \quad (1.2)$$

$$P(Y_{ij} = y_{ij}) = P(T_{ij} > \tau_i) = R(\tau_i), \text{ se } y_{ij} = 0,$$

onde $R(\cdot)$ na equação (1.2) é a função de confiabilidade em um tempo t qualquer,

$$R(t) = P(T_{ij} > t). \quad (1.3)$$

Portanto, a função de verossimilhança toma a forma:

$$L(p) = \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} p_{ij}^{y_{ij}} (1 - p_{ij})^{1-y_{ij}} = \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} [1 - R(\tau_i)]^{y_{ij}} \cdot [R(\tau_i)]^{1-y_{ij}} \quad (1.4)$$

onde $p = (p_{11}, \dots, p_{kn_k})$ é um vetor $(kn_k \times 1)$.

Os autores consideraram a situação em que o tempo de “falha” (tempo de vida de prateleira) T_{ij} da j -ésima unidade avaliada no tempo τ_i segue uma distribuição de Weibull com função densidade dada por

$$f_j(t) = \alpha_j^\delta \delta t^{\delta-1} \exp(-(\alpha_j t)^\delta) \quad (1.5)$$

e função de confiabilidade

$$R(t) = \exp(-(t\alpha_j)^\delta) \quad (1.6)$$

em que,

- $\alpha_j = \exp\{X_j\beta\} = \exp\{\beta_0 + X_{j1}\beta_1 + X_{j2}\beta_2 + \dots + X_{jq}\beta_q\}$ e
- $\delta = \exp(\gamma), \gamma \geq 0$,

com, $X_j = (1, X_{j1}, \dots, X_{jq})$ um vetor $1 \times (q+1)$ de variáveis (covariáveis ou fatores de um experimento planejado) associados à j -ésima unidade avaliada em τ_i (assume-se que X_j é medida sem nenhum erro) e $\beta = (\beta_0 \beta_1 \dots \beta_q)^t$ o vetor $(q+1) \times 1$ de parâmetros associados às variáveis.

Assim, usando (1.6) em (1.4) a função de verossimilhança é reescrita como:

$$\begin{aligned} L(\lambda) &= \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} \left\{ \left[e^{-(\tau_i \alpha_j)^\delta} \right]^{1-y_{ij}} \left[1 - e^{-(\tau_i \alpha_j)^\delta} \right]^{y_{ij}} \right\} \\ &= \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} \left\{ \left[e^{-\left(\tau_i e^{X_j \beta} \right)^\delta} \right]^{1-y_{ij}} \left[1 - e^{-\left(\tau_i e^{X_j \beta} \right)^\delta} \right]^{y_{ij}} \right\}, \end{aligned} \quad (1.7)$$

onde $\lambda^t = (\beta^t; \gamma)$ é o vetor de parâmetros, com dimensão $(q+2) \times 1$.

As estimativas dos parâmetros $\lambda^t = (\beta^t; \gamma)$ são obtidas pelo método de máxima verossimilhança (MV) através da maximização da função dada em (1.7).

Uma vez obtidas as estimativas dos parâmetros do modelo, os autores utilizaram a propriedade de invariância do estimador de MV para obter as estimativas dos percentis da distribuição do tempo de vida de prateleira e frações de falha em vários pontos no tempo.

Assim, a distribuição de vida de prateleira pode ser caracterizada em função destas quantidades.

O modelo foi aplicado aos dados oriundos de uma situação real. Freitas, Borges e Ho (FBH) (2004) também avaliaram (por simulação) o efeito de diversos planos amostrais na precisão das estimativas. Os resultados foram comparados com o plano experimental utilizado na situação real que motivou o estudo.

1.4 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é expandir o modelo proposto por FBH (2003; 2004), permitindo que o parâmetro de forma da distribuição de Weibull possa também ser modelado em função de variáveis (covariáveis e/ou fatores de um experimento planejado), tornando-se assim um modelo mais flexível para o tratamento de dados oriundos destes ensaios.

As várias etapas do caminho trilhado para alcançar tal objetivo estão descritos ao longo dos capítulos desta dissertação, a qual está assim organizada: a situação prática motivadora do trabalho (a mesma apresentada em FBH; 2003) é apresentada no Capítulo 2. No Capítulo 3, é apresentado o modelo expandido na sua forma geral. Os resultados de simulações realizadas com base no modelo estão no Capítulo 4. No Capítulo 5, o modelo é utilizado no banco de dados real e, finalmente, no Capítulo 6 são apresentadas considerações finais e propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Situação real motivadora

Este trabalho foi motivado por uma situação prática real vivenciada por uma empresa fabricante de um produto desidratado.

A empresa adotou os procedimentos para a realização de testes sensoriais em um de seus produtos.

Uma amostra de unidades do produto foi selecionada da linha de produção, e cada uma das unidades foi atribuída aleatoriamente a cada uma das seguintes condições de armazenagem:

- Refrigeração (geladeira): temperatura em torno de 4°C (não havia controle da temperatura e nem da umidade).
- Temperatura e Umidade ambiente (A): estes eram monitorados e registrados continuamente por equipamentos.
- Câmara climática (CC): 30°C de temperatura e 80% de umidade (ambos controlados e fixados nestes valores).
- Estufa (E): a umidade não era controlada, mas era registrada diariamente e temperatura controlada em 37°C.

Um grupo de 45 julgadores foi treinado para avaliar as unidades dos produtos em relação a três atributos: odor, sabor e aspecto. As avaliações foram feitas semanalmente. A cada semana, um grupo de oito julgadores do grupo de 45 eram selecionado

aleatoriamente. Unidades do produto oriundos de cada uma das três condições de armazenamento eram selecionadas e atribuídas a cada julgador para avaliação.

Cada julgador recebia em ordem aleatória três “kits” de unidades para serem avaliados: [RE, BRE, A]; [RE, BRE, CC]; [RE, BRE, E] onde, RE: referência, BRE: referência cega, CC: câmara climática e E: estufa.

A unidade RE (referência), era identificada (rotulada) como tal e era sempre oriunda da condição refrigerada. As notas para os atributos da unidade sob avaliação (CC ou E) eram dadas em comparação aos atributos da unidade rotulada como referência (RE).

As outras unidades do “kit”, (BRE, CC, A, E) não eram identificadas, ou seja, o julgador não sabia a origem de cada uma.

A unidade BRE também era oriunda da condição de armazenagem “refrigeração”. Ela foi utilizada apenas para testar a consistência das notas do julgador. Do ponto de vista do julgador, ela era mais uma unidade a ser avaliada. Cada julgador atribuía notas separadamente para cada atributo comparando ao padrão de referência em uma escala de 0 a 6:

- sem diferença: 6;
- muito pouca diferença: 5;
- leve diferença: 4;
- diferente: 3;
- grande diferença: 2;
- enorme diferença: 1;
- total diferença: 0.

A empresa estipulava como critério de falha que nota 0, 1, 2 ou 3 indica que o produto estaria inadequado (ou seja, a “falha” em relação ao atributo avaliado teria ocorrido).

Note que um produto pode ter notas diferentes para cada atributo. Assim, decidiu-se por estudar cada atributo separadamente.

Uma vez avaliada em relação aos três atributos, as unidades eram descartadas. Na próxima data de avaliação, outras unidades eram selecionadas aleatoriamente de cada condição de armazenamento. Isto foi feito até o final do estudo. O tempo duração do teste foi de 51, 36 e 18 semanas para as condições de armazenamento,

ambiente câmara e estufa respectivamente.

O objetivo, então, era estimar o tempo de vida de prateleira do produto com base nas informações geradas pelas avaliações sensoriais.

Capítulo 3

Modelagem por meio de um Modelo Weibull mais Geral

Este capítulo tem como finalidade apresentar o desenvolvimento de uma modelagem mais ampla do que aquela proposta por FBH (2003, 2004). A idéia é permitir que o parâmetro de forma δ da distribuição de Weibull subjacente também possa ser expressado em função de covariáveis e/ou fatores de um experimento planejado.

Para simplificar o texto, o termo “covariável” estará sendo empregado a partir de agora. Entretanto, o leitor deve ter em mente que a modelagem pode ser feita com covariáveis e/ou fatores cujos níveis são fixados experimentalmente.

Portanto, a função densidade da distribuição de Weibull considerada aqui é:

$$f_j(t) = \alpha_j^{\delta_j} \delta_j t^{\delta_j-1} \exp(-(\alpha_j t)^{\delta_j}), \quad t > 0, \quad (3.1)$$

sendo que

- α_j é o parâmetro de escala descrito como função de covariáveis;

$$\alpha_j = \exp\{X_j \beta\} = \exp\{\beta_0 + X_{j1}\beta_1 + \dots + X_{jq}\beta_q\};$$

$X_j = (1, X_{j1}, \dots, X_{jq})$ é um vetor $1 \times (q+1)$ de covariáveis da j -ésima unidade avaliada em τ_i (assume-se que X_j é medida sem nenhum erro);

$\beta = (\beta_0 \ \beta_1 \ \dots \ \beta_q)^t$ é o vetor $(q+1) \times 1$ de parâmetros associados às covariáveis;

- δ_j é o parâmetro de forma descrito como função de covariáveis;

$$\delta_j = \exp\{W_j \theta\} = \exp\{\theta_0 + W_{j1}\theta_1 + \dots + W_{jr}\theta_r\};$$

$W_j = (1, W_{j1}, \dots, W_{jr})$ é o vetor $1 \times (r+1)$ de covariáveis e

$\theta = (\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_r)^t$ o vetor dos parâmetros associados às covariáveis.

Além disso, as funções de confiabilidade e de risco em um tempo t qualquer são dadas, respectivamente por:

$$R_j(t) = \exp(-(\alpha_j t)^{\delta_j}), \quad (3.2)$$

$$h_j(t) = \alpha_j^{\delta_j} \delta_j t^{\delta_j-1}, \quad t > 0. \quad (3.3)$$

Portanto, utilizando esta parametrização, temos como objetivo caracterizar a distribuição do tempo de vida de prateleira de produtos submetidos às avaliações sensoriais, através de estimativas de quantidades tais como: percentis e frações de falhas. Para isso, será necessário obter estimativas para o vetor de parâmetros $\lambda^t = (\beta^t; \theta^t) = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_q; \theta_0, \theta_1, \dots, \theta_r)$. É importante ressaltar que a modelagem é feita para cada atributo separadamente. Assim, caso se decida estipular como tempo de vida de prateleira do produto o percentil 1%, por exemplo, então uma alternativa é estimar este percentil para cada atributo separadamente e, para o produto como um todo utilizar-se o valor mínimo obtido. Uma abordagem mais precisa seria através da modelagem conjunta dos atributos, porém ela não será desenvolvida neste trabalho.

3.1 Especificação da Função de Verossimilhança e Estimação dos Parâmetros do Modelo

Neste caso, onde se está considerando a possibilidade de modelar também o parâmetro de forma da Weibull em função de covariáveis, a função de verossimilhança dada por (1.4) e (1.7) é reescrita aqui como:

$$L(\lambda) = \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} \left\{ \left[e^{-(\tau_i \alpha_j)^{\delta_j}} \right]^{1-y_{ij}} \left[1 - e^{-(\tau_i \alpha_j)^{\delta_j}} \right]^{y_{ij}} \right\},$$

$$L(\lambda) = \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} \left\{ \left[e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{\exp(W_j \theta)}} \right]^{1-y_{ij}} \left[1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{\exp(W_j \theta)}} \right]^{y_{ij}} \right\}, \quad (3.4)$$

onde $\lambda^t = (\beta^t; \theta^t)$.

O estimador de máxima verossimilhança é o vetor $\hat{\lambda}$ que maximizam $L(\lambda)$.

Do ponto de vista matemático, a implementação deste procedimento parece ser simples, pois tudo que temos a fazer é maximizar a função de verossimilhança com respeito a λ . Para tanto, basta igualar a zero as derivadas parciais da função de verossimilhança e achar o vetor λ que resolve este conjunto de equações. Na maioria dos casos, trabalha-se com o logaritmo natural da função, o que é em geral, mais simples e produz os mesmos resultados da maximização da função original.

Aplicando o logaritmo na função de verossimilhança, temos

$$\ln[L(\lambda)] = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left[-(1 - y_{ij}) (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} + y_{ij} \ln \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right) \right].$$

O estimador de MV de λ ($\hat{\lambda} = (\hat{\beta}^t; \hat{\theta}^t)$) é obtido através da implementação de métodos numéricos como por exemplo, o algoritmo de Newton-Raphson.

Neste método, a cada passo (j),

$$\hat{\lambda}^{(j)} = \hat{\lambda}^{(j-1)} + \Delta,$$

onde

$$\Delta = - \left[\frac{\partial \ln L}{\partial \lambda} \right] H^{-1}(\lambda) \big|_{\lambda=\hat{\lambda}^{(j-1)}}$$

e $H(\lambda)$ é a matriz Hessiana (matriz de segundas derivadas de $\ln L$ com relação a λ).

Este processo é utilizado sempre que for possível obter $I(\lambda)$, pois a matriz Hessiana pode não ser positiva definida em todo $\lambda^{(j)}$, podendo haver maiores problemas na aplicação do algoritmo de Newton-Raphson. A substituição da matriz Hessiana pela matriz da informação $I(\lambda)$ (que é sempre positiva definida) garante que o “passo” dado na j-ésima iteração, $\Delta^{(j)} = \hat{\lambda}^{(j)} - \hat{\lambda}^{(j-1)}$, leva a uma direção ascendente. Por outro lado, o método de Escore de Fisher sofre desvantagem de convergência mais lenta quando comparado ao método de Newton-Raphson original (Seber e Wild; 1989: p.36).

Neste trabalho, foi utilizado o método de Escore de Fisher que consiste em substituir $H(\lambda)$ pela matriz de informação de Fisher $I(\lambda) = E\{-H(\lambda)\}$.

Assim, as expressões das primeiras derivadas são:

$$\left[\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \lambda} \right]_{(q+r+2) \times 1} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \beta} \\ \frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \theta} \end{bmatrix}$$

onde:

$$\left[\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \beta} \right]_{(q+1) \times 1} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t \left[\left(-e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \right) + \frac{y_{ij} e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \right]$$

e

$$\left[\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \theta} \right]_{(r+1) \times 1} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} W_j^t \left[-e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln (\tau_i e^{X_j \beta}) + \frac{y_{ij} e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln (\tau_i e^{X_j \beta})}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \right]$$

Os elementos da matriz de informação de Fisher $I(\lambda)_{[(q+r+2) \times (q+r+2)]}$ são dados por:

$$I(\lambda) = E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \lambda \partial \lambda^t} \right] \right\}_{(q+r+2) \times (q+r+2)} = \begin{bmatrix} I_{11} & I_{12} \\ I_{12}^t & I_{22} \end{bmatrix},$$

onde,

$$\begin{aligned} I_{11} &= E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \beta \partial \beta^t} \right] \right\} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t X_j \left[\frac{e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}}{1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}} \right], \\ I_{22} &= E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \theta \partial \theta^t} \right] \right\} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} W_j^t W_j \left[\frac{e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} (\ln (\tau_i e^{X_j \beta}))^2}{1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}} \right], \\ I_{12} &= E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \beta \partial \theta^t} \right] \right\} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t W_j \left[\frac{e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \ln (\tau_i e^{X_j \beta})}{1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}} \right]. \end{aligned}$$

com I_{11} , I_{12} e I_{22} com dimensões $(q+1) \times (q+1)$; $(q+1) \times (r+1)$ e $(r+1) \times (r+1)$ respectivamente (detalhes do cálculo destas expressões estão no Apêndice A).

Se $\hat{\lambda} = (\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_q; \hat{\theta}_0, \hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_r)^t$ é o EMV de $\lambda = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_q; \theta_0, \theta_1, \dots, \theta_r)^t$, então para um conjunto de covariáveis $X_j = (1, X_{j1}, \dots, X_{jq})$ e $W_j = (1, W_{j1}, \dots, W_{jr})$, e utilizando a propriedade de invariância do EMV, obtemos os seguintes estimadores:

• o EMV do $(100 \times p)\%$ percentil da distribuição do tempo de vida de prateleira é dado por:

$$\hat{t}_{p(j)} = \frac{1}{\hat{\alpha}_j} [-\ln(1-p)]^{\frac{1}{\hat{\delta}_j}}, \quad (3.5)$$

onde, $\hat{\alpha}_j = \exp\{X_j \hat{\beta}\}$ e $\hat{\delta}_j = \exp\{W_j \hat{\theta}\}$.

- o EMV da fração de falhas em um tempo t_0 é dado por:

$$\hat{F}_j(t_0) = 1 - \hat{R}_j(t_0) = 1 - \exp \left\{ - (t_0 \hat{\alpha}_j)^{\hat{\delta}_j} \right\} = 1 - \exp \left\{ - \left(t_0 e^{X_j \hat{\beta}} \right)^{e^{W_j \hat{\theta}}} \right\}. \quad (3.6)$$

Intervalos de confiança assintóticos para os percentis e frações de falha são encontrados a partir das propriedades assintóticas do estimador de máxima verossimilhança (normalidade assintótica) e a aplicação do método delta multivariado (Cox e Hinkley, 1974) para o cálculo da variância, visto que as duas quantidades de interesse são funções dos EMV.

Assim,

- o intervalo de confiança assintótico de 95% para o percentil $(100 \times p)\%$ é dado por:

$$\begin{aligned} LS &= \hat{t}_{p(j)} + 1,96 \left\{ \sqrt{\hat{Var}(\hat{t}_{p(j)})} \right\}; \\ LI &= \hat{t}_{p(j)} - 1,96 \left\{ \sqrt{\hat{Var}(\hat{t}_{p(j)})} \right\}, \end{aligned} \quad (3.7)$$

onde, a variância assintótica de $\hat{t}_{p(j)}$ é estimada por:

$$\hat{Var}(\hat{t}_{p(j)}) = Z^t I^{-1}(\lambda) Z |_{\lambda=\hat{\lambda}}$$

e

$$Z = \begin{bmatrix} -e^{-X_j \beta} [-\ln(1-p)]^{\frac{1}{e^{(W_j \theta)}}} X_j^t \\ -e^{-X_j \beta} [-\ln(1-p)]^{\frac{1}{e^{(W_j \theta)}}} \cdot [e^{-W_j \theta} \ln(-\ln(1-p))] W_j^t \end{bmatrix}$$

é um vetor de dimensão $(q+r+2) \times 1$.

- o intervalo de confiança de 95% para a fração de falhas em um ponto t_0 é dado por:

$$\begin{aligned} LS &= 1 - \{\hat{R}_j(t_0)\}^{\exp\{1,96\sqrt{\hat{Var}(\hat{\phi})}\}}; \\ LI &= 1 - \{\hat{R}_j(t_0)\}^{\exp\{-1,96\sqrt{\hat{Var}(\hat{\phi})}\}}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

onde:

$$\hat{\phi} = \ln[-\ln R_j(t_0)] = \ln \left[-\ln \left(e^{-(t_0 e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right) \right];$$

$\hat{Var}(\hat{\phi}) = Z^t I^{-1}(\lambda) Z |_{\lambda=\hat{\lambda}}$, em que Z é o vetor de primeiras derivadas de $\hat{\phi}$ em relação

a β e θ , de dimensão $(q + r + 2) \times 1$ e é dado por:

$$Z = \begin{bmatrix} \frac{\partial \phi}{\partial \beta} \\ \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e^{W_j \theta} X_j^t \\ e^{W_j \theta} \ln(t_0 e^{X_j \beta}) W_j^t \end{bmatrix}.$$

É importante ressaltar que o intervalo de confiança para a fração de falhas foi obtido de maneira indireta. Calculou-se primeiro o IC para a função $\phi = \ln(-\ln R_j(t_0))$ pois ela tem domínio irrestrito. O intervalo para a quantidade de interesse foi obtido através da transformação inversa.

Este procedimento visa evitar que os limites calculados fiquem fora do intervalo $[0, 1]$ (Kalbfleish e Prentice; 2002, p.18).

Os detalhes dos cálculos dos intervalos de confiança estão nos Apêndices A6 e A7.

No próximo capítulo são apresentados os resultados de simulações implementados para avaliar o desempenho do modelo.

Capítulo 4

Estudo do Modelo por Simulação

4.1 Implementação Computacional

Para a implementação computacional, foram utilizados os softwares estatísticos Dev.C++, versão 4.9, para a edição e visualização de comandos e fórmulas, S-Plus, versão 2000 para checagem das fórmulas com base em pequenas amostras geradas e R, versão 1.9, pela sua velocidade em simular os resultados obtidos.

As simulações foram realizadas com o objetivo de estudar o desempenho do modelo expandido, em situações com comportamento similar ao dos dados reais que serão analisados no Capítulo 5. Portanto, a escolha dos parâmetros para a simulação baseou-se neste critério, como será melhor discutido adiante. O foco é a avaliação da “qualidade” das estimativas de frações de falha e percentis obtidos através do modelo.

As principais características do estudo são descritos à seguir.

1. Escolha das covariáveis X_j e W_j .

Trabalhou-se com o caso em que as covariáveis X_j e W_j são dicotômicas, ou seja, ambas tem o papel de indicar a qual “condição” pertence a unidade avaliada. Assim,

- $\alpha_j = \exp(X_j\beta) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{j1})$, ou seja

$X_j = (1, X_{j1})$ onde $X_{j1} = 0$, se a condição j pertence à “condição” 1, e $X_{j1} = 1$ se a unidade j pertence à “condição” 2;

- $\delta_j = \exp(W_j\theta) = \exp(\theta_0 + \theta_1 W_{j1})$, ou seja

$W_j = (1, W_{j1})$ onde $W_{j1} = 0$, se a condição j pertence à “condição” 1, e $W_{j1} = 1$, se a unidade j pertence à “condição” 2.

Portanto, a situação considerada na simulação foi aquela em que $X_j = W_j$, e nesse caso:

- quando $X_{j1} = W_{j1} = 0$, indica que a unidade pertence à “condição” 1 e a distribuição Weibull subjacente do tempo de vida de prateleira tem parâmetros $\alpha_j = \exp(\beta_0)$ e $\delta_j = \exp(\theta_0)$.
- quando $X_{j1} = W_{j1} = 1$, indica que a unidade pertence à “condição” 2 e a distribuição Weibull subjacente do tempo de vida de prateleira tem parâmetros $\alpha_j = \exp(\beta_0 + \beta_1)$ e $\delta_j = \exp(\theta_0 + \theta_1)$.

Fazendo a associação com os dados reais, estamos considerando que a “condição 1” ($X_{j1} = W_{j1} = 0$) corresponde a “Câmara Climática” e a “condição 2” ($X_{j1} = W_{j1} = 1$) corresponde a “Estufa”.

2. Medidas de desempenho.

Para verificar a “qualidade” das estimativas para os percentis e frações de falha fornecidas pelo modelo, foram calculadas as medidas listadas a seguir. Em todas, estamos considerando que m amostras foram geradas e que “u” é o valor real da quantidade de interesse.

- valor estimado:

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{u}_i}{m}$$

onde \hat{u}_i é o valor estimado de u para a i -ésima amostra gerada.

- Vício (V):

$$V = \bar{u} - u$$

- Desvio Padrão (DP):

$$DP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\hat{u}_i - u)^2}{m - 1}}$$

- Vício Relativo (VR):

$$VR = \frac{|\bar{u} - u|}{u} \times 100\% = \frac{|V|}{u} \times 100\%$$

- Erro Quadrático Médio (EQM):

$$EQM = (DP)^2 + V^2$$

3. Valores dos parâmetros α_j e δ_j utilizados na simulação.

A Tabela 4.1 apresenta os cinco casos considerados. Os valores de β_0 , β_1 , θ_0 e θ_1 da referida tabela foram escolhidos de tal forma que os valores de α_j e δ_j fossem aproximadamente iguais a alguns valores já utilizados por FBH (2003, 2004).

Vale a pena lembrar que, no trabalho citado, o parâmetro δ era considerado constante. Somente o parâmetro de escala α_j era modelado em função de covariáveis. A faixa de valores utilizados na simulação implementada por FBH (2003, 2004) foi encontrada através do ajuste do modelo aos dados originais. Este ajuste forneceu a ordem de grandeza dos parâmetros.

Assim, supondo que a “condição 1” ($X_{j1} = W_{j1} = 0$) está representando dados armazenados na câmara climática, os valores de α_j e δ_j utilizados aqui foram da mesma ordem de grandeza daqueles utilizados por FBH(2003, 2004). O mesmo pode ser dito em relação à “condição 2” ($X_{j1} = W_{j1} = 1$), que “imita” a estufa.

Tabela 4.1: Valores dos Parâmetros α_j e δ_j utilizados na simulação.

Casos	Parâmetros				Condição 1 ($X_{j1} = W_{j1} = 0$)		Condição 2 ($X_{j1} = W_{j1} = 1$)	
	β_0	β_1	θ_0	θ_1	α_j	δ_j	α_j	δ_j
(1)	-3,35	0,62	0,0	0,7	0,035	1,0	0,065	2,0
(2)	-3,35	0,62	0,18	0,7	0,035	1,2	0,065	2,4
(3)	-3,00	0,62	0,0	0,7	0,050	1,0	0,093	2,0
(4)	-3,00	0,62	0,18	0,7	0,050	1,2	0,093	2,4
(5)	-3,35	0,62	0,0	0,0	0,035	1,0	0,065	1,0

4. Planos amostrais utilizados na simulação.

Por “plano amostral” entende-se:

- o número de semanas de acompanhamento (\mathbf{ns});
- o número de avaliadores alocados a cada semana ($\mathbf{n_p}$) e
- o número total de unidades sob teste em cada uma das condições ($\mathbf{N} = \mathbf{ns} \times \mathbf{n_p}$).

A Tabela 4.2 sumariza os seis planos utilizados na simulação. Mais uma vez, os valores foram escolhidos de acordo com o que foi utilizado no experimento real.

Tabela 4.2: Planos amostrais considerados para cada condição.

Planos	nº de semanas (\mathbf{ns})	nº de julgadores ($\mathbf{n_p}$)	$N = ns \times np$
I	12	7	84
II	12	14	168
III	18	7	126
IV	18	14	252
V	36	7	252
VI	36	14	504

5. Passos seguidos na implementação do estudo por simulação.

Na modelagem proposta, a distribuição subjacente do tempo de vida de prateleira é uma Weibull. Entretanto, na situação real do teste sensorial, o que é de fato observado é o escore atribuído por um julgador a um atributo específico.

O modelo descrito no Capítulo 3 utiliza os resultados do ensaio dicotomizados em função do ponto de corte c escolhido pela empresa. Em outras palavras, em um dado tempo de avaliação, (“a falha”) ainda não ocorreu ou já ocorreu antes da avaliação ocorrida no tempo τ .

Na simulação, assumimos que as avaliações foram implementadas semanalmente, assim como na situação real. Além disso, o tempo total de acompanhamento (ou de

estudo) é ns semanas para cada uma das condições de armazenamento e np julgadores foram alocados a cada semana para compor o painel de teste.

Os passos principais para implementação da simulação estão dados a seguir:

- **Passo 1** : Escolher um conjunto subjacente de parâmetro α_j (β_0 e β_1) e δ_j (θ_0 e θ_1) da Tabela 4.1 e um plano amostral da Tabela 4.2.
- **Passo 2** : Criar um vetor de “tempo de avaliação” (semanas), considerando o plano amostral escolhido no passo 1.
- **Passo 3** : Gerar uma amostra aleatória de tamanho $N = ns \times np$ de uma distribuição de Weibull para a condição de armazenamento 1 (câmara climática; $X_{j1} = W_{j1} = 0$), em que, $\alpha_j = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{j1}}$ e $\delta_j = e^{\theta_0 + \theta_1 W_{j1}}$, valores de α_j e δ_j escolhidos no passo 1.
- **Passo 4** : Gerar outra amostra aleatória de tamanho $N = ns \times np$ de uma distribuição de Weibull considerando a condição de armazenamento 2 (estufa; $X_{j1} = W_{j1} = 1$), em que, $\alpha_j = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{j1}}$ e $\delta_j = e^{\theta_0 + \theta_1 W_{j1}}$, valores de α_j e δ_j também escolhidos no passo 1.
- **Passo 5** : Dicotomizar cada um dos $2N$ tempos de “falha” obtidos nos passos 3 e 4 e armazená-los em um vetor $Y_{2N \times 1}$. A dicotomização é realizada comparando cada um dos $2N$ tempos de “falha” t das distribuições Weibull geradas com as semanas de avaliações (τ) criadas no passo 2. Se $t > \tau$, então $y = 0$ (observação censurada), caso contrário $y = 1$ (deterioração ou “falha” já teria ocorrido).
- **Passo 6** : Calcular os estimadores de máxima verossimilhança para β_0 , β_1 (α_j), θ_0 , θ_1 (δ_j) utilizando os dados dicotomizados gerados no passo 5 e a expressão da função do log-verossimilhança dada por (3.4).
- **Passo 7** : Usando as estimativas dos parâmetros calculados no passo 6, calcular as estimativas dos percentis e frações de falha em pontos de interesse, para cada uma das 2 condições de armazenamento considerado.
- **Passo 8** : Guardar os valores calculados no passo 7.
- **Passo 9** : Gerar outra amostra de cada condição (como nos passos 3 e 4) e repetir os passo 5 a 8.
- **Passo 10** : Os passos 3 a 8 devem ser repetidos até que $m=1000$ amostras de cada uma das duas condições tenham sido geradas. Então, baseado nas 1000 amostras, calcular para cada condição e para cada quantidade u de interesse (percentis e frações de falha):

- a média dos $m=1000$ valores (\hat{u}_i) estimados ($i=1, 2, \dots m$);
- o desvio padrão (DP) baseado nos 1000 valores (\hat{u}_i);
- o vício (V), vício relativo (VR) e o erro quadrático médio (EQM).

Essas passos foram implementados para cada cenário da Tabela 4.1 considerado com cada um dos planos amostrais da Tabela 4.2.

4.2 Resultados da Simulação

4.2.1 Resultados para os percentis (t_p).

As Tabelas 4.3 e 4.4 apresentam as medidas de desempenho das estimativas de vários percentis, calculadas com base nos dados da simulação. A Tabela 4.3 apresenta os resultados para o Plano I ($ns=12$, $np=7$, $N=84$) para a “condição 1”, ou seja, para a condição cujos valores dos parâmetros escolhidos para a simulação (listados como os 5 “casos” da Tabela 4.1) tentam reproduzir o comportamento esperado nos dados reais sob a condição “Câmara Climática”. Para o mesmo Plano I, a Tabela 4.4 apresenta os resultados para a “condição 2”, que tenta imitar a condição “Estufa”.

No restante deste texto, serão utilizados os termos “Câmara” e “Estufa” no lugar de “condição 1” e “condição 2” para facilitar o entendimento da discussão, visto que está subentendido que tentou-se reproduzir estas duas situações.

Devido ao grande número de situações (30 para cada uma das condições), optou-se por apresentar ao longo do texto somente as Tabelas 4.3 e 4.4 e comentar seus resultados para todas as medidas de desempenho ali contidas. Como o comportamento das medidas de desempenho para outros casos/planos é semelhante, optou-se por colocar as tabelas correspondentes no Apêndice C (Tabelas C.1 a Tabelas C.2) para consulta.

Entretanto, para facilitar a avaliação global dos resultados para todos os casos/planos, as Figuras 4.1 e 4.2 apresentam de forma gráfica o desempenho das estimativas em termos do erro quadrático médio apenas, para todas as 30 situações simuladas. As Figuras 4.3 e 4.4 também apresentam o mesmo resultado sob outra perspectiva. Estas figuras serão comentadas após a análise das tabelas supracitadas.

Assim, os resultados das Tabela 4.3 (para “Câmara”) e 4.4 (para “Estufa”)

podem ser analisados sob diferentes perspectivas:

- 1) **fixando um determinado caso** (digamos o Caso 1) percebe-se que o **desvio padrão (DP)** aumenta de valor com o aumento do percentil. Em outras palavras, descendo pela coluna dos valores de “p” para o Caso 1, por exemplo, tanto para “Câmara” como para “Estufa”, a precisão das estimativas vai diminuindo com o aumento do valor de “p”. O **vício** também se comporta da mesma forma, (aumento do vício juntamente com o aumento de p). Entretanto, essa tendência de aumento é quebrada quando se passa de $p=0,01$ para 0,05 pois, nesse caso, o vício sofre um pequeno decréscimo. O **vício relativo**, por sua vez, segue em **direção inversa**, ou seja, há um decréscimo do vício relativo com o aumento do percentil. Esse vício passa de 27764,31% com $p = 10^{-6}$ para 13,40% com $p=0,05$ (Caso 1). Finalmente, o **erro quadrático médio (EQM)** que acessa o desempenho global (em termos de vício e precisão) também aumenta com o aumento do valor de p. Este mesmo padrão de comportamento é encontrado para os outros quatro casos retratados nas Tabelas 4.3 e 4.4;

- 2) **fixando agora um determinado percentil** (digamos $p = 10^{-6}$) e analisando o comportamento das medidas para cada um dos 5 casos listados na Tabela 4.1. Antes da análise, é importante chamar a atenção para o fato que a diferença entre os casos 1 e 2, por exemplo, está no parâmetro de forma. Por exemplo, no caso da “Câmara”, o caso 1 se refere a uma Weibull (0,035; 1) = Exponencial (0,035), e o caso 2 a uma Weibull (0,035; 1,2). Para a “Estufa”, temos uma Weibull (0,065; 2) (caso 1) e Weibull (0,065; 2,4) (caso 2). Portanto, a análise se baseia na mudança (aumento) do parâmetro de forma em cada uma das condições. O mesmo comentário é válido para os casos 3 e 4. Analisando, então, os resultados para o percentil mencionado, percebe-se que o desvio padrão, vício e EQM aumentam com o aumento do parâmetro de forma. Este comportamento se repete para todos os percentil das Tabelas 4.3 e 4.4. Vale a pena ressaltar que o caso 5 repete a situação do caso 1 para “Câmara”, e para “Estufa”, o parâmetro de forma passa de 2 (caso 1) para 1. Por isso, o valor destas medidas para o caso 5, quando comparado ao 1, são menores pois o valor de delta é menor. Já o **vício relativo** *diminui* com o aumento do valor do parâmetro de

forma.

Este comportamento geral se repete em cada um dos planos (Tabelas C.1 a C.2 do Apêndice C). Entretanto, como ao se mudar do Plano I para o Plano VI, se está aumentando o tamanho da amostra (N), o valor destas medidas tende a diminuir de plano para plano.

Um retrato global em relação ao EQM pode ser visualizado nas Figuras 4.1 e 4.2.

As Figuras 4.1 e 4.2 apresentam as curvas do EQM vs. $\ln(p)$, para cada um dos Planos e os cinco casos considerados (para as duas condições, “Câmara” e “Estufa”). Em linhas gerais, percebe-se que:

- 1) o EQM aumenta com o aumento do percentil (aumento de p). Em outras palavras, a “qualidade” das estimativas é pior quando se trata de percentis maiores. Este comportamento se repete para cada um dos cinco casos (Tabela 4.1). É interessante lembrar que, em cada caso, os parâmetros utilizados na simulação (Tabela 4.1) procuram retratar a condição “Estufa” como a mais estressante. Portanto, em geral em cada caso (exceto no caso 5) , $\delta_{Estufa} > \delta_{Câmara}$;
- 2) tanto para “Câmara” como para “Estufa”, observa-se que o EQM diminui quando se caminha do plano I para o VI. Isto já era esperado pois o tamanho da amostra (N) também aumenta. Basta verificar, por exemplo, que no Plano I, $n_s=12$, $n_p=7$, totalizando $N=84$. Ao aumentar-se o tamanho da amostra através do aumento do número de julgadores por semana de 7 para 14, as curvas do Plano II oscilam em níveis bem mais baixos que no Plano I ;
- 3) é interessante observar que, na situação experimental real, o tempo de acompanhamento foi de 32 semanas para “Câmara” e 18 semanas para “Estufa”, alocando um número de cerca de 7 julgadores por semana. Isto ocorreu porque os itens armazenados em “Estufa” apresentaram uma deterioração mais rápida e o estudo foi interrompido. Entretanto, analisando as Figuras 4.1 (c) (Plano II) e 4.1 (e) (Plano III), por exemplo, percebe-se que, com um aumento de cerca

de 33 % no tamanho da amostra (de $N=126$ - Figura 4.1 (e) para $N=168$ - Figura 4.1 (c)), obtém-se uma boa redução no EQM para todos os cinco casos e todos os percentis. O aumento no tamanho da amostra foi obtido pelo aumento no número de julgadores (np) de 7 para 14, mas com uma redução do tempo de acompanhamento (ns=18 na Figura 4.1 (e) e n=12 na Figura 4.1 (c)). O mesmo comportamento é verificado quando se compara as Figuras 4.1 (d) e (f) para “Estufa”, ou mesmo as Figuras 4.2 (a) e (c) (“Câmara”) e 4.2 (b) e (d) (“Estufa”). Isto indica que, nestes casos, poder-se-ia diminuir o tempo de acompanhamento desde que aumentando o número de observações (julgadores) por semana, sem prejudicar a “qualidade” das estimativas dos percentis;

- 4) analisando dentro de cada plano, o que se observa é que para uma mesma condição de armazenamento (digamos “Estufa”), o EQM é, em geral, maior para maiores valores de δ , caracterizados por cada um dos 5 casos. Este comportamento pode ser observado, por exemplo, na Figura 4.1 (b). Os casos 1, 2 e 5 são de uma Weibull (0,065; 2), Weibull (0,065; 2,4) e Weibull (0,065; 1) = Exponencial (0,065), respectivamente. A curva para $\delta = 2,4$ (caso 2) é a que apresenta maiores valores de EQM quando comparada às outras duas. O mesmo pode ser dito ao comparar-se os casos 3 ($\delta = 2$) e 4 ($\delta = 2,4$) na mesma figura. O mesmo comportamento é encontrado ao analisar-se os gráficos para “Câmara” (vale a pena lembrar que os casos 1 e 5 são iguais para a “Câmara”).

As Figuras 4.3 e 4.4 apresentam os mesmos resultados da simulação em relação ao EQM sob outra perspectiva. Estas figuras apresentam as curvas EQM vs. Planos (I a VI) para cada valor de p (10^{-6} a 0,05). Os gráficos para “Câmara” e “Estufa” são colocados lado a lado para cada caso para facilitar a comparação. Os gráficos contidos nas figuras reforçam alguns dos comentários feitos anteriormente. Em particular, fixando uma curva (um percentil) nota-se que o EQM vai decrescendo quanto se vai do Plano I para o Plano VI, pois há um aumento no tamanho da amostra nessa direção. Isso é válido para todos os percentis (curvas). Por outro lado, fixando um plano qualquer, nota-se que o EQM associado às estimativas de percentis menores é também menor, ou seja, a “qualidade” das estimativas dos percentis maiores é pior.

Tabela 4.3: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral I, ns=12; np=7 e N=84.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-06}	1	0,035	1,0	0,00002	0,00794	0,05229	0,00791	27764,31	0,00279
	2	0,035	1,2	0,00027	0,02279	0,08425	0,02251	8113,12	0,00761
	3	0,050	1,0	0,00002	0,00291	0,01942	0,00288	14368,74	0,00038
	4	0,050	1,2	0,00019	0,01180	0,0534	0,01165	5957,95	0,00299
	5	0,035	1,0	0,00002	0,00831	0,06277	0,00828	29060,90	0,00401
10^{-05}	1	0,035	1,0	0,00028	0,01831	0,08793	0,01803	6325,95	0,00805
	2	0,035	1,2	0,00189	0,04971	0,14582	0,04780	2517,50	0,02355
	3	0,050	1,0	0,00020	0,00791	0,03720	0,00770	3837,86	0,00144
	4	0,050	1,2	0,00133	0,02730	0,09433	0,02600	1942,98	0,00957
	5	0,035	1,0	0,00028	0,01855	0,09989	0,01826	6409,70	0,01031
10^{-04}	1	0,035	1,0	0,00285	0,04750	0,15691	0,04465	1566,52	0,02661
	2	0,035	1,2	0,01300	0,11764	0,26333	0,10464	805,17	0,08029
	3	0,050	1,0	0,00200	0,02434	0,07623	0,02233	1111,82	0,00631
	4	0,050	1,2	0,00920	0,06940	0,17446	0,06025	657,90	0,03407
	5	0,035	1,0	0,00290	0,04717	0,16857	0,04432	1554,90	0,03038
10^{-03}	1	0,035	1,0	0,02850	0,14350	0,30800	0,11499	403,24	0,10808
	2	0,035	1,2	0,08900	0,31138	0,50208	0,22240	249,97	0,30155
	3	0,050	1,0	0,02010	0,08708	0,17291	0,06698	333,35	0,03438
	4	0,050	1,2	0,06270	0,20002	0,34274	0,13732	219,03	0,13633
	5	0,035	1,0	0,00290	0,04717	0,16857	0,04432	1554,90	0,03038
0,01	1	0,035	1,0	0,28650	0,53775	0,68765	0,25129	87,72	0,53602
	2	0,035	1,2	0,61120	0,97257	1,01744	0,36139	59,13	1,16579
	3	0,050	1,0	0,20190	0,37801	0,44478	0,17613	87,25	0,22885
	4	0,050	1,2	0,43070	0,68640	0,72056	0,25574	59,38	0,58461
	5	0,035	1,0	0,28650	0,52859	0,68346	0,24213	84,50	0,52574
0,05	1	0,035	1,0	1,46200	1,65800	1,30696	0,19600	13,40	1,74656
	2	0,035	1,2	2,38470	2,54150	1,71103	0,15676	6,570	2,95218
	3	0,050	1,0	1,03030	1,24580	0,91743	0,21564	20,93	0,88817
	4	0,050	1,2	1,68050	1,89720	1,23700	0,21676	12,90	1,57710
	5	0,035	1,0	1,46200	1,62614	1,29156	0,16414	11,20	1,69507

Tabela 4.4: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amostral I, ns=12; np=7 e N=84.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,065	2,0	0,01610	0,07150	0,14583	0,05543	344,85	0,02434
	2	0,065	2,4	0,04980	0,17202	0,30984	0,12225	245,65	0,11095
	3	0,093	2,0	0,01130	0,03358	0,05586	0,02225	196,50	0,00362
	4	0,093	2,4	0,03510	0,07980	0,11472	0,04473	127,56	0,01516
	5	0,065	1,0	0,00015	0,00116	0,00494	0,00115	7495,50	2,57E-05
10^{-5}	1	0,065	2,0	0,05040	0,14558	0,23615	0,09515	188,68	0,06482
	2	0,065	2,4	0,12930	0,30962	0,44430	0,18029	139,40	0,22991
	3	0,093	2,0	0,03550	0,07781	0,10193	0,04227	118,90	0,01218
	4	0,093	2,4	0,09110	0,16370	0,18695	0,07260	79,66	0,04022
	5	0,065	1,0	0,00153	0,00384	0,01294	0,00369	2406,90	0,00018
10^{-4}	1	0,065	2,0	0,15820	0,31263	0,38971	0,15440	975,79	0,17572
	2	0,065	2,4	0,33610	0,58478	0,64641	0,24866	73,98	0,47968
	3	0,093	2,0	0,11150	0,18734	0,18954	0,07584	68,00	0,04168
	4	0,093	2,4	0,23690	0,34740	0,30775	0,11058	46,68	0,10694
	5	0,065	1,0	0,00150	0,01382	0,03521	0,01229	801,30	0,00139
10^{-3}	1	0,065	2,0	0,49660	0,71580	0,64996	0,21923	44,15	0,47051
	2	0,065	2,4	0,87370	1,16992	0,94119	0,29622	33,90	0,97358
	3	0,093	2,0	0,34990	0,47143	0,35278	0,12151	34,70	0,13922
	4	0,093	2,4	0,61570	0,76560	0,50067	0,14992	24,35	0,27315
	5	0,065	1,0	0,01530	0,05584	0,10097	0,04050	264,00	0,01184
0,01	1	0,065	2,0	1,56147	1,77865	1,05706	0,21717	13,39	1,16453
	2	0,065	2,4	2,27490	2,51677	1,31263	0,24187	10,63	1,78151
	3	0,093	2,0	1,10040	1,25266	0,62694	0,15230	13,80	0,41625
	4	0,093	2,4	1,60310	1,76430	0,76440	0,16122	10,06	0,61029
	5	0,065	1,0	0,15410	0,26694	0,30840	0,11284	73,20	0,10784
0,05	1	0,065	2,0	3,50790	3,60751	1,36809	0,09952	2,84	1,88157
	2	0,065	2,4	4,47280	4,57935	1,49098	0,10655	2,38	2,23438
	3	0,093	2,0	2,47200	2,59851	0,84128	0,12647	5,10	0,72375
	4	0,093	2,4	3,15190	3,28120	0,91110	0,12929	4,10	0,84681
	5	0,065	1,0	0,78650	0,93120	0,68892	0,14473	18,40	0,49556

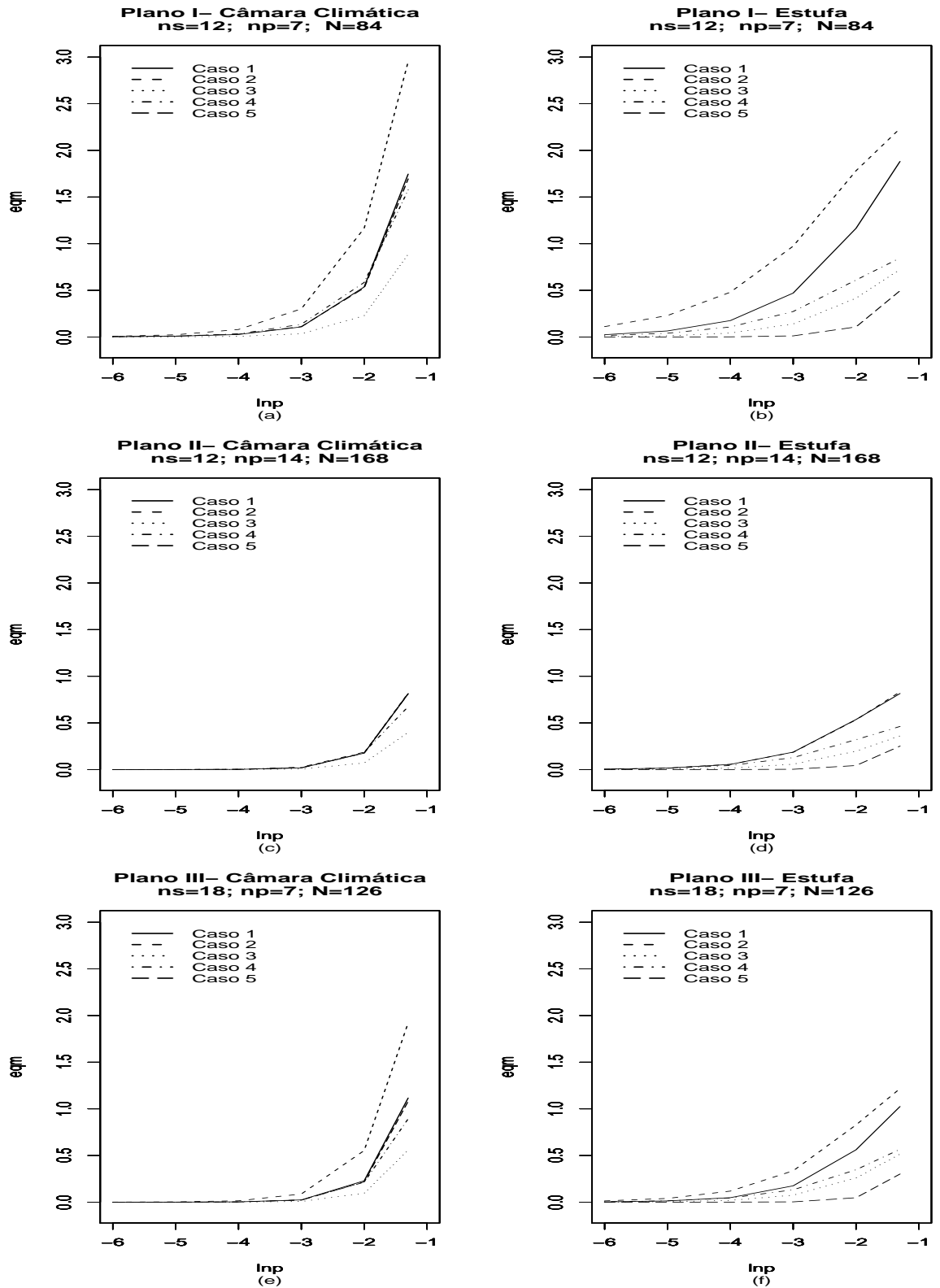


Figura 4.1: Estimativas dos Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os planos amostrais I, II e III, com os diversos casos de uma $Weibull(\alpha_j; \delta_j)$.

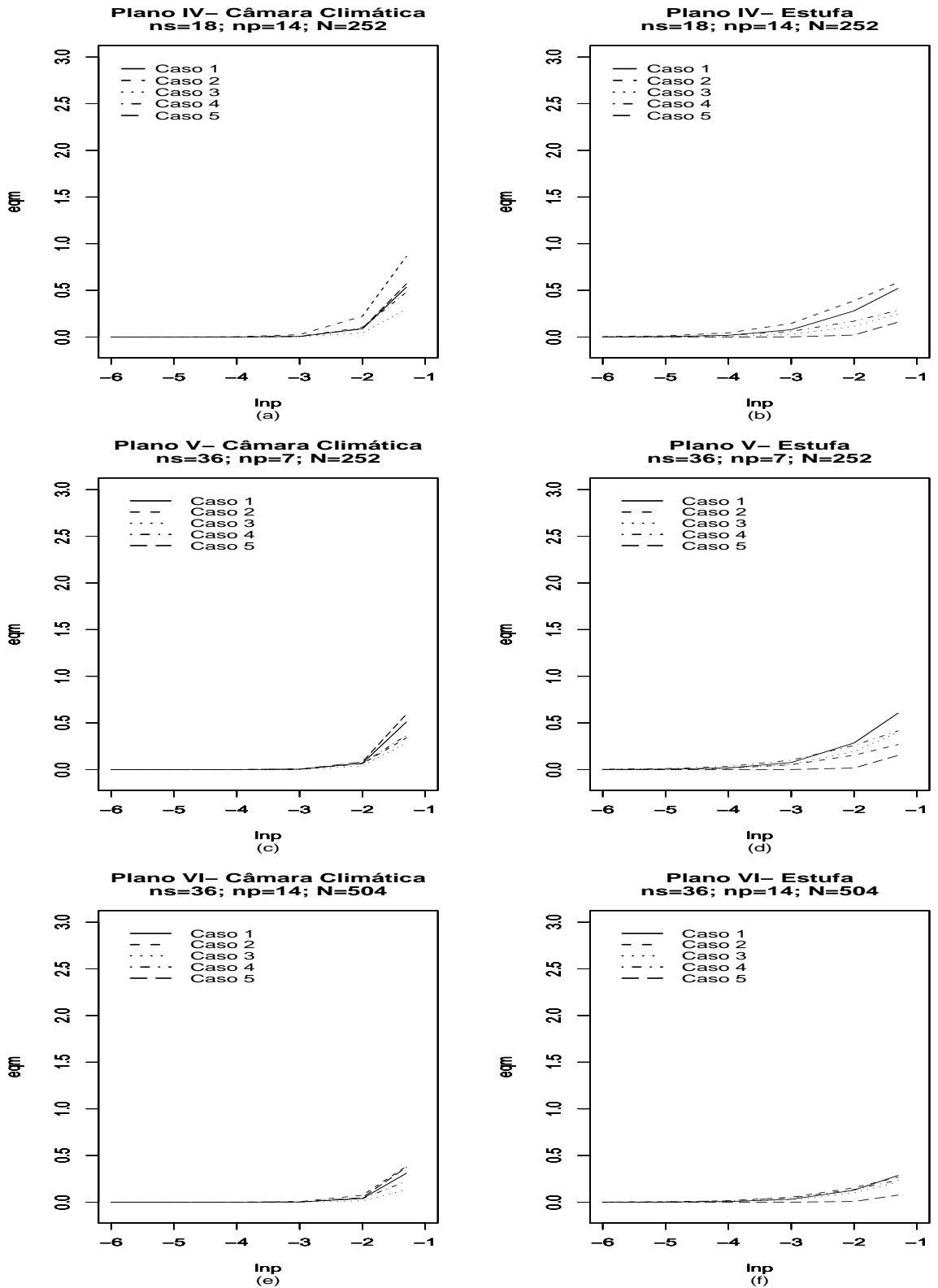


Figura 4.2: Estimativas dos Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os planos amostrais IV, V e VI, com os diversos casos de uma $Weibull(\alpha_j; \delta_j)$.

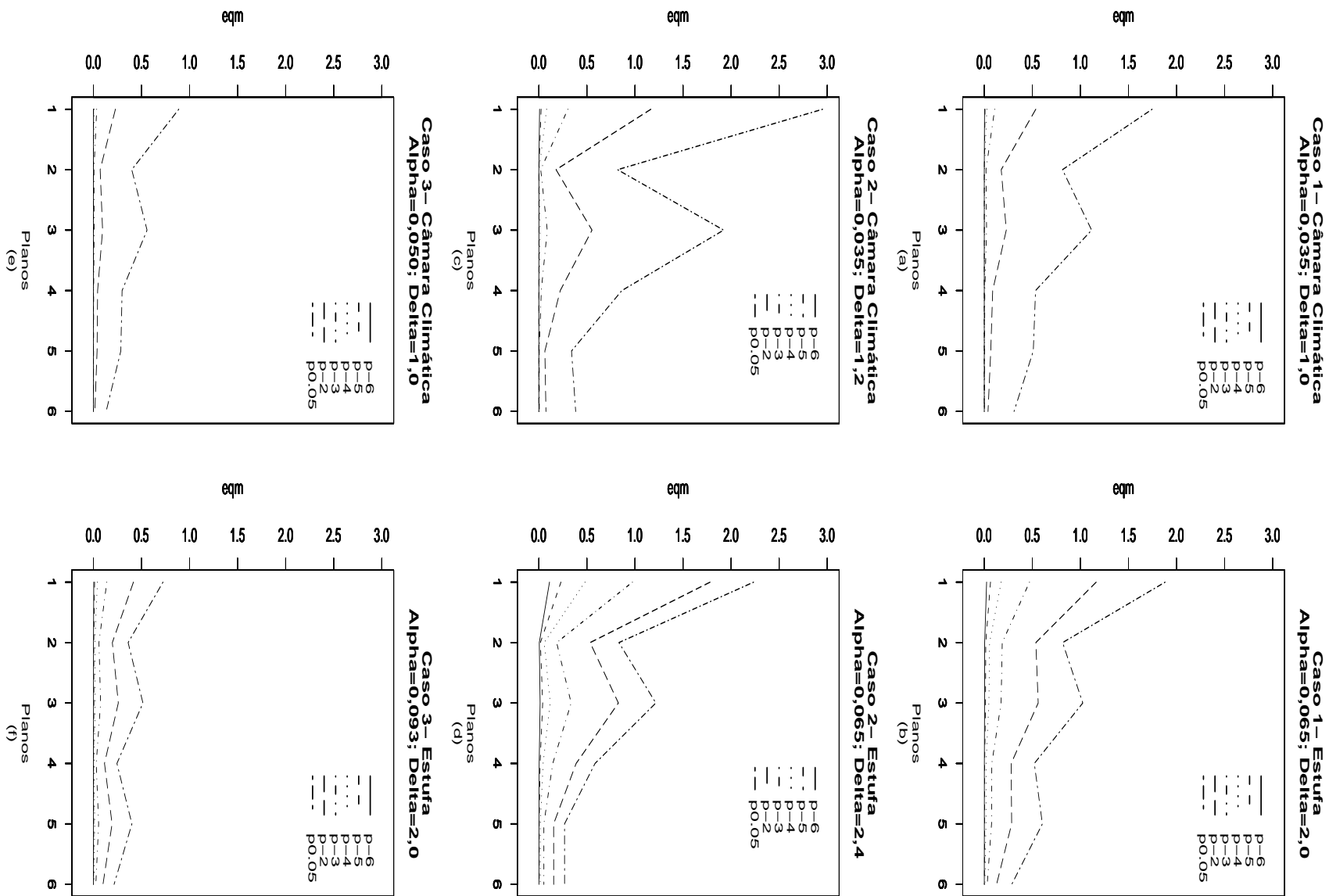


Figura 4.3: Estimativas para os Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os Casos 1, 2 e 3, para os diversos planos amostrais de uma Weibull($\alpha_j; \delta_j$).

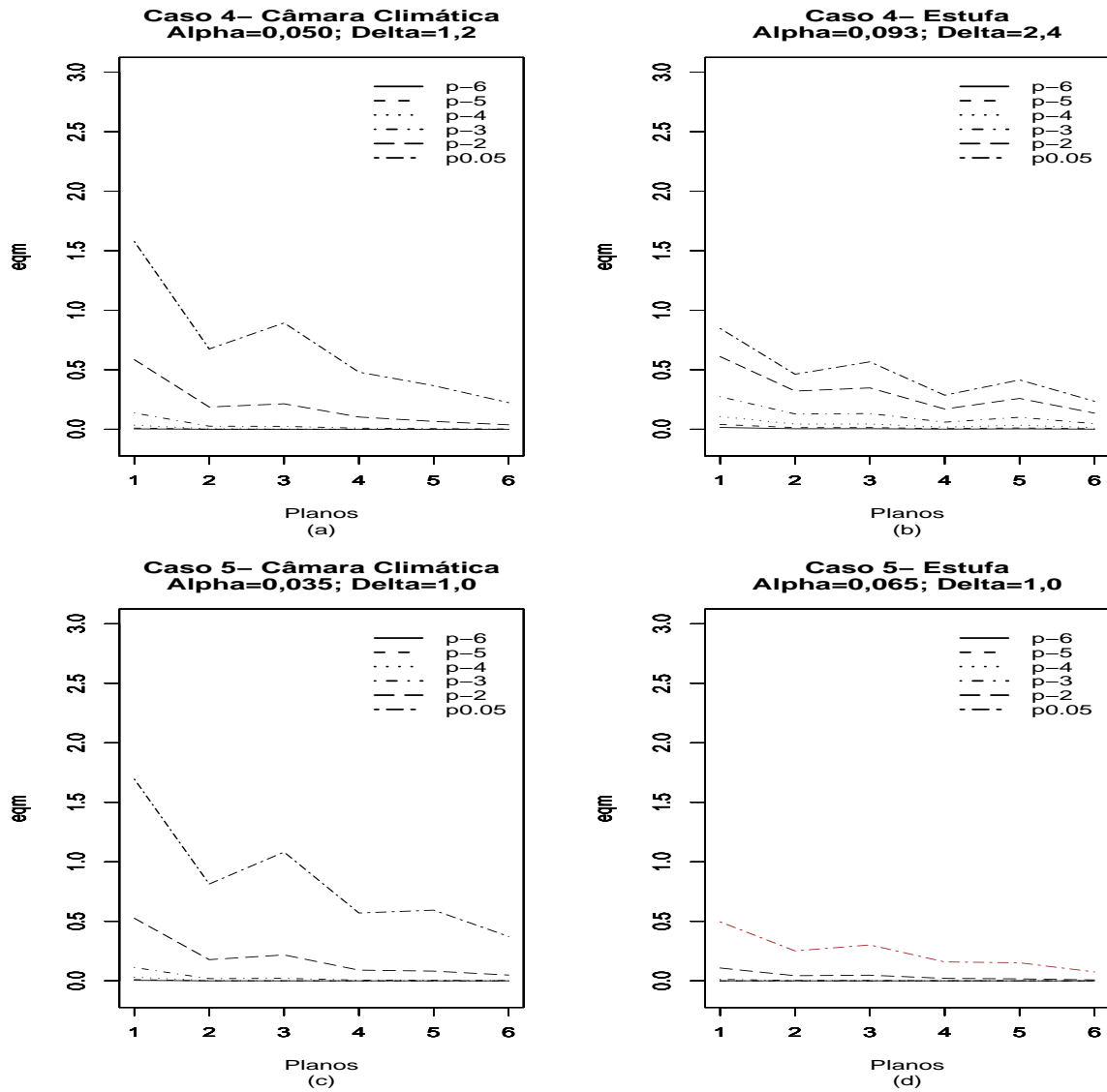


Figura 4.4: Estimativas para os Percentis referentes à Câmara Climática e Estufa para os Casos 4 e 5, para os diversos planos amostrais de uma $Weibull(\alpha_j; \delta_j)$.

4.2.2 Resultados para as frações de “falha”.

A Tabela 4.5 apresenta as diversas medidas de desempenho das estimativas para frações de “falha” em vários pontos no tempo (t_0). Os resultados referem-se ao Plano I ($ns=12$, $np=7$, $N=84$) e ao caso 1 no qual o tempo de vida de prateleira para “Câmara” segue uma Weibull $(0,035; 1)$, ou seja, uma Exponencial $(0,035)$, e a “Estufa” uma Weibull $(0,065; 2)$. Em linhas gerais, o que se percebe é que, para as duas condições consideradas, tanto o **desvio padrão (DP)** quanto o **erro quadrático médio (EQM)** aumentam com o aumento do ponto no tempo, ou seja,

a precisão da estimativa da fração de “falhas” piora quando se aumenta o horizonte no tempo para o qual se deseja tal estimativa. Este comportamento parece contradizer a intuição, pois esperava-se que, com o passar do tempo, com o aumento no número de observações (isto é, de “falhas”), a precisão iria aumentar. Uma possível explicação pode ser o fato da fração de falhas ser, na verdade, uma proporção e portanto seu desvio padrão deve aumentar até um certo valor e depois sofrer um decaimento. **O vício** já não apresenta um padrão de comportamento. Para as duas condições, os valores (em módulo) aumentam até um certo valor de t_0 , depois decrescem e depois voltam a aumentar. Por outro lado, o vício relativo (VR) decresce com o aumento do ponto no tempo e, no plano considerado ($n_s=12$), esse decréscimo ocorre até a 11a. semana. Na 12a., há um pequeno aumento. As demais tabelas com os resultados para os diversos planos/casos estão no Apêndice C.

Uma melhor visualização do desempenho global das estimativas, em termos do EQM para todos os planos/casos, para as duas condições de armazenamento simuladas, pode ser encontrada nas Figuras 4.5 e 4.6. Estas duas figuras apresentam os gráficos do EQM das estimativas das frações de “falha” em t_0 vs. t_0 , onde cada curva representa um dos cinco casos listados na Tabela 4.1.

De uma maneira geral, o que se pode perceber são os seguintes aspectos.

- 1) analisando as Figuras 4.5 e 4.6 para “Câmara”:
 - a) nos gráficos para os diversos Planos (I a VI) para a condição “Câmara”, percebe-se que em todos há uma tendência geral de aumento do EQM com o aumento do ponto no tempo para o qual se estima a fração de falhas;
 - b) os valores dos EQM’s tendem a ser menores quando se vai do Plano I ao VI (por exemplo, o EQM para as frações de “falha” em todos os casos do Plano I atingem um valor máximo próximo de 0,01 (em $t_0=12$), enquanto que, para o Plano VI, o valor do EQM está bem abaixo deste valor para todos os tempos t_0 listados no eixo x.
 - c) a dispersão das curvas referentes a cada caso é bem pequena. Neste caso, vale lembrar que, por exemplo, a diferença do caso 1 para o caso 2 é que $\delta = 1$ ($\alpha = 0,035$), e $\delta = 1,2$ ($\alpha = 0,035$) respectivamente. Essa diferença no valores

do parâmetro de forma parece não ter surtido efeito perceptível nos valores do EQM (lembrando que o caso 5 = caso 1 no caso da “Câmara”).

- 2) analisando as Figuras 4.5 e 4.6 para “Estufa”:
 - a) nota-se que, ao contrário do que ocorreu com os gráficos para “Câmara”, aqui há uma maior dispersão entre as curvas que representam cada caso, mas não é possível perceber um padrão de comportamento tão claro. A tendência não é crescente para todos os casos. Por exemplo, no Plano I, para a 1a. semana, a estimativa para a fração de falhas em $t_0 = 1$ tem o maior EQM para o caso 5 ($\alpha = 0,065$ e $\delta = 1$), muito maior do que o valor para o caso 1, onde $\alpha = 0,065$ e $\delta = 2$). Na verdade, não é possível perceber um padrão de comportamento em função do valor do parâmetro de forma;
 - b) assim como o ocorrido para a condição “Câmara”, quando se vai do Plano I para o Plano VI os valores do EQM para todos os casos diminui. Isto já é esperado, pois há um aumento no tamanho da amostra do Plano I para o Plano VI. Isto por si só já justifica o impacto causado nos valores do EQM.

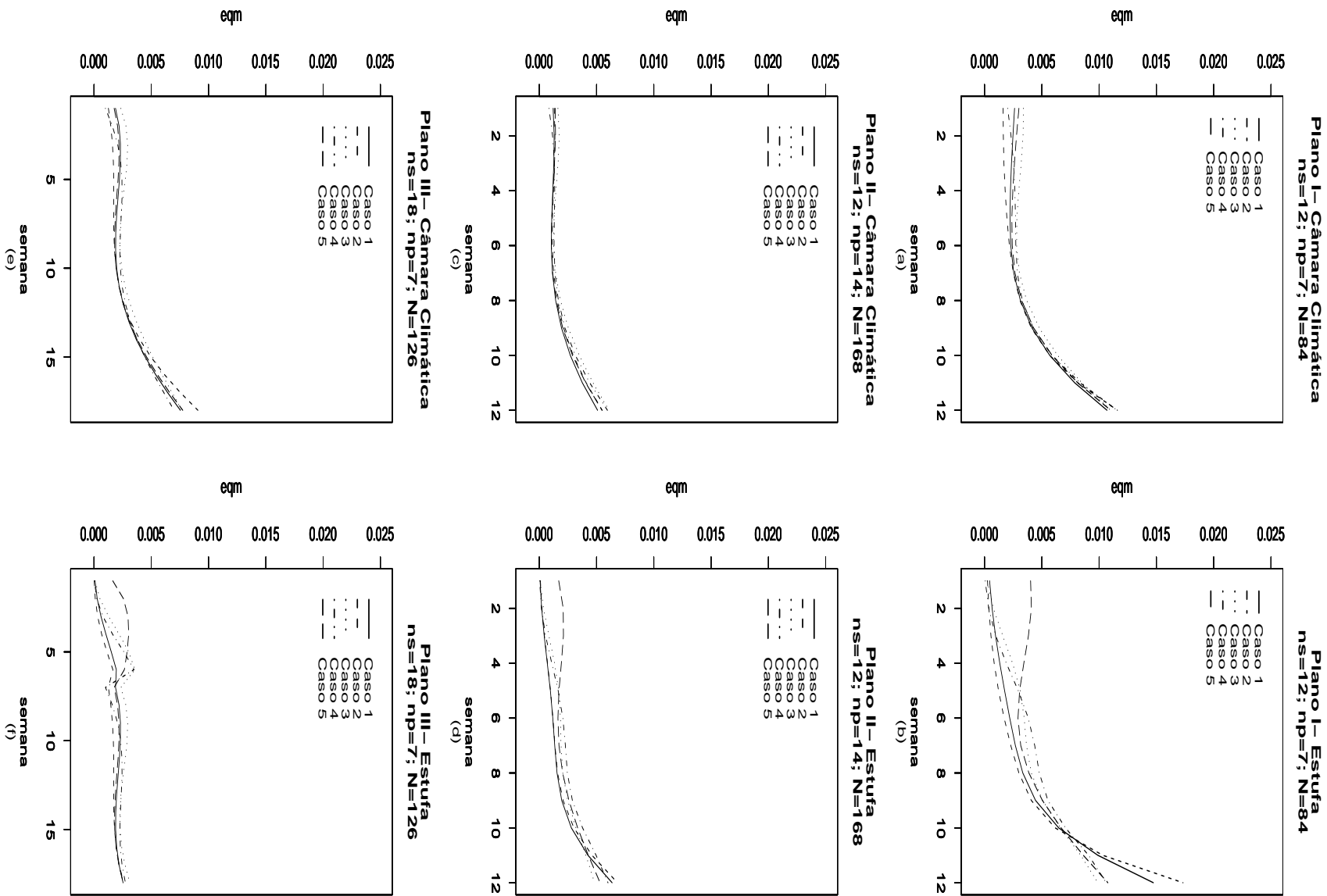


Figura 4.5: Estimativas para as Frações de “falhas” referentes à Camara e Estufa com os planos amostrais I, II e III para os diversos casos.

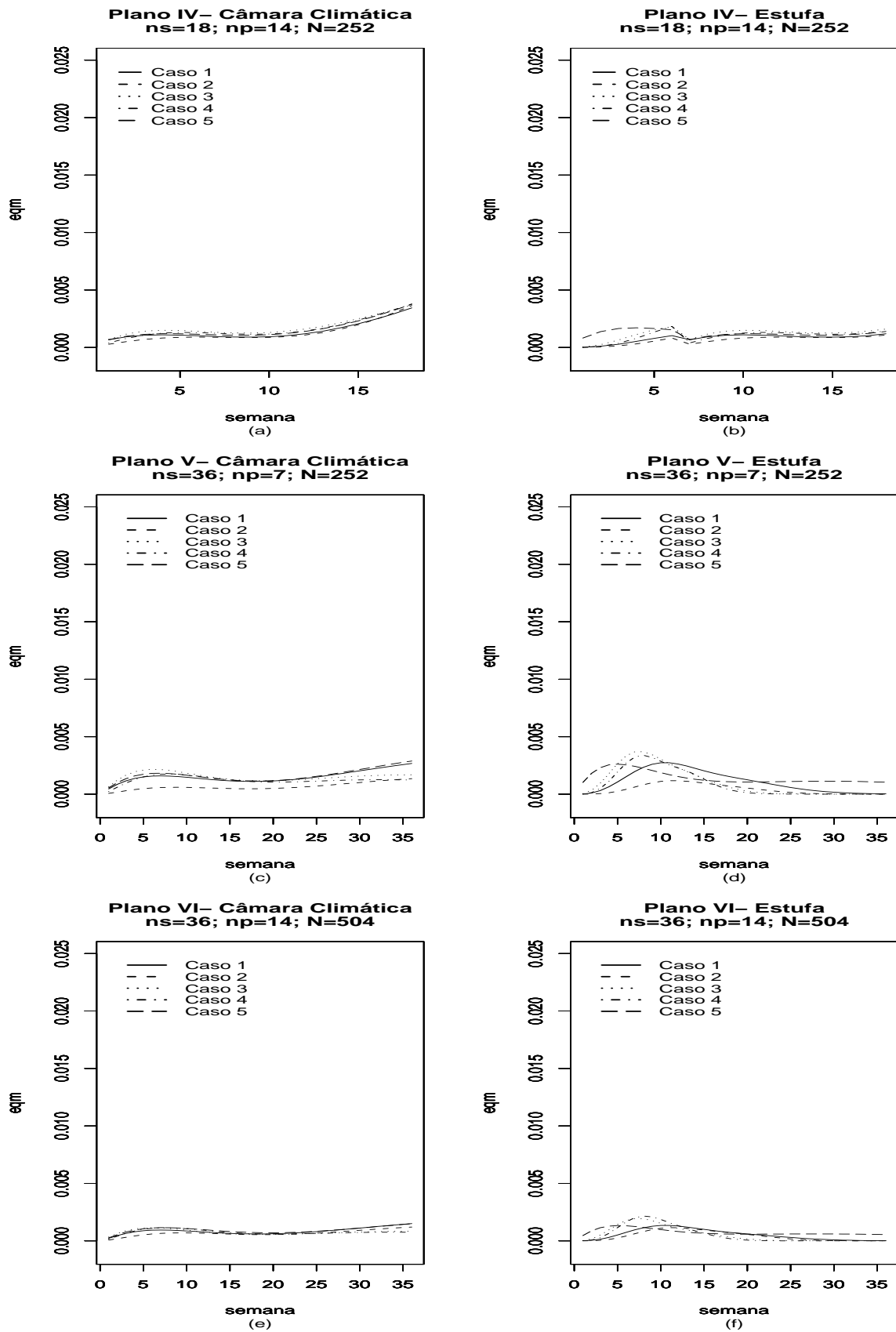


Figura 4.6: Estimativa para as Frações de “falha” referentes à Camara e Estufa com os planos IV, V e VI para os Casos.

Tabela 4.5: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 para cada condição. Plano I (ns=12, np=7, N=84), Caso 1.

Condição	t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
“Câmara” $\alpha = 0,0035$ $\delta = 1$	1	0,03448	0,05003	0,04881	0,01555	45,10	0,00262
	2	0,06776	0,07617	0,04907	0,00841	12,41	0,00248
	3	0,09990	0,10213	0,04846	0,00222	2,23	0,00235
	4	0,13094	0,12842	0,04745	-0,00252	1,92	0,00226
	5	0,16090	0,15515	0,04673	-0,00575	3,57	0,00222
	6	0,18983	0,18230	0,04721	-0,00753	3,97	0,00229
	7	0,21776	0,20977	0,04990	-0,00799	3,67	0,00255
	8	0,24473	0,23745	0,05549	-0,00728	2,97	0,00313
	9	0,27077	0,26517	0,06411	-0,00559	2,07	0,00414
	10	0,29591	0,29277	0,07540	-0,00314	1,06	0,00569
	11	0,32018	0,32003	0,08873	-0,00015	0,05	0,00787
	12	0,34362	0,34673	0,10335	0,00311	0,91	0,01069
“Estufa” $\alpha = 0,065$ $\delta = 2$	1	0,00409	0,00994	0,02018	0,00585	143,01	0,00044
	2	0,01641	0,02259	0,02492	0,00618	37,65	0,00066
	3	0,03674	0,04094	0,03062	0,00420	11,44	0,00096
	4	0,06463	0,06533	0,03641	0,00071	1,09	0,00133
	5	0,09942	0,09602	0,04171	-0,00340	3,42	0,00175
	6	0,14029	0,13312	0,04638	-0,00718	5,12	0,00220
	7	0,18632	0,17654	0,05095	-0,00978	5,25	0,00269
	8	0,23647	0,22591	0,05683	-0,01056	4,47	0,00334
	9	0,28967	0,28047	0,06603	-0,00920	3,17	0,00445
	10	0,34483	0,33900	0,08025	-0,00583	1,69	0,00647
	11	0,40091	0,39978	0,09942	-0,00112	0,28	0,00989
	12	0,45689	0,46066	0,12133	0,00377	0,82	0,01474

Capítulo 5

Aplicação aos dados reais

Neste capítulo, a modelagem descrita no Capítulo 3 será aplicada aos dados oriundos da situação real descrita no Capítulo 2. Em particular, os dados que serão analisados referem-se às unidades armazenadas em “Câmara Climática” (CC) e “Estufa” (E). Conforme já foi mencionado no Capítulo 2, os atributos avaliados foram Odor, Sabor e Aspecto, em uma escala diferencial semântica de 7 pontos (0 a 6), sendo que o ponto de corte considerado foi o escore “3”.

As avaliações foram feitas semanalmente, sendo que para a condição CC, os produtos foram avaliados por um período de 36 semanas, e na condição Estufa, por 18 semanas. Esta diferença no tempo de acompanhamento se deve ao fato de os produtos armazenados em Estufa começarem a apresentar um grau de deterioração que, conforme o protocolo do ensaio, determina que as avaliações sejam interrompidas.

O modelo apresentado no Capítulo 3 será aplicado aos dados resultantes das avaliações sensoriais dos produtos armazenados nas duas condições mencionadas, buscando caracterizar o tempo de vida de prateleira dos produtos (para aspectos sensoriais) submetidos a cada uma delas. Esta caracterização será feita em termos dos percentis das distribuições e frações de “falha”.

5.1 Modelagem dos dados

Os escores da avaliação sensorial atribuídos aos produtos armazenados em cada condição foram dicotomizados de acordo com o ponto de corte estabelecido pela em-

presa (escore=3). Assim, o que se está supondo é que o tempo de vida de prateleira T_{ij} , da j -ésima unidade do produto avaliada no tempo (semana) τ_i , segue um distribuição de Weibull($\alpha_j; \delta_j$) ($\delta_j \geq 1$) tal que:

- $\alpha_j = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1j})$;
- $\delta_j = \exp(\theta_0 + \theta_1 X_{1j})$, para $j = 1, 2, \dots, n_i$, e $i=1, 2, \dots, k$, com $k=(18+36)$

semanas (Câmara e Estufa) e

$X_{ij} = 0$, se a j -ésima unidade avaliada em τ_i estava armazenada na Câmara Climática;

$X_{ij} = 1$, se a j -ésima unidade avaliada em τ_i estava armazenada na Estufa.

Neste caso, o vetor de parâmetro é $\lambda^t = (\beta_0; \beta_1; \theta_0; \theta_1)$.

A Tabela 5.1 apresenta os resultados do ajuste do modelo bem como as probabilidades de significância (valores-p) associadas ao teste da seguinte hipótese, para cada um dos atributos:

H₀ : os tempos de vida de prateleira dos produtos armazenados nas duas condições podem ser modelados pela mesma distribuição de Weibull (isto é, mesmo parâmetro de forma e escala)

H₁ : os tempos de vida podem ser modelados por distribuições Weibull com alguns ou todos os parâmetros distintos.

Ou seja:

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ e } \theta_1 = 0 \text{ versus}$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ ou } \theta_1 \neq 0 \text{ ou } (\beta_1 \neq 0 \text{ e } \theta_1 \neq 0)$$

Os testes conjuntos foram construídos com base na estatística de Wald (Cox e Hinkley, 1974). O valor entre parênteses, abaixo de cada estimativa, é o desvio padrão (assintótico) associado a cada uma.

Tabela 5.1: Estimativa dos parâmetros e resultados dos testes de hipóteses conjuntos ($H_0 : \beta_1 = 0$ e $\theta_1 = 0$ vs. $H_1 : \beta_1 \neq 0$ ou $\theta_1 \neq 0$ ou $\{\beta_1 \neq 0 \text{ e } \theta_1 \neq 0\}$)

Atributos	Estimativas				Estatística de Wald
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\theta}_0$	$\hat{\theta}_1$	
Odor	-3,5794 (0,0079)	0,8802 (0,0086)	0,2704 (0,0109)	0,7147 (0,0156)	72090,64 (p=0,0)
Sabor	-3,3386 (0,0193)	0,6424 (0,0304)	0,2773 (0,0340)	0,0466 (0,0564)	918,82 p=(0,0)
Aspecto	-3,8312 (0,0203)	1,0619 (0,0227)	0,5620 (0,0247)	0,1402 (0,0346)	14115,45 p=(0,0)

Os valores entre parênteses corresponde aos Desvios Padrões.

Há fortes evidências para rejeitar a hipótese nula, sugerindo então que os produtos armazenados nas duas condições distintas têm tempo de vida de prateleira cujo comportamento é modelado por distribuições de Weibull distintas. Esse resultado era esperado, visto que a condição de armazenamento “Estufa” ($X_{ij} = 1$) mostrou-se mais “estressante”, a tal ponto que o estudo foi terminado em tempo menor do que para a “Câmara Climática”. Entretanto, não se pode concluir ainda se esta diferença está nos parâmetros de escala, de forma ou em ambos. Colocando em termos de hipóteses, tem-se as seguintes situações:

- se $\beta_1 = 0$ então para “Câmara” ($X_{1j} = 0$), $\alpha = \exp(\beta_0)$ e $\delta = \exp(\theta_0)$ e
para “Estufa” ($X_{ij} = 1$), $\alpha = \exp(\beta_0)$ e $\delta = \exp(\theta_0 + \theta_1)$
- se $\theta_1 = 0$ então para “Câmara” ($X_{1j} = 0$), $\alpha = \exp(\beta_0)$ e $\delta = \exp(\theta_0)$ e
para “Estufa” ($X_{ij} = 1$), $\alpha = \exp(\beta_0 + \beta_1)$ e $\delta = \exp(\theta_0)$.

Um ponto interessante é que estes mesmos dados foram analisados no artigo de FBH (2003). Entretanto, naquele trabalho os autores construíram a modelagem sob a suposição de que o parâmetro de forma, além de não depender de covariáveis, era o mesmo para as duas condições. Esta é exatamente a segunda situação listada acima, a qual origina-se de um caso particular da modelagem mais geral.

A Tabela 5.2 reproduz as estimativas dos parâmetros do modelo, apresentando agora as probabilidades de significância (valores p) para os testes de hipóteses individuais: $H_0 : \beta_1 = 0$ vs. $H_1 : \beta_1 \neq 0$ e $H_0 : \theta_1 = 0$ vs. $H_1 : \theta_1 \neq 0$. Os testes foram implementados utilizando a propriedade de normalidade assintótica do estimador de

máxima verossimilhança.

Tabela 5.2: Resultados dos testes de hipóteses individuais e estimativas dos parâmetros de forma e escala para as condições “Câmara ” ($X_{1j} = 0$) e “Estufa” ($X_{1j} = 1$).

Atributos	Estimativas				Câmara		Estufa	
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\theta}_0$	$\hat{\theta}_1$	$\hat{\alpha}_j$	$\hat{\delta}_j$	$\hat{\alpha}_j$	$\hat{\delta}_j$
Odor	-3,5794	0,8802 (p=0)	0,2704	0,7147 (p=0)	0,0278	1,3105	0,0672	2,6784
Sabor	-3,3386	0,6424 (p=0)	0,2773	0,0466 (p=0,4065)	0,0354	1,3196	0,0674	1,3196
Aspecto	-3,8312	1,0619 (p=0)	0,5620	0,1402 (p=0,00005)	0,0216	1,7542	0,0627	2,0183

Os resultados da Tabela 5.2 indicam que para os atributos Odor e Aspecto, os produtos armazenados nas condições “Câmara” e “Estufa” têm tempo de vida de prateleira que são modelados segundo distribuições de Weibull onde, tanto os parâmetros de forma como escala são distintos. O mais importante é constatar que, tanto para “Câmara” como para “Estufa” os parâmetros de escala são maiores que 1, evidenciando um comportamento de degradação e ainda, a condição “Estufa”, (conforme suspeita anterior) acelerou o processo de degradação dos produtos. Este é um fato interessante pois, na “Câmara Climática”, os produtos foram mantidos a 30°C e umidade de 80%. Mesmo sabendo-se que a combinação de temperatura e umidade altas é um fator de aceleração de processos de degradação, esta condição mostrou-se menos “agressiva” quando comparada à temperatura de 37°C da Estufa. É importante ressaltar o fato que a umidade no interior da “Estufa” não pode ser controlada. Porém, foi monitorada e, segundo os registros, ficou bem abaixo dos 80%.

Apenas para efeito de comparação, a Tabela 5.3 reproduz as estimativas pontuais obtidas por FBH (2003) (Tabela 10 do artigo original). O que se pode perceber é que os valores obtidos para os parâmetros de escala são similares. A diferença nos parâmetros de forma deve-se ao fato da modelagem de FBH considerá-lo fixo. Entretanto, é interessante notar que, para o atributo “Sabor”, as estimativas pon-

tuais, tanto do parâmetro de forma como de escala, são bem parecidas quando se compara os resultados da Tabela 5.2 e 5.3. Este foi o único caso em que se concluiu que “Câmara” e “Estufa” poderiam ser modelados segundo distribuições Weibull com mesmo parâmetro de forma. Os resultados para os percentis e frações de “falhas” nas respectivas tabelas, são dados considerando o parâmetro de forma ($\hat{\theta}_1$) já alterado.

Tabela 5.3: Resultados obtidos originalmente com a modelagem de FBH (2003).

Condição	Atributo					
	Odor		Sabor		Aspecto	
	$\hat{\alpha}$	$\hat{\delta}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\delta}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\delta}$
Câmara	0,0302	1,6	0,0358	1,4	0,0233	2
Estufa	0,0596	1,6	0,0659	1,4	0,0602	2

A Figura 5.1 apresenta um gráfico da função de risco para “Câmara Climática” e “Estufa”, para o atributo Odor. Este foi o atributo para o qual a diferença das condições de armazenamento ficou mais evidente.

A Figura 5.2 apresenta, para cada condição, uma comparação das funções de risco para cada atributo. Nota-se que, para a condição “Câmara Climática”, não houve muita diferença no comportamento das taxas de falha. Entretanto, para a condição “Estufa”, o efeito é bem distinto.

Na próxima seção, serão apresentadas as estimativas com base nos modelos da Tabela 5.2.

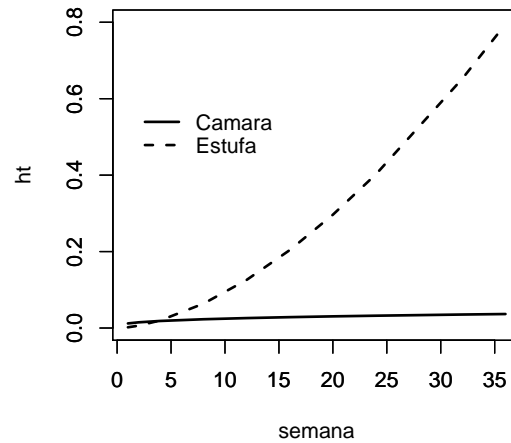


Figura 5.1: Gráfico da função risco para o atributo Odor.

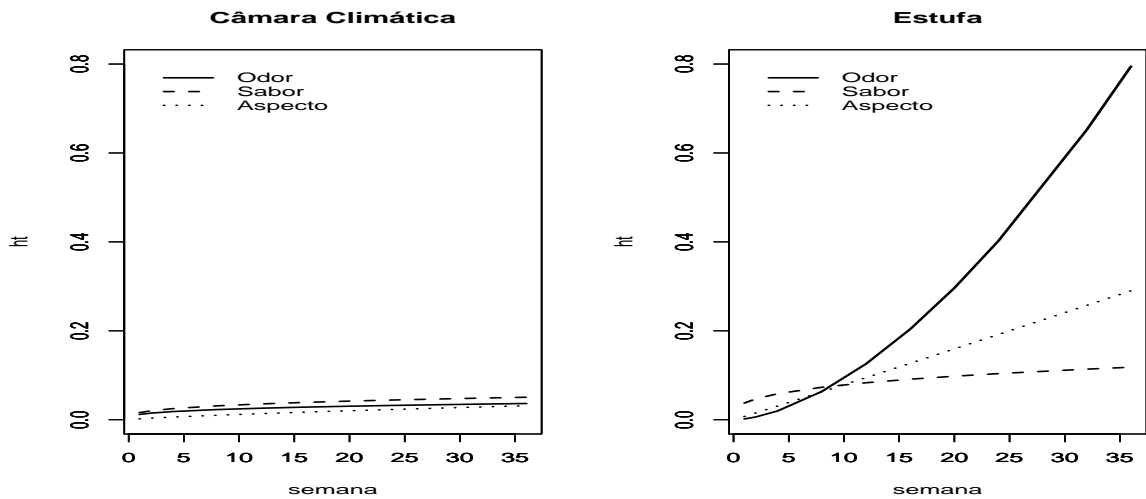


Figura 5.2: Gráfico da função risco para cada condição de armazenamento.

5.2 Estimativas de percentis e frações de falha para cada condição de armazenamento.

A Tabela 5.4 e Tabela 5.5 apresentam as estimativas para os percentis (t_p) e frações de “falha” em diversos pontos no tempo, para cada condição. Nestas tabelas, estão incluídos os intervalos de 95% de confiança e os desvios padrões (assintóticos). Estes valores estão apresentados em parênteses. Para melhor visualização dos resultados,

as Figuras 5.3 e 5.4 apresentam, respectivamente, para percentis e fração de “falhas”, as estimativas pontuais e o intervalo (assintótico) de 95% de confiança. Note que os intervalos de confiança são estreitos, indicando uma boa precisão das estimativas.

Os resultados apresentados nas Tabelas 5.4 e 5.5 fornecem subsídios para que a empresa possa determinar a vida de prateleira do produto e, com base nisso, o prazo de validade do produto. Suponha, por exemplo, que a empresa decide estabelecer como vida de prateleira o percentil de 1% para duas condições ambientes. Então, para cada um dos atributos, temos:

- para as unidades do produtos armazenadas na Câmara (30°C e 80%):
 - **Odor** : estimativa do tempo de prateleira é 1,07 semanas (7 dias), com estimativa intervalar de 95% de confiança compreendido entre [1,00 ; 1,14].
 - **Sabor** : estimativa do tempo de prateleira é 0,86 semanas (6 dias), com estimativa intervalar de 95% de confiança compreendido entre [0,67 ; 1,04].
 - **Aspecto** : estimativa do tempo de prateleira é 3,34 semanas (24 dias), com estimativa intervalar de 95% de confiança compreendido entre [3,03 ; 3,66].
- para as unidades do produtos armazenadas na Estufa (37°C):
 - **Odor** : estimativa do tempo de prateleira é 2,66 semanas (18,6 dias), com estimativa intervalar de 95% de confiança compreendido entre [2,57 ; 2,76].
 - **Sabor** : estimativa do tempo de prateleira é 0,45 semanas (3,15 dias), com estimativa intervalar de 95% de confiança compreendido entre [0,32 ; 0,58].
 - **Aspecto** : estimativa do tempo de prateleira é 1,63 semanas (11 dias), com estimativa intervalar de 95% de confiança compreendido entre [1,47 ; 1,79].

É interessante notar que, dentre os três atributos, o que apresentou o menor tempo de vida de prateleira estimado nas duas condições de armazenagem foi o sabor. Uma possibilidade é, então, supor que o tempo de vida de prateleira para produtos armazenados na Câmara Climática é de 0,86 semanas (0,67 ; 1,04), e para Estufa, 0,45 semanas (0,32 ; 0,58).

Tabela 5.4: Estimativas para os Percentis t_p para as condições de armazenamento “Câmara Climática” e “Estufa”.

Condição	p	Atributos		
		Odor	Sabor	Aspecto
Câmara	10^{-6}	0,00094 (0,00010) (0,00074; 0,00115)	0,00080 (0,00027) (0,00025; 0,00134)	0,01752 (0,00311) (0,01141; 0,02362)
	10^{-5}	0,00550 (0,00049) (0,00451; 0,00645)	0,00458 (0,00131) (0,00200; 0,00716)	0,06510 (0,00946) (0,04656; 0,08365)
	10^{-4}	0,03180 (0,00226) (0,02736; 0,03623)	0,02623 (0,00598) (0,01450; 0,03795)	0,24193 (0,02730) (0,18841; 0,29545)
	10^{-3}	0,18433 (0,00957) (0,16557; 0,20309)	0,15023 (0,02534) (0,10054; 0,19991)	0,89920 (0,07237) (0,75734; 1,04106)
	10^{-2}	1,07184 (0,03516) (1,00291; 1,14076)	0,86304 (0,0945) (0,67768; 1,04840)	3,34985 (0,16176) (3,03279; 3,66690)
	0,05	3,71760 (0,07245) (3,57558; 3,85962)	2,96792 (0,20253) (2,57096; 3,36489)	8,48302 (0,22198) (8,04793; 8,91810)
	0,50	27,10620 (0,16344) (26,78585; 27,42655)	21,34663 (0,34874) (20,66308; 22,03016)	37,42309 (0,59938) (36,24830; 38,59788)
	0,63	35,69548 (0,28417) (35,13849; 36,25245)	28,05772 (0,54107) (26,99720; 29,11822)	45,96736 (0,93179) (44,14103; 47,79368)
Estufa	10^{-6}	0,08553 (0,00488) (0,07595; 0,09510)	0,00042 (0,00019) (4,13701e-05; 0,00080)	0,01698 (0,00272) (0,01164; 0,02232)
	10^{-5}	0,20206 (0,00959) (0,18326; 0,22086)	0,00240 (0,00091) (0,00060; 0,00421)	0,05314 (0,00706) (0,03929; 0,06698)
	10^{-4}	0,47735 (0,01805) (0,44196; 0,51274)	0,01379 (0,00418) (0,00559; 0,02200)	0,16629 (0,01753) (0,13192; 0,20067)
	10^{-3}	1,12788 (0,03180) (1,06554; 1,19022)	0,07901 (0,01779) (0,04413; 0,11390)	0,52050 (0,04060) (0,44092; 0,60009)
	10^{-2}	2,66898 (0,04965) (2,57165; 2,76631)	0,45394 (0,06681) (0,32298; 0,58491)	1,63247 (0,08269) (1,47040; 1,79455)
	0,05	4,90491 (0,05844) (4,79036; 5,01946)	1,56109 (0,14451) (1,27784; 1,84434)	3,66069 (0,11569) (3,43392; 3,88746)
	0,50	12,96582 (0,04131) (12,88483; 13,04680)	11,22809 (0,23452) (10,76841; 11,68776)	13,29828 (0,11611) (13,07068; 13,52587)
	0,63	14,83518 (0,04862) (14,73987; 14,93050)	14,75805 (0,34609) (14,07970; 15,43639)	15,90075 (0,16037) (15,58641; 16,21507)

Os valores em negrito e com os respectivos parênteses são os Desvios Padrões estimados.

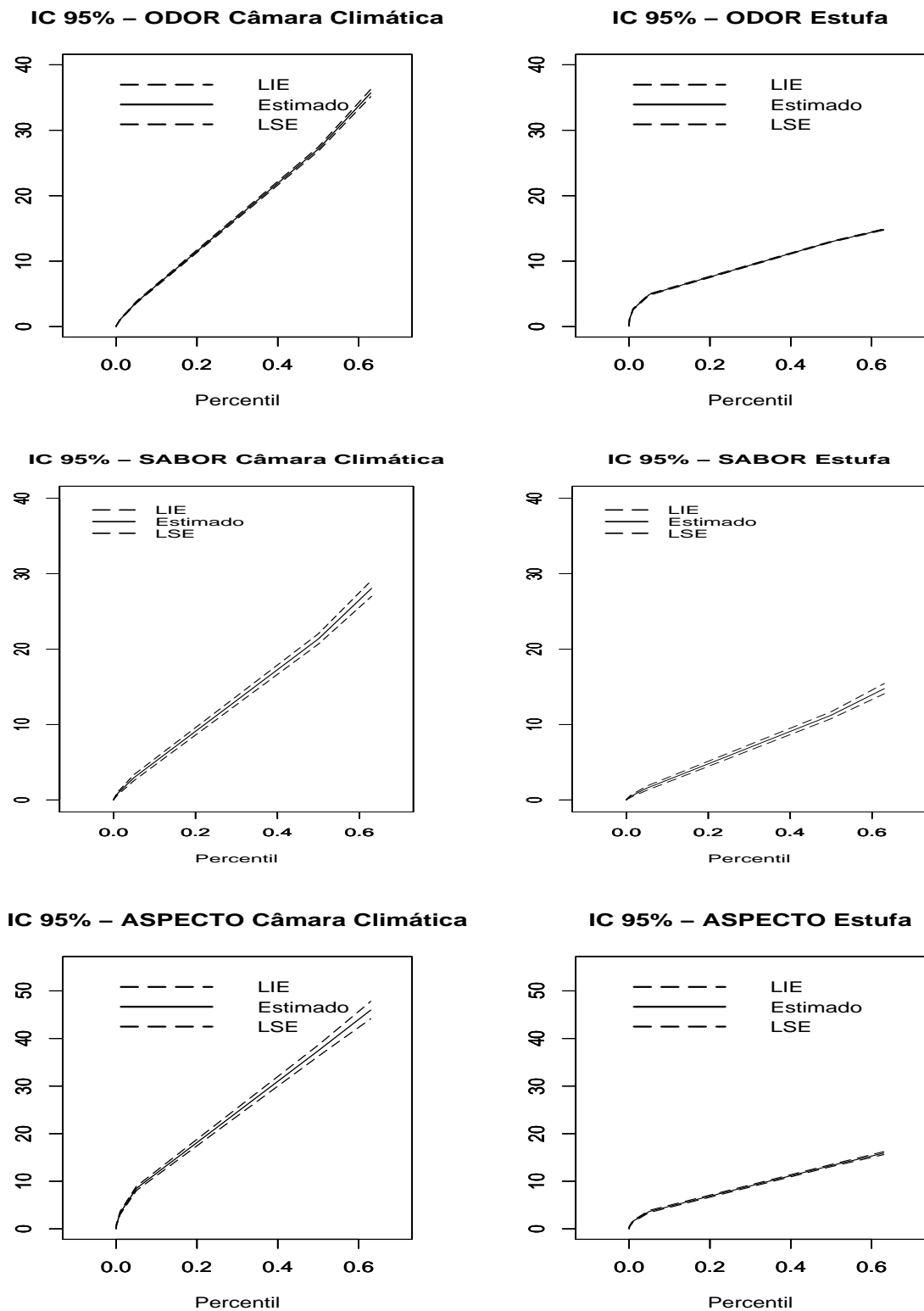


Figura 5.3: Intervalo de Confiança de 95% para os Percentis.

Tabela 5.5: Estimativas para as Frações de “falha” (em t_0) para as condições de armazenagem “Câmara Climática” e “Estufa”.

Condição	t_0	Atributos		
		Odor	Sabor	Aspecto
Câmara	1	0,00914 (0,04398) (0,00838; 0,00995)	0,01213 (0,13805) (0,00927; 0,01587)	0,00120 (0,13661) (0,00092; 0,00157)
	2	0,02251 (0,03419) (0,02106; 0,02404)	0,03000 (0,10737) (0,02438; 0,03690)	0,00405 (0,10677) (0,00329; 0,00500)
	4	0,05490 (0,02453) (0,05238; 0,05751)	0,073230 (0,07708) (0,06329; 0,08465)	0,01362 (0,07717) (0,01172; 0,01583)
	8	0,13068 (0,01524) (0,12708; 0,13436)	0,17289 (0,04795) (0,15868; 0,18822)	0,04522 (0,04827) (0,04122; 0,04960)
	12	0,21199 (0,01038) (0,20820; 0,21584)	0,276845 (0,03269) (0,26214; 0,29219)	0,08994 (0,03244) (0,08464; 0,09556)
	16	0,29345 (0,00778) (0,28971; 0,29720)	0,37736 (0,02448) (0,36339; 0,39170)	0,14454 (0,02287) (0,13867; 0,15065)
	20	0,37209 (0,00688) (0,36815; 0,37604)	0,47061 (0,02158) (0,45648; 0,48496)	0,20620 (0,01813) (0,19977; 0,21280)
	24	0,44620 (0,00720) (0,44159; 0,45083)	0,55471 (0,02249) (0,53890; 0,57066)	0,27237 (0,01759) (0,26448; 0,28044)
	32	0,57750 (0,00931) (0,57086; 0,58415)	0,69352 (0,02903) (0,67280; 0,71403)	0,40944 (0,02313) (0,39549; 0,42369)
	36	0,63410 (0,01052) (0,62650; 0,64168)	0,74879 (0,03283) (0,72621; 0,77083)	0,47668 (0,02679) (0,45905; 0,49464)
Estufa	1	0,00073 (0,07913) (0,00062; 0,00084)	0,02809 (0,14802) (0,02109; 0,03737)	0,00373 (0,12585) (0,00291; 0,00477)
	2	0,00463 (0,05841) (0,00412; 0,00518)	0,06865 (0,10789) (0,05594; 0,08413)	0,01502 (0,09249) (0,01255; 0,01798)
	4	0,02927 (0,03787) (0,02720; 0,03148)	0,16267 (0,06894) (0,14367; 0,18390)	0,05949 (0,05964) (0,05311; 0,06662)
	8	0,17318 (0,02704) (0,16767; 0,17883)	0,35799 (0,03527) (0,33869; 0,37804)	0,22004 (0,02908) (0,20922; 0,23133)
	12	0,43070 (0,00923) (0,42491; 0,43653)	0,53079 (0,02755) (0,51174; 0,55009)	0,43070 (0,01788) (0,41954; 0,44202)
	16	0,70399 (0,00968) (0,69713; 0,71082)	0,66916 (0,03342) (0,64512; 0,69302)	0,63462 (0,02051) (0,61983; 0,64940)
	20	0,89064 (0,01428) (0,88374; 0,89729)	0,77346 (0,04236) (0,74501; 0,80080)	0,79394 (0,02775) (0,77597; 0,81136)
	24	0,97285 (0,01899) (0,96902; 0,97632)	0,84874 (0,05108) (0,81892; 0,87602)	0,89795 (0,03509) (0,88123; 0,91325)
	32	0,99959 (0,02704) (0,99938; 0,99973)	0,93676 (0,06610) (0,91155; 0,95684)	0,98307 (0,04776) (0,97562; 0,98865)
	36	0,99998 (0,03043) (0,99995; 0,99998)	0,96025 (0,07251) (0,93906; 0,97571)	0,99433 (0,05315) (0,99054; 0,99679)

Os valores em negrito e com os respectivos parênteses são os Desvios Padrões estimados.

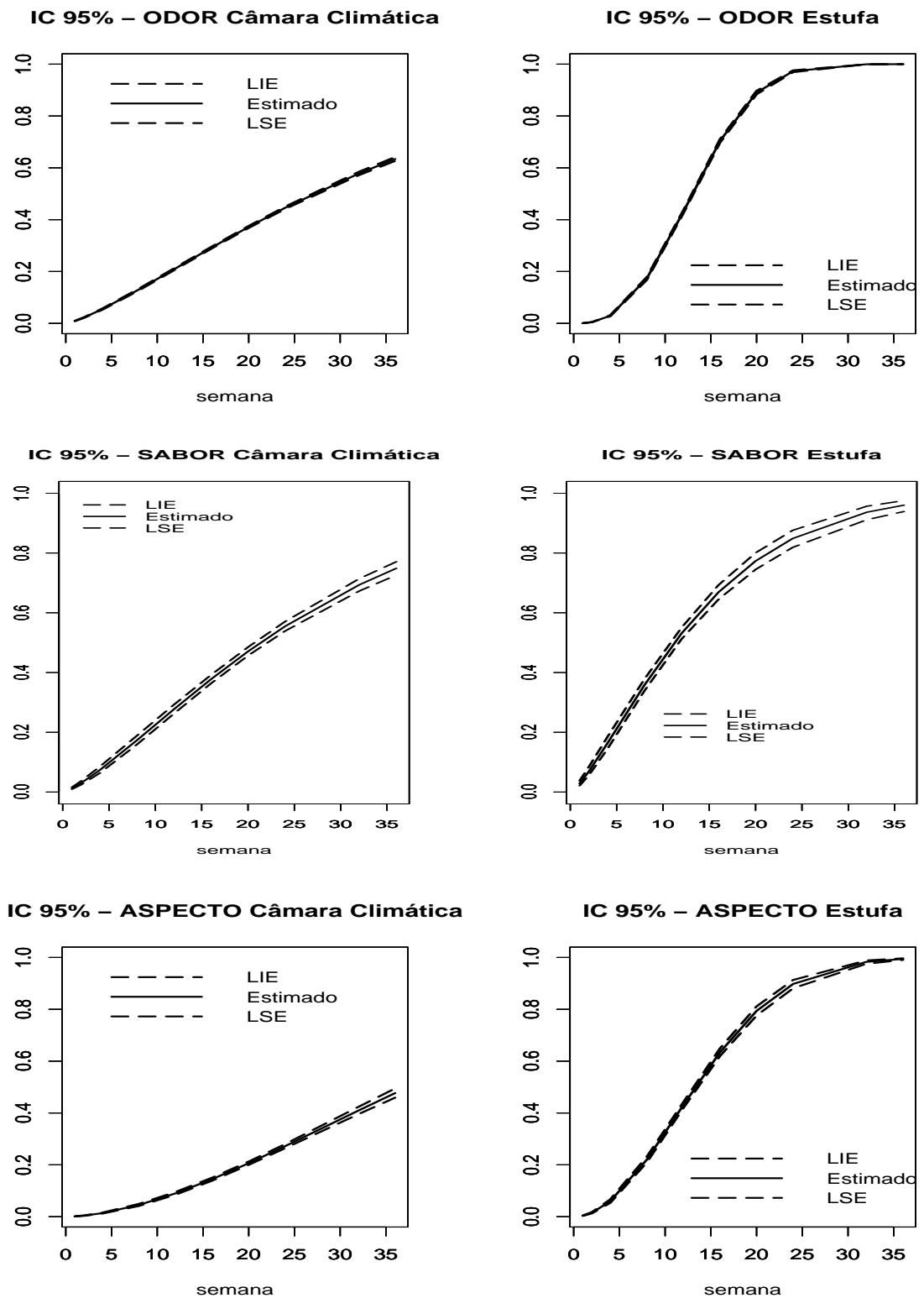


Figura 5.4: Intervalo de Confiança de 95% para Fração de “Falhas”.

Capítulo 6

Discussão e propostas de trabalhos futuros

A abordagem utilizada neste trabalho possui pontos fortes e fracos quando comparada a outras discutidas no Capítulo 1. Ela permite que se incorpore as informações tanto das unidades que já se deterioram quanto daquelas que, no momento da avaliação, ainda estavam adequadas. Além disso, permite que a distribuição do tempo de vida de prateleira seja caracterizada por meio de estatísticas tais como percentis e frações de “falhas”, o que, sem dúvida, fornece melhores subsídios para determinação posterior dos prazos de validade. Também é possível incorporar na modelagem covariáveis de interesse. O estudo por simulação mostrou, também, que as estimativas possuem boa precisão (supondo, é claro, que a distribuição subjacente utilizada seja a correta).

Dentre os pontos fracos, podemos citar principalmente dois. O primeiro é a forte dependência dos resultados na adequação da distribuição escolhida como comportamento do fenômeno estudado. O segundo é a dicotomização dos resultados. Com este artifício utilizado para possibilitar a modelagem, perde-se a informação relacionada aos escores associados a cada unidade avaliada e os resultados ficam afetados pelo ponto de corte escolhido.

De um modo geral, alguns pontos que poderão ser explorados em trabalhos futuros são:

- 1) a modelagem de mais de um atributo conjuntamente, visto que há forte cor-

relação entre os processos de degradação. Isto poderia ser feito através da modelagem direta utilizando uma binomial bivariada ou ainda, indiretamente por uma Weibull multivariado;

- 2) abordar a questão da diferença dos escores indiretamente, incorporando erros de classificação.

Apêndice A

Apêndice

A.1 Cálculo da Função Risco

A função risco $h(t)$ para uma distribuição de tempo t até a falha, é definida em termos da função de distribuição acumulada $F(t)$ e a densidade de probabilidade.

$$R(t) = 1 - P(T_{ij} \leq t) = 1 - F(t)$$

em que

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt = 1 - \exp\{-(\alpha t)^\delta\}$$

Assim,

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\alpha^\delta \delta t^{\delta-1} \exp\{-(\alpha t)^\delta\}}{1 - \exp\{-(\alpha t)^\delta\}} = \alpha_j^{\delta_j} \delta_j t^{\delta_j-1}$$

A função risco também é conhecida como função de taxa de falha. Esta taxa é crescente com o tempo para valores do parâmetro de forma maior que um, decrescente com o tempo para valores menores que um. Para o parâmetro de forma igual a um, a função risco é uma função constante. Assim, a distribuição exponencial é um caso particular da distribuição de Weibull.

A.2 Função de Verossimilhança

A contribuição para a função de verossimilhança para uma observação do produto que falhou é a função de densidade, mas se a observação for censurada, a informação que se tem em mão é que o produto está bom até aquele instante de tempo estabelecido. Portanto, a contribuição para a função de verossimilhança de um produto que foi censurado é a função de confiabilidade.

A função de verossimilhança é dada por:

$$L(\lambda) = \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} \left\{ \left[e^{-(\tau_i \alpha_j)^{\delta_j}} \right]^{1-y_{ij}} \left[1 - e^{-(\tau_i \alpha_j)^{\delta_j}} \right]^{y_{ij}} \right\},$$

$$L(\lambda) = \prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^{n_i} \left\{ \left[e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{\exp(W_j \theta)}} \right]^{1-y_{ij}} \left[1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{\exp(W_j \theta)}} \right]^{y_{ij}} \right\},$$

onde $\lambda^t = (\beta^t; \theta^t)$.

Aplicando o logaritmo na função de verossimilhança, temos,

$$\ln[L(\lambda)] = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left[-(1 - y_{ij}) (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} + y_{ij} \ln \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right) \right]. \quad (\text{A.1})$$

A.3 Derivadas dos parâmetros do modelo

A.3.1 Derivada em relação a β

Com base na função A.1 e fazendo uso das propriedade de derivação, temos:

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left[-(1 - y_{ij}) (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} X_j^t e^{W_j \theta} + \frac{y_{ij} (-e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}) (-\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} X_j^t e^{W_j \theta}}{1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}} \right]$$

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t \left[\left(-(1 - y_{ij}) e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \right) + \frac{y_{ij} e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}}{1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}} \right]$$

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t \left[\frac{-e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right) + y_{ij} e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}{1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}} \right]$$

Portanto, a primeira derivado do vetor β é:

$$\left[\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \beta} \right]_{(q+1) \times 1} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t \left[\left(-e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \right) + \frac{y_{ij} e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \right]$$

e a segunda derivada é:

$$\left[\frac{\partial^2 \ln L(\lambda)}{\partial^2 \beta} \right]_{(q+1) \times 1} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t X_j \left[\left(-e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \right) + \frac{y_{ij} e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \times \right. \\ \left. \times \frac{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right) - y_{ij} e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \right].$$

A.3.2 Derivada em relação a θ

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \left[-(1 - y_{ij}) \exp(e^{W_j \theta} \ln(\tau_i e^{X_j \beta})) \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} W_j^t + \right. \\ \left. \frac{y_{ij} e^{-\exp(e^{W_j \theta} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}))} e^{-(e^{W_j \theta} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}))} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} W_j^t}{\left(1 - e^{-(e^{W_j \theta} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}))} \right)} \right]$$

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} W_j^t \left[-(1 - y_{ij}) (\tau_i e^{X_j \beta}) \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} + \right. \\ \left. \frac{y_{ij} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \right]$$

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} W_j^t \left[\frac{y_{ij} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} - (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} - \right. \\ \left. \frac{y_{ij} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} + e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \times \right. \\ \left. \frac{\ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} + y_{ij} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)} \right]$$

Portanto, a primeira derivada do vetor θ é:

$$\left[\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \theta} \right]_{(r+1) \times 1} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} W_j^t \left[-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} + \frac{y_{ij} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}\right)} \right].$$

e a segunda derivada é:

$$\begin{aligned} \left[\frac{\partial^2 \ln L(\lambda)}{\partial \theta^2} \right]_{(r+1) \times 1} &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} W_j^t W \left[-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} e^{2W_j \theta} \left(\ln(\tau_i e^{X_j \beta})^2 \right) - e^{2W_j \theta} \times \right. \\ &\quad \left. (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) + \frac{y_{ij} \left[(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} e^{2W_j \theta} \right] \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)^2} \times \right. \\ &\quad \left. \frac{\left(\ln(\tau_i e^{X_j \beta}) \right)^2 + y_{ij} \left[(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} \right] \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)^2} \right. \\ &\quad \left. - \frac{y_{ij} (\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} \left(\ln(\tau_i e^{X_j \beta}) \right)^2 e^{2W_j \theta} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)^2} \right]. \end{aligned}$$

A.3.3 Derivada em relação à conjunta $\beta\theta$

Partindo da primeira derivada em relação a β , temos a derivada segunda para $\beta\theta$.

$$\begin{aligned} \left[\frac{\partial^2 \ln L(\lambda)}{\partial \beta \partial \theta} \right]_{(q+r+2)} &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_j^t W \left[-e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} - e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) + \right. \\ &\quad \left. \frac{y_{ij} e^{W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} + e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)^2} \right. \\ &\quad \left. - \frac{y_{ij} e^{2W_j \theta} (\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta})}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right)^2} \right]. \end{aligned}$$

A.4 Cálculo da Informação de Fisher

$$I(\lambda) = E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \lambda \partial \lambda^t} \right] \right\}_{(q+r+2) \times (q+r+2)} = \begin{bmatrix} I_{11} & I_{12} \\ I_{12}^t & I_{22} \end{bmatrix},$$

Temos que, $E(y_{ij}) = 1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}}$ e $E(1 - y_{ij}) = e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}}$.

- Cálculo de I_{11}

$$\begin{aligned} I_{11} &= -E \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \beta \partial \beta^t} \right] \\ I_{11} &= - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} X_j^t X_j \left[\frac{e^{2W_j\theta} (\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}} \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right) E(y_{ij})}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right)} - \right. \\ &\quad \left. \frac{e^{2W_j\theta} (\tau_i e^{X_{j\beta}})^{2e^{W_j\theta}} e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} E(y_{ij})}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right)^2} + \left(-e^{2W_j\theta} (\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}} \right) \right] \\ I_{11} &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} X_j^t X_j \left[\frac{e^{2W_j\theta} (\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}} \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right)^2}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right)} - \right. \\ &\quad \left. \frac{e^{2W_j\theta} (\tau_i e^{X_{j\beta}})^{2e^{W_j\theta}} e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right)}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right)^2} + \left(-e^{2W_j\theta} (\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}} \right) \right] \end{aligned}$$

Portanto,

$$I_{11} = E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \beta \partial \beta^t} \right] \right\}_{(q+1) \times (q+1)} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} X_j^t X_j \left[\frac{e^{2W_j\theta} (\tau_i e^{X_{j\beta}})^{2e^{W_j\theta}} e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}}}{\left(1 - e^{-(\tau_i e^{X_{j\beta}})^{e^{W_j\theta}}} \right)} \right].$$

• Cálculo de I_{22}

$$I_{22} = -E \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \theta \partial \theta^t} \right] = -E \left[\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} (I' + II'') \right] = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} \{E(I') + E(II')\}$$

$$E(I') = -(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} e^{2W_j \theta} (\ln(\tau_i e^{X_j \beta}))^2 - (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta}$$

$$E(II') = (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} e^{2W_j \theta} (\ln(\tau_i e^{X_j \beta}))^2 + (\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta} -$$

$$\frac{(\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} (\ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{W_j \theta})^2 e^{2W_j \theta} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}}{(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}})}.$$

Portanto,

$$I_{22} = E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \theta \partial \theta^t} \right] \right\} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} W_j^t W_j \left[\frac{(\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} (\ln(\tau_i e^{X_j \beta}))^2 e^{2W_j \theta} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}}{(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}})} \right].$$

• Cálculo de I_{12}

$$I_{12} = -E \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \beta \partial \theta^t} \right] = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} X_j^t W_j = \left\{ E \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \beta \partial \theta} \right] \right\}$$

Portanto,

$$I_{12} = E \left\{ - \left[\frac{\partial^2 l(\lambda)}{\partial \beta \partial \theta^t} \right] \right\} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_j} X_j^t W_j \left[\frac{(\tau_i e^{X_j \beta})^{2e^{W_j \theta}} \ln(\tau_i e^{X_j \beta}) e^{2W_j \theta} e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}}}{(1 - e^{-(\tau_i e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}})} \right].$$

A.5 Métodos Numéricos

Muitos livros estatísticos incluem capítulos sobre computação estatística com discussão de técnicas de otimização, como por exemplo Garthwaite, Jolliffe e Jones (1995).

No método de Newton Raphson, utiliza-se a matriz de segunda deriva, conhecida como matriz Hessiana $H(\lambda)$.

$$\hat{\lambda}^{(j)} = \lambda^{(j-1)} - \left[\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \beta} \right]_{(q+1) \times 1} \cdot H^{-1}(\lambda) \quad (\text{A.-30})$$

onde,

$$H(\lambda) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_0 \partial \beta_0} & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_0 \partial \theta_0} & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_0 \partial \theta_1} \\ & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_1 \partial \beta_1} & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_1 \partial \theta_0} & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \beta_1 \partial \theta_1} \\ & & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \theta_0 \partial \theta_0} & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \theta_0 \partial \theta_1} \\ & & & \frac{\partial^2 \ell}{\partial \theta_1 \partial \theta_1} \end{bmatrix}$$

Seja $\lambda^{(0)}$ uma estimativa inicial de λ .

A equação (A.30) é iniciada com o valor $\lambda^{(0)}$ e, então, um novo valor $\lambda^{(1)}$ é obtido e assim por diante, até que o processo se estabilize, ou seja, para um dado ε pequeno, $|\lambda^{(j)} - \lambda^{(j-1)}| < \varepsilon$. Nesse caso, o ponto $\hat{\lambda}$ em que o processo se estabiliza é tomado como o estimador de máxima verossimilhança de λ .

Em alguns casos, a substituição de $H(\lambda)$ em (A.30) por $E[H(\lambda)]$ apresenta significativa simplificação no procedimento. Este é conhecido como método de score de Fisher. É uma modificação do método de Newton Raphson. Neste, a matriz H é substituída por sua esperança, isto é, o elemento (i,j) desta matriz é dado por:

$$E_{\lambda} \left[\frac{\partial^2 \ell(\lambda, x)}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} \right] = -E_{\lambda} \left[\frac{\partial \ell(\lambda, x)}{\partial \lambda_i} \cdot \frac{\partial \ell(\lambda, x)}{\partial \lambda_j} \right].$$

Observe que:

$$E_{\lambda} \left[\frac{\partial^2 \ell(\lambda, x)}{\partial \lambda_i \partial \lambda_i} \right] = E_{\lambda} \left[\frac{\partial^2 \ell(\lambda, x)}{\partial \lambda_i^2} \right] = -E_{\lambda} \left[\left(\frac{\partial \ell(\lambda, x)}{\partial \lambda_i} \right)^2 \right] = -I(\lambda)$$

onde $I(\lambda)$ é a informação de Fisher.

A.6 Intervalo de Confiança para o Percentil

Um intervalo de confiança para $t_{p(j)}$ pode ser obtido pelo teorema do Método Delta multivariado e as propriedades de normalidade da variância assintótica.

O método delta consiste em obter uma transformação para o erro padrão de $\hat{\phi}$, para construir intervalos de confiança. O interesse é estimar a função dos parâmetros

$\phi = g(\alpha, \delta)$. A versão multivariada é necessária para as funções que envolvem mais de um parâmetro (Freitas e Colosimo, 1997).

Inicialmente vamos encontrar a variância de $t_{p(j)}$ usando as estimativas das variâncias dos parâmetros do modelo.

Seja ϕ qualquer função dos parâmetros do modelo, então temos que, $\hat{\phi} = \hat{t}_{p(j)}$,

$$t_p = \frac{1}{\hat{\alpha}_j} [-\ln(1-p)]^{\frac{1}{\delta_j}} \Rightarrow (\alpha_j = \exp\{X_j\beta\}; \delta_j = \exp\{W_j\theta\}).$$

Assim, o método delta nos fornece a seguinte variância assintótica para o percentil:

$$\begin{aligned} Var(\hat{\phi}) = & \sum_{i=1}^q Var(\hat{\beta}_i) \left(\frac{\partial \phi}{\partial \hat{\beta}_i} \right)^2 + \sum_{i=1}^q Var(\hat{\theta}_i) \left(\frac{\partial \phi}{\partial \hat{\theta}_i} \right)^2 + 2 \sum_{i=1}^q \sum_{j>1}^q Cov(\hat{\beta}_i, \hat{\beta}_j) \frac{\partial \phi}{\partial \hat{\beta}_i} \frac{\partial \phi}{\partial \hat{\beta}_j} + \\ & 2 \sum_{i=1}^r \sum_{j>1}^r Cov(\hat{\theta}_i, \hat{\theta}_j) \frac{\partial \phi}{\partial \hat{\theta}_i} \frac{\partial \phi}{\partial \hat{\theta}_j} + 2 \sum_{i=1}^q \sum_{j>1}^r Cov(\hat{\beta}_i, \hat{\theta}_j) \frac{\partial \phi}{\partial \hat{\beta}_i} \frac{\partial \phi}{\partial \hat{\theta}_j}. \end{aligned}$$

Como $Var(\hat{\phi})$ é uma forma quadrática, podemos escrever a seguinte expressão para simplificar os cálculos:

$$Var(\hat{\phi}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\beta}_i} & \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\theta}_i} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 L}{\partial^2 \beta_i} & \cdots & \frac{\partial L}{\partial \beta_{qi} \partial \theta_{ir}} \\ & \ddots & \vdots \\ & & \frac{\partial L}{\partial^2 \theta_i} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\beta}_j} \\ \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\theta}_j} \end{bmatrix},$$

em que $\hat{\phi}$ é a estimativa de máxima verossimilhança da quantidade de interesse. Assim, temos as respectivas derivadas para os parâmetros do percentil:

- a derivada de \hat{t}_p em relação ao vetor $\hat{\beta}$ é dada por:

$$\frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\beta}} = \left\{ -e^{-X_j\beta} [-\ln(1-p)]^{\frac{1}{W_j\theta}} \right\} X_j^t.$$

- a derivada de \hat{t}_p em relação ao vetor $\hat{\theta}$ é dada por:

$$\frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\theta}} = -e^{-X_j\beta} [-\ln(1-p)]^{\frac{1}{e(W_j\theta)}} \cdot [e^{-W_j\theta} \ln(-\ln(1-p))] W_j^t.$$

Assim, fazendo $Z = \begin{bmatrix} \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\beta}} & \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \hat{\theta}} \end{bmatrix}^t$, sendo o vetor de derivadas dos respectivos parâmetros do percentil, a variância $Var(\hat{\phi})$ é dada por:

$$Var(\hat{\phi}) = \hat{Var}(\hat{t}_{p(j)}) = Z^t I^{-1}(\lambda) Z \big|_{\lambda=\hat{\lambda}}$$

onde, I^{-1} é a matriz de segunda derivada chamada de Informação de Fisher.

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para o percentil é dado por:

$$IC : \left[\hat{\phi} \pm 1,96 \left\{ \sqrt{Var(\hat{\phi})} \right\} \right],$$

ou seja,

$$LI : \left[\hat{t}_{p(j)} - 1,96 \left\{ \sqrt{Var(\hat{t}_{p(j)})} \right\} \right];$$

$$LS : \left[\hat{t}_{p(j)} + 1,96 \left\{ \sqrt{Var(\hat{t}_{p(j)})} \right\} \right].$$

A.7 Intervalo de Confiança para a Fração de Falha

A fração de falha esperada é dada por:

$$\hat{F}_j(t_0) = 1 - \hat{R}_j(t_0) = 1 - \exp \left\{ -(t_0 \hat{\alpha}_j)^{\delta_j} \right\}.$$

Um intervalo de confiança para $F_j(t)$ pode ser obtido utilizando alguns procedimentos importantes:

1. Fazendo uso da propriedade da distribuição de Weibull, temos que estabelecer a transformação a ser utilizada para simplificar os cálculos.

Linearização da função $R(t)$

$$\phi = \ln(-\ln R(t_0)) = \ln \left(-\ln \left(e^{-(t_0 e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right) \right).$$

Esta transformação é para que o intervalo de confiança esteja contido em $[0,1]$, sugerida por Kalbfleish e Prentice, 1992.

2. Fazendo uso do método delta, temos que avaliar a variância da quantidade transformada:

$$Var(\hat{\phi}) = Var(\hat{t}_{p(j)}) = Z^t I^{-1}(\lambda) Z |_{\lambda=\hat{\lambda}},$$

onde Z é o vetor de derivadas.

$$\hat{\phi} = \ln(-\ln R(t_0)) = \ln \left(-\ln \left(e^{-(t_0 e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}}} \right) \right)$$

$$\hat{\phi} = (t_0 e^{X_j \beta})^{e^{W_j \theta}} = e^{W_j \theta} \ln [t_0 e^{X_j \beta}]$$

$$\hat{\phi} = e^{W_j \theta} [\ln t_0 + \ln(X_j \beta)]$$

Assim,

$$\hat{\phi}(\beta, \theta) = e^{W_j \theta} \ln(t_0) + X_j \beta e^{W_j \theta}.$$

Fazendo a derivação com os respectivos parâmetros para encontrar a variância temos:

- derivada em relação a $\hat{\beta}$ é dada por:

$$\frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \beta} = e^{W_j \theta} X_j^t$$

- derivada em relação a $\hat{\theta}$ é dada por:

$$\frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \theta} = e^{W_j \theta} \ln(t_0 e^{X_j \beta}) W_j^t$$

Assim, o vetor de derivada Z é dado por:

$$Z = \begin{bmatrix} \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \beta} \\ \frac{\partial \hat{\phi}}{\partial \theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e^{W_j \theta} X_j^t \\ e^{W_j \theta} \ln(t_0 e^{X_j \beta}) W_j^t \end{bmatrix}$$

Portanto, a variância de $\hat{\phi}$ é definida como:

$$\hat{Var}(\hat{\phi}) = Z^t I^{-1}(\lambda) Z|_{\lambda=\hat{\lambda}}.$$

3. O intervalo aproximado de 95% de confiança para $R(t)$ em um certo tempo τ_i fixo é:

$$\hat{R}(t_0) \pm 1,96 \sqrt{Var(\hat{\phi})}$$

4. Aplicar a transformação inversa nos extremos para obter os intervalos de confiança.

Portanto, o Intervalo de Confiança de 95% para a fração de falha é dada por:

$$LI : \left[1 - \left\{ \hat{R}_j(t_0) \right\}^{exp\left\{-1,96\sqrt{Var\hat{\phi}}\right\}} \right];$$

$$LS : \left[1 - \left\{ \hat{R}_j(t_0) \right\}^{exp\left\{1,96\sqrt{Var\hat{\phi}}\right\}} \right].$$

Apêndice B

Apêndice

B.1 Programa de Simulação

Segue abaixo programa para efeito do estudo de simulação para checar o comportamento do modelo. Neste, a quantidade de unidades dos produtos eram iguais para todas as semanas de estudo.

```
*****
```

```
***** Início do Programa *****
```

```
*****
```

```
{
```

```
NSemanas  $\leftarrow$  36
```

```
nj  $\leftarrow$  14 #qtd de produtos avaliados
```

```
NSemanas2  $\leftarrow$  NSemanas*2 # 18 semanas p cada Weibull
```

```
N2  $\leftarrow$  NSemanas * nj * 2 # N° total de unidades avaliadas nas duas Weibull geradas:252
```

```
MaxIter  $\leftarrow$  1000 #N° máximo de iteração
```

```
NAmostras  $\leftarrow$  1000 # N° de amostras geradas para simulação.
```

```
TRV  $\leftarrow$  rep(0, NAmostras)
```

```
TRVRejeita  $\leftarrow$  rep(1, NAmostras)
```

```
***** BLOCO DA FUNÇÃO QUE GERA BETA, TETA e X *****
```

```
***** Parâmetros sob a hipótese H0 - Chute inicial *****
```

```
b0H0  $\leftarrow$  -3.35
```

```
b1H0  $\leftarrow$  0.0
```

```
teta0H0  $\leftarrow$  0.18
```

```
teta1H0  $\leftarrow$  0.0
```

```
betaH0  $\leftarrow$  c(b0H0, b1H0) #Cov. de X: parâmetro de escala (alfa). Hipótese sob H1
```

```
tetaH0  $\leftarrow$  c(teta0H0, teta1H0) #Cov.de W: parâmetro de forma (delta). Hipótese sob H1
```

***** Parâmetros sob a hipótese alternativa H1)- Chute inicial*****

b0 ← -3.35

b1 ← 0.62

teta0 ← 0.18

teta1 ← 0.7 ← c(b0, b1) Cov. de X: parâmetro de escala (alfa). Hipótese sob H1

teta ← c(teta0, teta1) Cov. de W: parâmetro de forma (delta). Hipótese sob H1

Origem ← c(0, 1) Corresponde X=0 (Câmara Climática) e X=1 (Estufa)

PLista ← c(0.000001, 0.00001, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.05, 0.50, 0.63) #Percentil

TamPLista ← length(PLista) # Tamanho da qtd de Percentil

TamPListaTotal ← TamPLista*2 # Tamanho duplicado para abranger as 2 condições de armazenagem.

Percentil ← matrix(0 , TamPListaTotal, NAmostras) #Zerando percentil.

Tp ← matrix(0 , TamPListaTotal, 1) #Tp é o resulatado do percentil

FracaoDefeito ← matrix(0 , NSemanas2, NAmostras)

*****GERAR AS SEMANAS*****

np ← c(2*nj) #nº de avaliadores em cada semana

semana ← rep(c(1:NSemanas),rep(nj,NSemanas)) #nº de produtos avaliados na semana.

N ← c(NSemanas*nj) #nº total de unidades do produto

N2 ← N*2

#Semente Aleatória

semente ← 58

for (i in 1:semente)

{

rweibull(2,1,1)

}

for (Amostras in 1:NAmostras)

cat("\n*AmostraAtual* :", *Amostras*, "\n")

*****GERAR AMOSTRAS DA DISTRIBUIÇÃO DE WEIBULL*****

t=Tempo de Falha da distribuição gerada

rweibull(n, shape, scale=1)

camara ← 0

escala ← exp(b0 + b1*camara)

forma ← exp(teta0 + teta1*camara)

t1 ← rweibull(N,forma,1/escala) # 1ª amostra de tamanho p/ CÂMARA CLIMÁTICA

y1 ← t1-semana #Dicotomizando os resultados da amostra gerada e armazenando no vetor Y.


```

for (i in 1:N)
{ if (y1[i] <=0)
y1[i]←1
else
y1[i]←0
}
estufa ← 1
escala ← exp(b0 + b1*estufa)
forma ← exp(teta0 + teta1*estufa)
t2 ← rweibull(N,forma,1/escala) # 2ª amostra de tamanho p/ CÂMARA ESTUFA.
y2 ← t2-semana #Dicotomizando os resultados da amostra gerada e armazenando no vetor y.
for (i in 1:N)
{ if (y2[i] <=0)
y2[i]←1
else
y2[i]←0
}
*****BANCO DE DADOS*****
y ← c(y1,y2) #Vetor com (NSemanas*nj)*2 unidades do produto
#Vetor de X = W
x0 ← rep(0,N) #Vetor de (NSemanas*nj) zeros
x1 ← rep(1,N) #Vetor de (NSemanas*nj) 1's
x ← c(x0,x1) #Um vetor de (NSemanas*nj)*2 linhas
xx ← rep(1,N2) # vetor de (NSemanas*nj)*2 1's.
semana ← c(semana,semana)
amostra ← matrix(cbind(semana,y,xx,x),ncol=4,nrow=N2) #cbind: vetores um do lado do outro
ord ← order(amostra[,1],amostra[,4],amostra[,2],amostra[,3]) #Ordenação do banco das amostras
amostra ← amostra[ord,] #Amostra ordenada
semana ← amostra[,1]
y ← amostra[,2]
X ← matrix(cbind(amostra[,3],amostra[,4]),ncol=2,nrow=N2) #Matrix de 1 e 0
n ← (c(1:NSemanas))*(rep(np,NSemanas)) # 14 em 14 unidade avalidas
epsilon ← 0.001 #Diferença desejada para a convergência.

```

```

*****
*****Convergência de H0*****
*****

# Declaração das variáveis
parvH0 ← c(betaH0,tetaH0) #parametro velho. Este vetor está dado em termos transposto
parnH0 ← c(0,0,0,0) #Parâmetro Novo. Inicializa vetor de parâmetros novos
erroH0 ← c(1,1,1,1)
lnveroH0 ← 0
pdBetaH0 ← c(0,0) #Inicializa vetor Beta
pdTetaH0 ← c(0,0)
I11H0 ← matrix(0,2,2) #Inicializa matriz de informação de fisher I11H0
I22H0 ← matrix(0,2,2)
I12H0 ← matrix(0,2,2)
inversa ← matrix(0,ncol=4,nrow=4)
unidade0 ← 1
iter ← 0 #Início da iteração ← c(1:NSemanas)
Converge ← 0
while(Converge == 0(iter < MaxIter)) # Procedimento para convergência
{
  iter ← iter +1
  for(i in 1:NSemanas)
  {
    for(j in unidade0:n[i])
    {
      EqExpo ← (semana[i]*exp(X[j,]%%parvH0[1:2]))^exp(X[j,]*%parvH0[3:4])
      # FUNÇÃO DE VEROSSIMILHANÇA
      lnveroH0 ← lnveroH0 + ( (1-y[j])*(-1*(EqExpo)) + y[j]*log(1-exp(-1*EqExpo)) )
      # DERIVADA DE BETA
      pdBetaH0 ← pdBetaH0 + X[j,]%% (-1*exp(X[j,]%%parvH0[3:4])*EqExpo +
      (y[j]*exp(X[j,]%%parvH0[3:4])*EqExpo/(1-exp(-1*EqExpo))))
      # DERIVADA DE TETA
      pdTetaH0 ← pdTetaH0 + X[j,]%%(-1*EqExpo*log(semana[i]*exp(X[j,]%%parvH0[1:2]))*
      exp(X[j,]%%parvH0[3:4])+(y[j]*EqExpo*log(semana[i]*exp(X[j,]%%parvH0[1:2]))*
      exp(X[j,]%%parvH0[3:4])/(1-exp(-1*EqExpo))))
      # INFORMACAO DE FISHER
      NumI1H0 ← exp(2*X[j,]%%parvH0[3:4]) * (EqExpo^2) * exp(-1 * EqExpo)
      NumI2H0 ← log(semana[i]* exp(X[j,] %% parvH0[1:2]))
      DenI1H0 ← (1-exp(-1*EqExpo))
    }
  }
}

```

```

Coeff1 ← X[j,]%*%t(X[j,])
EqI1H0 ← c(NumI1H0 / DenI1H0)
I11H0 ← I11H0 + Coeff1 * c(EqI1H0)
I22H0 ← I22H0 + Coeff1 * c(EqI1H0 * (NumI2H02))
I12H0 ← I12H0 + Coeff1 * c(EqI1H0 * NumI2H0)
} #Fim do 2º FOR
unidade0 ← n[i]+1 Incremento da unidade avaliada na semana
} #Fim do 1º FOR
if (iter==1)
{
  lnveroVetorH0 ← lnveroH0
  iterVetorH0 ← iter
  lnveroMaxH0 ← lnveroH0
  lnveroMaxVetorH0 ← lnveroH0
  ContaMaxH0 ← 1
  ContaMaxVetorH0 ← ContaMaxH0
}
else
{
  lnveroVetorH0 ← c(lnveroVetorH0, lnveroH0)
  iterVetorH0 ← c(iterVetorH0, iter)
  if (lnveroH0 > lnveroMaxH0)
  {
    {
      lnveroMaxVetorH0 ← c(lnveroMaxVetorH0, lnveroH0)
      lnveroMaxH0 ← lnveroH0
      ContaMaxH0 ← ContaMaxH0+1
      ContaMaxVetorH0 ← c(ContaMaxVetorH0, ContaMaxH0)
    }
  }
  unidade0 ← 1
  vdH0 ← c(pdBetaH0,pdTetaH0) Vetor de 1ª derivada
  IF1H0 ← cbind(I11H0,I12H0) 2H0 ← cbind(t(I12H0),I22H0)
  InFH0 ← rbind(IF1H0,IF2H0)
  inversa ← solve(InFH0)
  parnH0 ← parvH0 + (inversa%*%vdH0) # Algoritmo Fisher
  erroH0 ← parnH0 - parvH0
  parvH0 ← parnH0

```

```

if(max(abs(erroH0)) < epsilon)
{
  Converge  $\leftarrow$  1
}
cat("\nAmostraAtual :", Amstras, "Iteracao :", iter)
cat("\nVerossimilhanca H0 => ", lnveroH0, "\n")
cat("Parametros estimados H0 => ", parnH0, "\n\n")
*****
*****Convergência de H1*****
*****

parv  $\leftarrow$  c(beta,teta) #parametro velho. Este vetor está dado em termos transposto
parn  $\leftarrow$  c(0,0,0,0) #Parâmetro Novo. Inicializa vetor de parâmetros novos
erro  $\leftarrow$  c(1,1,1,1)
lnvero  $\leftarrow$  0
pdBeta  $\leftarrow$  c(0,0) #Inicializa vetor Beta
pdTeta  $\leftarrow$  c(0,0) #Inicializa vetor Teta
I11  $\leftarrow$  matrix(0,2,2) #Inicializa matriz de informação de fisher I11
I22  $\leftarrow$  matrix(0,2,2)
I12  $\leftarrow$  matrix(0,2,2)
inversa  $\leftarrow$  matrix(0,ncol=4,nrow=4)
unidade0  $\leftarrow$  1
iter  $\leftarrow$  0 #Início da iteração
semana  $\leftarrow$  c(1:NSemanas)
Converge  $\leftarrow$  0
while(Converge == 0(iter < MaxIter))
{
  iter  $\leftarrow$  iter +1
  for(i in 1:NSemanas)
  {
    for(j in unidade0:n[i])
    {
      EqExpo  $\leftarrow$  (semana[i]*exp(X[j,]%parv[1:2]))^exp(X[j,]%parv[3:4])
      # FUNÇÃO DE VEROSSIMILHANÇA
      lnvero  $\leftarrow$  lnvero + ( (1-y[j])*(-1*(EqExpo))+y[j]*log(1-exp(-1*EqExpo)) )
      # DERIVADA DE BETA
      pdBeta  $\leftarrow$  pdBeta + X[j,]% (-1*exp(X[j,]%parv[3:4])*EqExpo +
      (y[j]*exp(X[j,]%parv[3:4])*EqExpo/(1-exp(-1*EqExpo))))
    }
  }
}

```

```

# DERIVADA DE TETA
pdTeta ← pdTeta + X[j,]%%(-1*EqExpo*log(semana[i]*exp(X[j,]%%parv[1:2]))*
exp(X[j,]%%parv[3:4])+(y[j]*EqExpo*log(semana[i]*exp(X[j,]%%parv[1:2]))*
exp(X[j,]%%parv[3:4])/(1-exp(-1*EqExpo))))
# INFORMACAO DE FISHER
NumI1 ← exp(2*X[j,]%%parv[3:4]) * (EqExpo2) * exp(-1 * EqExpo)
NumI2 ← log(semana[i]* exp(X[j,] %% parv[1:2]))
DenI1 ← (1-exp(-1*EqExpo))
CoefI1 ← X[j,]%%t(X[j,])
EqI1 ← c(NumI1 / DenI1)
I11 ← I11 + CoefI1 * c(EqI1)
I22 ← I22 + CoefI1 * c(EqI1 * (NumI22))
I12 ← I12 + CoefI1 * c(EqI1 * NumI2)
}Fim do 2º FOR
unidade0 ← n[i]+1 #Incremento da unidade avaliada na semana
}Fim do 1º FOR
if (iter==1)
{
  InveroVetor ← Invero
  iterVetor ← iter
  InveroMax ← Invero
  InveroMaxVetor ← Invero
  ContaMax ← 1
  ContaMaxVetor ← ContaMax
}
else
{
  InveroVetor ← c(InveroVetor, Invero)
  iterVetor ← c(iterVetor, iter)
  if (Invero>InveroMax)
  {
    InveroMaxVetor ← c(InveroMaxVetor, Invero)
    InveroMax ← Invero
    ContaMax ← ContaMax+1
    ContaMaxVetor ← c(ContaMaxVetor, ContaMax)
  }
}
unidade0 ← 1

```

```

vd ← c(pdBeta,pdTeta) #Vetor de 1ª derivada
IF1 ← cbind(I11,I12)
IF2 ← cbind(t(I12),I22)
InF ← rbind(IF1,IF2)
inversa ← solve(InF)

parn← parv + (inversa%%vd)#AlgoritmoFisher

erro ← parn - parv

parv ← parn

if(max(abs(erro)) < epsilon)
{
  Converge ← 1
}

cat("Verossimilhanca =>",lnvero,"\\n")
cat("Parametros estimados =>",parn,"\\n")
cat( max(abs(erro)) , epsilon , " iter: ", iter,"\\n")
lnvero ← 0
} #Fim do While

iterH1 ← iter cat("iter: ", iterH1,"\\n")

#Cálculo do vetor de TRV
TRV[Amostras] ← (-2)* (lnveroMaxH0 - lnveroMax)

if (TRV[Amostras] >= 0.051 TRV[Amostras] < 7.378) # Teste com  $\alpha=5\%$ 
{
  TRVRejeita[Amostras] ← 0
}

plot(iterVetor,lnveroVetor,type="l") # Plot de convergência
plot(iterVetorH0,lnveroVetorH0,type="l")

***** FIM Bloco da Função *****

*****Calculo do Percentil *****

for (PCiclo in 1:TamPLista)
{
  p ← PLista[PCiclo]

```

```

Beta ← parv[1:2]
Teta ← parv[3:4]
Alfa ← rep(0,2)
Delta ← rep(0,2)
LnP ← (-log(1-p))
VariaX ← t(cbind(X[1,],X[(nj+1),]))
for (i1 in 1:2) #Define a condição de armazenagem, 0 ou 1
{
Alfa[i1] ← exp(VariaX[i1,]%%Beta)
Delta[i1] ← exp(VariaX[i1,]%%Teta)
Tp[((i1-1)*TamPLista) + PCiclo] ← (1/Alfa[i1])*(LnP^(1/Delta[i1]))
}
}
for (i in 1:TamPListaTotal)
{
Percentil[i, Amostras] ← Tp[i]
}
if (Amostras==1)
{
write(Tp, "C : \ Temp \ jcc \ Saida \ Percentil.txt", ncol = (TamPListaTotal), append = F)
}
else
{
write(Tp, "C : \ Temp \ jcc \ Saida \ Percentil.txt", ncol = (TamPListaTotal), append = T)
}
cat ("\nValordep :", p, "Percentil : \n")
print(Percentil)

***** Calculo p/ Fração Ffeito *****

VetorSemana ← c(1:NSemanas)
EqExpo ← matrix(0, NSemanas2, 1)
for (i1 in 1:NSemanas)
{
for (i2 in 1:2)
{
EqExpo[((i2-1)*NSemanas) + i1] ← (VetorSemana[i1]*
exp(VariaX[i2,]%%Beta))^exp(VariaX[i2,] * %Teta)
}
}
}

```

```

FDTemp ← (1 - exp(-EqExpo))
for (i in 1:(NSemanas2))
{
  FracaoDefeito[i, Amostras] ← FDTemp[i]
}
if (Amostras==1)
{
  write(FDTemp, "C:\ \ Temp \ \ jcc \ \ FracaoDefeito.txt", ncol = (NSemanas2), append = F)
}
else
{
  write(FDTemp, "C:\ \ Temp \ \ jcc \ \ Saida \ \ FracaoDefeito.txt", ncol = (NSemanas2), append = T)
}
cat ("\nFracaoDefeito: \n")
print (FracaoDefeito)
cat ("\n")
}
TRVProp ← (sum(TRVRejeita)/NAmostras)*100
cat ("\nTRV: \n", TRV, "\n\n")
cat ("\nProporção de Rejeição H0: ", TRVProp)
Escala ← rep(0, 2)
Forma ← rep(0, 2)
TVPercentil ← rep(0, TamPLista*2)
MediaPercentil ← rep(0, TamPLista*2)
DPPPercentil ← rep(0, TamPLista*2)
for(i in 1:2)
{
  Escala[i] ← exp(beta[1] + (beta[2]*Origem[i]))
  Forma[i] ← exp (teta[1] + (teta[2]*Origem[i]))
}
for(PCiclo in 1:TamPLista) #Cálculo das estatísticas das amostras para o Percentil
{
  for(i in 1:2)
  {
    Posicao ← ((i-1)*TamPLista) + PCiclo
    TVPercentil[Posicao] ← (1/Escala[i]*((-log(1-PLista[PCiclo]))(1/Forma[i]))) #Valor real do Tp
    MediaPercentil[Posicao] ← mean(Percentil[Posicao,]) #Media estimada
    DPPPercentil[Posicao] ← sqrt(var(Percentil[Posicao,])) # Desvio Padrão
  }
}

```



```

}
BiasPercentil ← MediaPercentil-TVPercentil # Vício Percentil
RBPercentil ← (abs(BiasPercentil)/TVPercentil)*100 # Vício Relativo Percentil
EQMPercentil ← (DPPercentil2) + (BiasPercentil2)#Erro Quad Medio Percentil
cat (“\nTVPercentil : \n",TVPercentil, “\nMediaPercentil : \n", MediaPercentil)
cat (“\nDPPercentil : “\n", DPPercentil, “\nBiasPercentil : \n", BiasPercentil)
cat (“\nRBPercentil : \n", RBPercentil, “\nEQMPercentil : \n", EQMPercentil)
cat (“\n")

TVFracaoDefeito ← rep(0, NSemanas2)
MediaFracaoDefeito ← rep(0, NSemanas2)
DPFracaoDefeito ← rep(0, NSemanas2)
for(PCiclo in 1:NSemanas) #Cálculo das estatísticas das amostras para as Frações de Defeituosos
{
  for(i in 1:2)
  {
    Posicao ← ((i-1)*NSemanas) + PCiclo
    TVFracaoDefeito[Posicao] ← 1 - (exp(-(PCiclo*Escala[i])Forma[i]))
    MediaFracaoDefeito[Posicao] ← mean(FracaoDefeito[Posicao,])
    DPFracaoDefeito[Posicao] ← sqrt(var(FracaoDefeito[Posicao,]))
  }
}
BiasFracaoDefeito ← (MediaFracaoDefeito-TVFracaoDefeito) # Vício p/ Defeito
RBFracaoDefeito ← (abs(BiasFracaoDefeito)/TVFracaoDefeito)*100 # Vício Relativo p/ Defeito
EQMFracaoDefeito ← (DPFracaoDefeito2) + (BiasFracaoDefeito2)#Erro Quad Medio Defeito
cat (“\nTVFracaoDefeito : \n",TVFracaoDefeito)
cat (“\nMediaFracaoDefeito : \n", MediaFracaoDefeito)
cat (“\nDPFracaoDefeito : \n", DPFracaoDefeito)
cat (“\nBiasFracaoDefeito : \n", BiasFracaoDefeito)
cat (“\nRBFracaoDefeito : \n", RBFracaoDefeito)
cat (“\nEQMFracaoDefeito : \n", EQMFracaoDefeito)
cat (“\n")
} # The End Program

```

B.2 Programa ajustado aos dados reais

Segue abaixo o programa ajustado aos dados reais para as condições ambientes Câmara Climática e Estufa. Os produtos avaliados não são iguais nas respectivas semanas. Foram implementados os intervalos de confiança para os percentis e frações de falha.

```
*****
**** Início do Programa ****
*****

{
#LEITURA DOS DADOS
LeDados ← matrix(scan("C:\Temp\jcc\Dados\BancoOdor.txt"), ncol = 4, byrow = T)
SemanaVet ← LeDados[,1]
t1 ← LeDados[,2] # Vetor das notas
X ← LeDados[,3:4] # Vetor de covariáveis
nDados ← length(t1) # Antigo N2
y1 ← rep(0, nDados) #Codificação das notas
for(i in 1:nDados)
{ if(t1[i]>=4)
{ y[i] ← 0 }
else
{ y[i] ← 1 }
}
***** Contagem das semanas *****

# Conta quantas semanas registradas e quantos dias em cada semana
# NSemanas: é o no. total de semanas diferentes
# AmostrasSemanas: é o vetor do no. de amostras em cada semana
# Origem: é a Matriz do n de casos de camara (col 1) e estufa (col 2)
Origem ← matrix(0, nDados, 2)
nEstufa ← sum(X[,2]) # Estufa = 116 produtos
nCamara ← nDados-nEstufa # Câmara = 221 produtos
semana ← rep(0, nDados)
if(X[,2]==0)
{ Origem[,1] ← 1 }
else
{ Origem[,2] ← 1 }
```

```

# Faz a contagem dos produtos em cada condição de armazenagem, pois temos produto
diferentes para as semanas.
NSemanas ← 1
SemTempAnt ← SemanaVet[1]
SemanasTemp ← rep(0, nDados)
semana[1] ← SemanaVet[1]
for(i in 2:nDados)
{ if(SemanaVet[i]!=SemTempAnt)
{
NSemanas ← NSemanas+1
semana[NSemanas] ← SemanaVet[i]
SemTempAnt ← SemanaVet[i]
}
if(X[i,2]==0)
{ Origem[NSemanas,1] ← Origem[NSemanas,1]+1 }
else
{ Origem[NSemanas,2] ← Origem[NSemanas,2]+1 }
}
Origem ← Origem[1:NSemanas,]
semana ← semana[1:NSemanas]
AmostrasSemanas ← Origem[,1] + Origem[,2] #n° de avaliadores em cada semana
***** BLOCO DA FUNÇÃO QUE GERA BETA, TETA e X *****
***** Parâmetros sob a hipótese alternativa H1*****
b0 ← -3.50
b1 ← 0.68
teta0 ← 0.048
teta1 ← 0.0
MaxIter ← 500
beta ← c(b0, b1) # Cov de X: parâmetro de escala (alfa). Hipótese sob H1
teta ← c(teta0, teta1) # Cov de W: parâmetro de forma (delta). Hipótese sob H1
*****
p ← c(0.000001, 0.00001, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.05, 0.50, 0.63) #Este valor é mudado para
todos os valores de percentil analisados
#Funcoes do Programa Antigo

#BANCO DE DADOS
#Vetor de X = W
parv ← c(beta,teta) #parametro velho. Este vetor está dado em termos transposto
parn ← c(0,0,0,0) #Parâmetro Novo. Inicializa vetor de parâmetros novos

```

```

erro ← c(1,1,1,1)
epsilon ← 0.001 #Diferença desejada para a convergência.
lnvero ← 0
pdBeta ← c(0,0) #Inicializa vetor Beta
pdTheta ← c(0,0)
I11 ← matrix(0,2,2) #Inicializa matriz de informação de fisher I11
I22 ← matrix(0,2,2)
I12 ← matrix(0,2,2)
inversa ← matrix(0,ncol=4,nrow=4)
iter ← 0 #Início da iteração
Converge ← 0
while(Converge < 5(iter < MaxIter))
{
  iter ← iter +1
  j ← 0
  for(i in 1:NSemanas)
  {
    for(i2 in 1:AmostrasSemanas[i])
    {
      j ← j+1
      EqExpo ← (semana[i]*exp(X[j,]%%parv[1:2]))^exp(X[j,]%%parv[3:4])
      # FUNÇÃO DE VEROSSIMILHANÇA
      lnvero ← lnvero +( (1-y[j])*(-1*(EqExpo)) + y[j]*log(1-exp(-1*EqExpo)) )
      # DERIVADA DE BETA
      pdBeta ← pdBeta + X[j,]%% (-1*exp(X[j,]%%parv[3:4])*EqExpo +
      (y[j]*exp(X[j,]%%parv[3:4])*EqExpo/(1-exp(-1*EqExpo))))
      # DERIVADA DE TETA
      pdTheta ← pdTheta + X[j,]%%( exp(X[j,]%%parv[3:4])*EqExpo*
      log(semana[i]*exp(X[j,]%%parv[1:2])) *( (-1*(1-y[j]))+
      (y[j]*exp(-1*EqExpo)/(1-exp(-1*EqExpo)))) )
      # INFORMAÇÃO DE FISHER
      NumI1 ← exp(2*X[j,]%%parv[3:4]) * (EqExpo^2) * exp(-1 * EqExpo)
      NumI2 ← log(semana[i]* exp(X[j,] %% parv[1:2]))
      DenI1 ← (1-exp(-1*EqExpo))
      CoefI1 ← X[j,]%%t(X[j,])
      EqI1 ← c(NumI1 / DenI1)
      I11 ← I11 + CoefI1 * c(EqI1)
      I22 ← I22 + CoefI1 * c(EqI1 * (NumI2^2))
      I12 ← I12 + CoefI1 * c(EqI1 * NumI2)
    }
  }
}

```

```

} #Fim do 2º FOR
} #Fim do 1º FOR
if (iter==1)
{
  lnveroVetor ← lnvero
  iterVetor ← iter
  lnveroMax ← lnvero
  lnveroMaxVetor ← lnvero
  ContaMax ← 1
  ContaMaxVetor ← ContaMax
}
else
{
  lnveroVetor ← c(lnveroVetor, lnvero)
  iterVetor ← c(iterVetor, iter)
  if (lnvero > lnveroMax)
  {
    lnveroMaxVetor ← c(lnveroMaxVetor, lnvero)
    lnveroMax ← lnvero
    ContaMax ← ContaMax+1
    ContaMaxVetor ← c(ContaMaxVetor, ContaMax)
  }
}
if (max(abs(erro)) > epsilon)
{
  Converge ← Converge+1
  cat("\n\nConverge :", Converge)
}
else
{
  Converge ← 1
}
vd ← c(pdBeta,pdTheta) # Vetor de 1ª derivada
IF1 ← cbind(I11,I12)
IF2 ← cbind(t(I12),I22)
InF ← rbind(IF1,IF2)
inversa ← solve(InF)
parn ← parv + (inversa%*%vd) #Algoritmo Fisher

```

```

erro ← parn - parv
parv ← parn
cat("\n\nConverge :", Converge, "iter :", iter)
cat("\nErro :", erro, epsilon)
cat("\nParametrosEstimados =", parn)
lnvero ← 0
} #Fim do While

#Teste de Wald
lnFW ← lnF[-c(1,3), -c(1,3)] # Informação de Fisher
HW ← rep(0, 2) #Vetor da Hipótese, 0 se H0 e 1 se H1
ParnW ← parn[c(2,4)] #Vetor de parâmetros estimados
W ← t(ParnW-HW) %*% lnFW %*% (ParnW-HW)
PValorW ← (1- pchisq(W, 2)) # Valor p para o teste de Wald
cat("\nInformaçãodeFisher =", lnF, "\n")
cat("\nHipóteseH", HW[1], " = Wald :", W, "ParnW :", ParnW, "\nInformacaoW :", lnFW)
cat("\nPQhi - Quadrado =", PValorW, "\n")#Solta o resultado do p-value

*****

**** Segunda etapa de conversão ****
*****

cat("\ninversa =", inversa, "\n")
cat("\nVetorVerossimilhanca : \n", lnveroVetor, "\n")
plot(iterVetor,lnveroVetor,type="l")
plot(ContaMaxVetor,lnveroMaxVetor,type="l")
***** FIM Bloco da Função *****

***** Cálculo dos Percentis *****

nPercentil ← length(p) # 8 valores de p.
Beta ← parv[1:2]
Theta ← parv[3:4]
Alfa ← rep(0,2)
Delta ← rep(0,2)
Tp ← matrix(0, nPercentil, 2)
VariaX ← t(cbind(c(1,0),c(1,1)))
ZPercentil ← rep(0, 4)
VarTp ← matrix(0, nPercentil, 2)
for (i1 in 1:2) #Define a condição de armazenagem, 0 ou 1

```

```

{
Alfa[i1] ← exp(VariaX[i1,]*Beta)
Delta[i1] ← exp(VariaX[i1,]*Theta)
}
for(ValorPercentil in 1:nPercentil)
{
LnP ← (-log(1-p[ValorPercentil]))
for (i1 in 1:2) #Define a condição de armazenagem, 0 ou 1
{
Tp[ValorPercentil, i1] ← (1/Alfa[i1])*(LnP*(1/Delta[i1]))#Parte da deriva de Beta
ZBeta ← -Tp[ValorPercentil, i1]
ZTheta ← -Tp[ValorPercentil, i1]*(1/Delta[i1])*log(LnP) #Parte da derivada de Teta
ZPercentil[1] ← ZBeta*(VariaX[i1,1])
ZPercentil[2] ← ZBeta*(VariaX[i1,2])
ZPercentil[3] ← ZTheta*(VariaX[i1,1])
ZPercentil[4] ← ZTheta*(VariaX[i1,2])
VarTp[ValorPercentil,i1] ← t(ZPercentil)*inversa*ZPercentil
cat("\nPercentil :", ValorPercentil, "ZPercentil(i =", (i1 - 1), ") (0 = cam.1 = estufa) :", ZPercentil)
}
cat ("\nValordep :", p[ValorPercentil], "Percentil :")
print(Tp[ValorPercentil,])
}
#Intervalo de Confiança de 95 % para  $t_p$ 
ICTpInf ← Tp - 1.96 * sqrt(VarTp) # Limite Infeior
ICTpSup ← Tp + 1.96 * sqrt(VarTp) # Limite Superior
cat("\nICTpInf :", ICTpInf, "\nICTpSup :", ICTpSup, "\nDPPercentil :", sqrt(VarTp))
***** Fim do Cálculo dos Percentis *****

***** Cálculo para fração de defeituosos *****
VetorSemana ← c(1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 32, 36)
TamVetorSemana ← length(VetorSemana)
FracDefeito ← matrix(0, TamVetorSemana, 2)
EqExpo ← matrix(0, TamVetorSemana, 2)
ZFracao ← rep(0, 4)
VarFracao ← matrix(0, TamVetorSemana, 2)
for (i1 in 1:TamVetorSemana)
{
for (i2 in 1:2)
{

```

```

EqExpo[i1, i2] ← exp(-(VetorSemana[i1]*Alfa[i2])Delta[i2])# Parte da função de Fração de defeito
}
}
FracDefeito ← (1 - EqExpo) #Fração de Defeituosos
# IC para Fração de Defeituosos
cat("\n")
for(i in 1:TamVetorSemana)
{
for (i1 in 1:2) #Define a condição de armazenagem, (1,0) ou (1,1)
{
ZAlfa ← VariaX[i1,]*Delta*log(VetorSemana[i]*Alfa[i1])
ZFracao[1] ← VariaX[i1,1]*Delta[i1]
ZFracao[2] ← VariaX[i1,2]*Delta[i1]
ZFracao[3] ← VariaX[i1,1]*Delta[i1]*log(VetorSemana[i]*Alfa[i1])
ZFracao[4] ← VariaX[i1,2]*Delta[i1]*log(VetorSemana[i]*Alfa[i1])
VarFracao[i,i1] ← t(ZFracao)%*%inversa[%*%ZFracao
cat("\nSemana :", i, "ZFracao(i = ", (i1 - 1), ")(0 = cam.1 = estufa) : ", ZFracao)
}
}
Ht ← matrix(0, TamVetorSemana, 2)
cat("\nHt : \n")
for(i in 1:TamVetorSemana)
{
for (i1 in 1:2) #Define a condição de armazenagem, (1,0) ou (1,1)
{
Ht[i,i1] ← (Alfa[i1]Delta[i1]) * Delta[i1] * (VetorSemana[i](Delta[i1] - 1))#FunçãoRisco
cat(Ht[i,i1], " ")
}
}
cat("\n")
}
ICFracaoInf ← 1 - EqExpo^(exp(-1.96 * sqrt(VarFracao))) # Limite Inferior de Defeito
ICFracaoSup ← 1 - EqExpo^(exp(1.96 * sqrt(VarFracao))) # Limite Superior de Defeito
cat("\nAlfa :", Alfa, "\nDelta :", Delta, "\n")
cat("\nFração de Defeituoso:", FracDefeito, "\n")
cat("\nICFracaoInf :", ICFracaoInf, "\nICFracaoSup :", ICFracaoSup)
cat("\nDPFração :", sqrt(VarFracao))
} # The End Program Application

```


Apêndice C

Apêndice

C.1 Resultados de Simulação para os Percentis (t_p)

Tabela C.1: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral II, ns=12; np=14 e N=168.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,035	1,0	2,85E-05	0,00131	0,01490	0,00129	4510,12	3,35E-05
	2	0,035	1,2	2,85E-05	0,00142	0,00672	0,00140	4898,67	4,71E-05
	3	0,050	1,0	2,01E-05	0,00051	0,00204	0,00049	2423,97	4,42E-06
	4	0,050	1,2	0,00020	0,00254	0,01006	0,00235	1199,80	0,00011
	5	0,035	1,0	2,85E-05	0,00137	0,00543	0,00134	4707,88	0,00003
10^{-5}	1	0,035	1,0	0,00030	0,00465	0,04141	0,00437	1532,56	0,00024
	2	0,035	1,2	0,00029	0,00485	0,01691	0,00456	1600,23	0,00031
	3	0,050	1,0	0,00020	0,00200	0,00635	0,00185	920,15	0,00004
	4	0,050	1,2	0,00130	0,00820	0,02310	0,00690	515,34	0,00058
	5	0,035	1,0	0,00029	0,00475	0,01489	0,00447	1566,50	0,00024
10^{-4}	1	0,035	1,0	0,00290	0,01824	0,12336	0,01539	539,97	0,00195
	2	0,035	1,2	0,00285	0,01839	0,04492	0,01554	545,12	0,00226
	3	0,050	1,0	0,00200	0,00910	0,02057	0,00710	353,34	0,00047
	4	0,050	1,2	0,00920	0,02930	0,05699	0,02013	219,84	0,00365
	5	0,035	1,0	0,00290	0,01808	0,04245	0,01523	534,44	0,00203
10^{-3}	1	0,035	1,0	0,02850	0,08124	0,39516	0,05273	184,90	0,01800
	2	0,035	1,2	0,02852	0,08022	0,12879	0,05171	181,32	0,01926
	3	0,050	1,0	0,02010	0,04570	0,07048	0,02561	127,42	0,00562
	4	0,050	1,2	0,06270	0,11650	0,15127	0,05384	85,87	0,02578
	5	0,035	1,0	0,00290	0,01808	0,04245	0,01523	534,44	0,00203
0,01	1	0,035	1,0	0,28650	0,42902	0,89068	0,14256	49,77	0,17648
	2	0,035	1,2	0,28646	0,42174	0,40100	0,13527	47,22	0,17910
	3	0,050	1,0	0,20190	0,27000	0,25624	0,06811	33,74	0,07030
	4	0,050	1,2	0,43070	0,53420	0,41961	0,10347	24,02	0,18678
	5	0,035	1,0	0,28650	0,40910	0,40370	0,12264	42,81	0,17801
0,05	1	0,035	1,0	1,46200	1,60338	1,33E+53	0,14138	9,67	0,81330
	2	0,035	1,2	1,46200	1,58740	0,89622	0,12540	8,58	0,81893
	3	0,050	1,0	1,03030	1,08180	0,62949	0,05156	5,00	0,39891
	4	0,050	1,2	1,68050	1,74630	0,81852	0,06577	3,91	0,67430
	5	0,035	1,0	1,46200	1,54628	0,89795	0,08429	5,77	0,81341

A Tabela 5.4 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p . Ao fixarmos o percentil $P_{10^{-6}}$, por exemplo, para os casos 1 e 2 somente o EQM aumenta com valores de δ_j crescente, enquanto o DP decresce com o aumento de δ_j . Analogamente para os demais valores de t_p . Para valores de t_p de $P_{10^{-6}}$ a $P_{10^{-4}}$ para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como Vício e VR(%) aumentam com valores de δ_j crescente. Por outro lado, para os valores de $P_{10^{-6}}$ a $P_{0,05}$, o Vício e VR(%) decresce com o valor de δ_j .

Tabela C.2: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral III, ns=18; np=7 e N=126.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,035	1,0	2,85E-05	0,00150	0,00860	0,00144	5067,12	7,60E-05
	2	0,035	1,2	0,00028	0,00555	0,02319	0,00527	1899,28	0,00057
	3	0,050	1,0	2,01E-05	0,00055	0,00225	0,00053	2621,96	0,000005
	4	0,050	1,2	0,00020	0,00201	0,00611	0,00182	929,20	4,06E-05
	5	0,035	1,0	2,85E-05	0,00130	0,00637	0,00123	4330,37	4,21E-05
10^{-5}	1	0,035	1,0	0,00029	0,00490	0,02060	0,00464	1628,91	0,00045
	2	0,035	1,2	0,00190	0,01630	0,05008	0,01443	759,73	0,00272
	3	0,050	1,0	0,00020	0,00230	0,00701	0,00206	1027,27	0,00005
	4	0,050	1,2	0,00130	0,00722	0,01690	0,00588	439,32	0,00032
	5	0,035	1,0	0,00029	0,00450	0,01640	0,00424	1485,79	0,00029
10^{-4}	1	0,035	1,0	0,00290	0,01860	0,05260	0,01577	553,22	0,00302
	2	0,035	1,2	0,01300	0,05290	0,11391	0,03995	307,40	0,01457
	3	0,050	1,0	0,00200	0,01030	0,02284	0,00827	411,69	0,00059
	4	0,050	1,2	0,00920	0,02780	0,04863	0,01864	203,54	0,00271
	5	0,035	1,0	0,00290	0,01790	0,04519	0,01502	526,96	0,00230
10^{-3}	1	0,035	1,0	0,02850	0,08160	0,14700	0,05312	186,26	0,02400
	2	0,035	1,2	0,08900	0,19300	0,27662	0,10399	116,87	0,08733
	3	0,050	1,0	0,02010	0,05220	0,07901	0,03207	159,61	0,00727
	4	0,050	1,2	0,06270	0,11690	0,14579	0,05420	86,45	0,02419
	5	0,035	1,0	0,02850	0,08010	0,13589	0,05158	180,88	0,02110
0,01	1	0,035	1,0	0,28650	0,43170	0,45650	0,14520	50,69	0,22900
	2	0,035	1,2	0,61120	0,81480	0,71551	0,20360	33,31	0,55341
	3	0,050	1,0	0,20190	0,30530	0,29100	0,10343	51,24	0,09538
	4	0,050	1,2	0,43070	0,55140	0,44646	0,12071	28,03	0,21389
	5	0,035	1,0	0,28650	0,42640	0,44499	0,13989	48,83	0,21760
0,05	1	0,035	1,0	1,46200	1,62010	1,04490	0,15814	10,82	1,11700
	2	0,035	1,2	2,38470	2,53350	1,37854	0,14877	6,24	1,92251
	3	0,050	1,0	1,03030	1,18750	0,73024	0,15720	15,26	0,55796
	4	0,050	1,2	1,68050	1,80527	0,93696	0,12478	7,43	0,89346
	5	0,035	1,0	1,46200	1,60690	1,02994	0,14489	9,91	1,08180

A Tabela 5.5 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p .

Ao fixarmos o percentil $P_{10^{-5}}$ por exemplo, para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP, Vício e o EQM aumentam com valores de δ_j crescente. O mesmo acontece para os casos 3 e 4. Por outro lado, o VR(%) decresce com o aumento dos valores de δ_j . Ao fixarmos o caso 2, por exemplo, as estatísticas aumentam com valores de t_p crescente. Analogamente, para os valores de $P_{10^{-5}}$ a $P_{0,01}$. Podemos observar que para o percentil $P_{0,01}$, casos 1 e 2 o Vício decresce com valores de crescente de δ_j . O mesmo acontece para os casos 3 e 5.

Tabela C.3: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral IV, ns=18; np=14 e N=252.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,035	1,0	2,85E-05	0,00036	0,00145	0,00033	1172,02	2,21E-06
	2	0,035	1,2	0,00028	0,00188	0,00727	0,00160	576,15	0,00006
	3	0,050	1,0	2,01E-05	0,00020	0,00071	0,00018	898,72	5,42E-07
	4	0,050	1,2	0,00020	0,00091	0,00207	0,00071	363,15	4,79E-06
	5	0,035	1,0	2,85E-05	0,00035	0,00130	0,00032	1124,01	1,80E-06
10^{-5}	1	0,035	1,0	0,00030	0,00170	0,00499	0,00146	511,42	2,70E-05
	2	0,035	1,2	0,00190	0,00709	0,01867	0,00519	273,53	0,00038
	3	0,050	1,0	0,00020	0,00100	0,00269	0,00085	421,29	7,97E-06
	4	0,050	1,2	0,00130	0,00400	0,00710	0,00263	196,32	5,71E-05
	5	0,035	1,0	0,00029	0,00170	0,00460	0,00142	497,40	2,32E-05
10^{-4}	1	0,035	1,0	0,00290	0,00920	0,01814	0,00637	223,51	0,00037
	2	0,035	1,2	0,01300	0,02946	0,05138	0,01646	126,68	0,00291
	3	0,050	1,0	0,00200	0,00590	0,01077	0,00392	194,98	0,00013
	4	0,050	1,2	0,00920	0,01840	0,02500	0,00921	100,60	0,00071
	5	0,035	1,0	0,00290	0,00900	0,01732	0,00620	217,46	0,00034
10^{-3}	1	0,035	1,0	0,02850	0,05450	0,07028	0,02602	91,25	0,00562
	2	0,035	1,2	0,08900	0,13560	0,15187	0,04663	52,41	0,02524
	3	0,050	1,0	0,02010	0,03690	0,04579	0,01677	83,43	0,00240
	4	0,050	1,2	0,06270	0,09110	0,08960	0,02844	45,36	0,00883
	5	0,035	1,0	0,02850	0,05330	0,06964	0,02478	86,91	0,00546
0,01	1	0,035	1,0	0,28650	0,36910	0,28412	0,08263	28,84	0,08755
	2	0,035	1,2	0,61120	0,70342	0,46303	0,09224	15,09	0,22291
	3	0,050	1,0	0,20190	0,25820	0,20126	0,05635	27,91	0,04370
	4	0,050	1,2	0,43070	0,49350	0,31440	0,06281	14,58	0,10282
	5	0,035	1,0	0,28650	0,35920	0,29099	0,07270	25,38	0,08996
0,05	1	0,035	1,0	1,46200	1,57150	0,72210	0,10954	7,49	0,53343
	2	0,035	1,2	2,38470	2,45056	0,92726	0,06583	2,76	0,86414
	3	0,050	1,0	1,03030	1,11570	0,53950	0,08548	8,30	0,29840
	4	0,050	1,2	1,68050	1,73670	0,69040	0,05623	3,35	0,47983
	5	0,035	1,0	1,46200	1,53710	0,75114	0,07515	5,14	0,56985

A Tabela 5.6 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p .

Ao fixarmos o percentil $P_{10^{-5}}$ por exemplo, para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP, Vício e o EQM aumentam com valores de δ_j crescente. O mesmo acontece para os casos 3 e 4. Por outro lado, o VR(%) decresce com o aumento dos valores de δ_j . Ao fixarmos o caso 2, por exemplo, as estatísticas aumentam com valores de t_p crescente. Analogamente, para os valores de $P_{10^{-5}}$ a $P_{0,01}$. Podemos observar que para o percentil $P_{0,01}$, casos 1 e 2, o Vício decresce com valores de crescente de δ_j . O mesmo acontece para os casos 3 e 5.

Tabela C.4: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral V, ns=36; np=7 e N=252.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,035	1,0	2,85E-05	0,00019	0,00059	0,00016	554,92	3,68E-07
	2	0,035	1,2	0,00030	0,00050	0,00111	0,00024	85,79	1,28E-06
	3	0,050	1,0	2,01E-05	0,00014	0,00062	0,00012	604,69	4,01E-07
	4	0,050	1,2	0,00020	0,00054	0,00130	0,00034	176,00	1,80E-06
	5	0,035	1,0	2,85E-05	0,00023	0,00083	0,00020	716,26	7,33E-07
10^{-5}	1	0,035	1,0	0,00029	0,00107	0,00260	0,00079	275,97	7,35E-06
	2	0,035	1,2	0,00190	0,00290	0,00416	0,00095	50,20	0,00002
	3	0,050	1,0	0,00020	0,00080	0,00243	0,00059	292,47	6,23E-06
	4	0,050	1,2	0,00134	0,00270	0,00469	0,00138	102,98	2,39E-05
	5	0,035	1,0	0,00029	0,00127	0,00339	0,00098	344,16	1,25E-05
10^{-4}	1	0,035	1,0	0,00285	0,00667	0,01175	0,00382	133,90	0,00015
	2	0,035	1,2	0,01300	0,01660	0,01616	0,00356	27,36	0,00027
	3	0,050	1,0	0,00200	0,00480	0,00988	0,00284	141,15	0,00011
	4	0,050	1,2	0,00916	0,01440	0,01749	0,00528	57,63	0,00033
	5	0,035	1,0	0,00290	0,00750	0,01424	0,00467	163,74	0,00022
10^{-3}	1	0,035	1,0	0,02852	0,04553	0,05438	0,01701	59,65	0,00325
	2	0,035	1,2	0,08900	0,10040	0,06430	0,01138	12,79	0,00426
	3	0,050	1,0	0,02010	0,03300	0,04235	0,01292	64,28	0,00196
	4	0,050	1,2	0,06270	0,08100	0,06665	0,01830	29,18	0,00478
	5	0,035	1,0	0,02850	0,04930	0,06191	0,02076	72,80	0,00426
0,01	1	0,035	1,0	0,28646	0,34626	0,25292	0,05979	20,87	0,06754
	2	0,035	1,2	0,61120	0,63610	0,24931	0,02497	4,09	0,06278
	3	0,050	1,0	0,20190	0,25090	0,18883	0,04900	24,28	0,03806
	4	0,050	1,2	0,43069	0,48120	0,25181	0,05056	11,74	0,06596
	5	0,035	1,0	0,28650	0,36140	0,27562	0,07492	26,15	0,08160
0,05	1	0,035	1,0	1,46200	1,55767	0,70773	0,09567	6,54	0,51003
	2	0,035	1,2	2,38470	2,40510	0,58270	0,02036	0,85	0,33996
	3	0,050	1,0	1,03030	1,12220	0,52603	0,09194	8,92	0,28516
	4	0,050	1,2	1,68049	1,75420	0,60039	0,07367	4,38	0,36590
	5	0,035	1,0	1,46200	1,59020	0,75988	0,12820	8,77	0,59390

A Tabela 5.7 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p .

Para valores de $P_{0,01}$ e $P_{0,05}$, para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP e EQM decrescem com valores de δ_j crescente. Por outro lado, os casos 3 e 4 aumentam. Para valores de $P_{10^{-6}}$ a $P_{10^{-3}}$, o DP e EQM aumentam com o valor de δ_j . O mesmo não acontece para $P_{10^{-4}}$ à $P_{0,05}$ em que o Vício decresce com δ_j crescente. Analogamente para os casos 3 e 4. O VR(%) decresce com o aumento do valor de δ_j com valores de t_p crescente.

Tabela C.5: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Câmara Climática”, Plano Amostral VI, ns=36; np=14 e N=504.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,035	1,0	2,85E-05	0,00011	0,00030	8,30E-05	291,17	9,63E-08
	2	0,035	1,2	0,00028	0,00059	0,00124	0,00031	110,92	1,63E-06
	3	0,050	1,0	2,01E-05	5,76E-05	0,00017	3,75E-05	186,67	3,15E-08
	4	0,050	1,2	0,00020	0,00040	0,00068	0,00018	90,24	4,94E-07
	5	0,035	1,0	2,85E-05	0,00014	0,00049	0,00011	373,83	2,54E-07
10^{-5}	1	0,035	1,0	0,00030	0,00070	0,00149	0,00045	156,33	2,41E-06
	2	0,035	1,2	0,00190	0,00310	0,00474	0,00125	65,59	2,40E-05
	3	0,050	1,0	0,00020	0,00040	0,00085	0,00021	103,10	7,67E-07
	4	0,050	1,2	0,00130	0,00210	0,00276	0,00073	54,77	8,15E-06
	5	0,035	1,0	0,00029	0,00083	0,00214	0,00054	190,59	4,86E-06
10^{-4}	1	0,035	1,0	0,00290	0,00510	0,00755	0,00229	80,38	6,22E-05
	2	0,035	1,2	0,01300	0,01780	0,01836	0,00478	36,80	0,00036
	3	0,050	1,0	0,00200	0,00310	0,00433	0,00109	54,41	2,00E-05
	4	0,050	1,2	0,00920	0,01200	0,01142	0,00285	31,08	0,00014
	5	0,035	1,0	0,00290	0,00550	0,00965	0,00269	94,52	0,00010
10^{-3}	1	0,035	1,0	0,02850	0,03910	0,03872	0,01062	37,24	0,00161
	2	0,035	1,2	0,08900	0,10540	0,07147	0,01646	18,50	0,00538
	3	0,050	1,0	0,02010	0,02520	0,02280	0,00515	25,63	0,00055
	4	0,050	1,2	0,06270	0,07240	0,04759	0,00967	15,42	0,00236
	5	0,035	1,0	0,02850	0,04070	0,04534	0,01219	42,74	0,00220
0,01	1	0,035	1,0	0,28650	0,32470	0,19390	0,03828	13,36	0,03906
	2	0,035	1,2	0,61120	0,65570	0,26820	0,04455	7,29	0,07391
	3	0,050	1,0	0,20190	0,22020	0,11997	0,01830	9,06	0,01473
	4	0,050	1,2	0,43070	0,45470	0,19217	0,02404	5,58	0,03751
	5	0,035	1,0	0,28650	0,32960	0,21565	0,04310	15,05	0,04836
0,05	1	0,035	1,0	1,46200	1,52560	0,55275	0,06358	4,35	0,30957
	2	0,035	1,2	2,38470	2,44800	0,61574	0,06332	2,66	0,38314
	3	0,050	1,0	1,03030	1,05690	0,36292	0,02660	2,58	0,13242
	4	0,050	1,2	1,68050	1,70620	0,47178	0,02571	1,53	0,22324
	5	0,035	1,0	3,15190	3,21200	0,48107	0,06004	1,90	0,23504

A Tabela 5.8 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p . Por exemplo, ao fixarmos $P_{0,01}$ para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP, Vício e EQM aumentam com valores de δ_j crescente. O mesmo acontece para os casos 3 e 4. Por outro lado, o VR(%) decresce com o aumento dos valores de δ_j . Analogamente, para as demais situações, com exceção para os casos 1 e 2, ao fixarmos $P_{0,05}$, por exemplo, em que os valores dos Vícios são similares.

Tabela C.6: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amostral II, ns=12; np=14 e N=168.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,065	2,0	0,01610	0,04013	0,11645	0,02406	149,68	0,00432
	2	0,065	2,4	0,01607	0,04005	0,06357	0,02397	149,17	0,00462
	3	0,093	2,0	0,01130	0,02090	0,02696	0,00956	84,40	0,00082
	4	0,093	2,4	0,03510	0,05620	0,06087	0,02114	60,29	0,00415
	5	0,065	1,0	0,00000	0,00033	0,00146	0,00031	2078,55	0,00000
10^{-5}	1	0,065	2,0	0,05040	0,09551	0,22186	0,04508	89,39	0,01559
	2	0,065	2,4	0,05043	0,09529	0,11811	0,04486	88,95	0,01596
	3	0,093	2,0	0,03550	0,05440	0,05581	0,01890	53,18	0,00347
	4	0,093	2,4	0,09110	0,12630	0,11121	0,03520	38,63	0,01361
	5	0,065	1,0	0,00020	0,00141	0,00462	0,00125	819,56	0,00002
10^{-4}	1	0,065	2,0	0,15820	0,23682	0,41559	0,07859	49,66	0,05540
	2	0,065	2,4	0,15823	0,23638	0,22211	0,07814	49,39	0,05544
	3	0,093	2,0	0,11150	0,14620	0,11543	0,03470	31,13	0,01453
	4	0,093	2,4	0,23690	0,29090	0,20090	0,05400	22,80	0,04328
	5	0,065	1,0	0,00150	0,00654	0,01532	0,00500	326,24	0,00026
10^{-3}	1	0,065	2,0	0,49660	0,61554	0,72031	0,11897	23,96	0,18687
	2	0,065	2,4	0,49656	0,61475	0,41391	0,11819	23,80	0,18530
	3	0,093	2,0	0,34990	0,40570	0,23358	0,05578	15,94	0,05767
	4	0,093	2,4	0,61570	0,68750	0,35113	0,07181	11,66	0,12845
	5	0,065	1,0	0,01530	0,03413	0,05393	0,01878	122,46	0,00326
0,01	1	0,065	2,0	1,56150	1,69395	0,89747	0,13248	8,48	0,53640
	2	0,065	2,4	1,56148	1,69200	0,71849	0,13052	8,36	0,53327
	3	0,093	2,0	1,10040	1,16870	0,43845	0,06831	6,21	0,19690
	4	0,093	2,4	1,60310	1,67540	0,56170	0,07225	4,51	0,32074
	5	0,065	1,0	0,15410	0,20837	0,20067	0,05427	35,22	0,04322
0,05	1	0,065	2,0	3,50800	3,60615	1,93E+14	0,09815	2,80	0,81510
	2	0,065	2,4	3,50800	3,59947	0,90807	0,09147	2,61	0,83297
	3	0,093	2,0	2,47200	2,52720	0,59835	0,05516	2,23	0,36106
	4	0,093	2,4	3,15190	3,20520	0,67782	0,05325	1,69	0,46228
	5	0,065	1,0	0,78650	0,84478	0,49799	0,05830	7,41	0,25140

A Tabela 5.10 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p .

Por exemplo, ao fixarmos $P_{10^{-6}}$ para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP, Vício e VR(%) decrescem com valores de δ_j crescente. O mesmo acontece não acontece para os casos 3 e 4. Por outro lado o EQM aumenta com valores de δ_j crescente para os casos 1, 2, 3 e 4. Analogamente para as demais valores de t_p .

Tabela C.7: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amostral III, ns=18; np=7 e N=126.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,065	2,0	0,01610	0,03530	0,05590	0,01926	119,82	0,00300
	2	0,065	2,4	0,04980	0,08700	0,10907	0,03727	74,88	0,01328
	3	0,093	2,0	0,01130	0,02270	0,03201	0,01140	100,68	0,00116
	4	0,093	2,4	0,03510	0,05609	0,06344	0,02102	59,95	0,00447
	5	0,065	1,0	0,00000	0,00030	0,00095	0,00026	1714,58	0,00000
10^{-5}	1	0,065	2,0	0,05040	0,08750	0,10790	0,03711	73,58	0,01300
	2	0,065	2,4	0,12930	0,19050	0,19006	0,06116	47,29	0,03986
	3	0,093	2,0	0,03550	0,05840	0,06482	0,02282	64,20	0,00472
	4	0,093	2,4	0,09110	0,12700	0,11349	0,03586	39,35	0,01417
	5	0,065	1,0	0,00020	0,00130	0,00349	0,00112	727,93	0,00000
10^{-4}	1	0,065	2,0	0,15820	0,22530	0,20980	0,06702	42,36	0,04800
	2	0,065	2,4	0,33610	0,42870	0,33152	0,09260	27,55	0,11848
	3	0,093	2,0	0,11150	0,15460	0,13157	0,04308	38,64	0,01917
	4	0,093	2,4	0,23690	0,29411	0,20259	0,05724	24,17	0,04432
	5	0,065	1,0	0,00150	0,00620	0,01325	0,00471	307,4	0,00020
10^{-3}	1	0,065	2,0	0,49660	0,60370	0,40410	0,10709	21,57	0,17500
	2	0,065	2,4	0,87370	0,99480	0,56695	0,12107	13,86	0,33609
	3	0,093	2,0	0,34990	0,42330	0,26331	0,07333	20,96	0,07471
	4	0,093	2,4	0,61570	0,69706	0,35433	0,08137	13,22	0,13217
	5	0,065	1,0	0,01530	0,03400	0,05206	0,01868	121,74	0,00310
0,01	1	0,065	2,0	1,56150	1,69380	0,73720	0,13229	8,47	0,56100
	2	0,065	2,4	2,27490	2,39130	0,90226	0,11637	5,12	0,82761
	3	0,093	2,0	1,10040	1,20200	0,49860	0,10167	9,24	0,25894
	4	0,093	2,4	1,60310	1,69492	0,58208	0,09183	5,73	0,34725
	5	0,065	1,0	0,15410	0,21280	0,20957	0,05875	38,12	0,04740
0,05	1	0,065	2,0	3,50800	3,61700	1,00660	0,10899	3,11	1,02500
	2	0,065	2,4	4,47280	4,54760	1,10071	0,07481	1,67	1,21717
	3	0,093	2,0	2,47200	2,56970	0,71108	0,09764	3,95	0,51517
	4	0,093	2,4	3,15190	3,22417	0,74918	0,07225	2,29	0,56649
	5	0,065	1,0	0,78650	0,86700	0,54305	0,08056	10,24	0,30140

A Tabela 5.11 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p .

Por exemplo, ao fixarmos $P_{0,01}$ e $P_{0,05}$ para os casos 1 e 2, o Vício decresce com valores de δ_j crescente. O mesmo acontece para os casos 3 e 4. Para os percentis $P_{10^{-6}}$ a $P_{10^{-3}}$ para os casos 1 e 2, o Vício aumenta com valores de δ_j crescente. Ao fixarmos o percentil $P_{10^{-6}}$ para caso 1 e 2, as estatísticas tais como o DP e EQM aumentam com valores de δ_j crescente. Analogamente para os casos 3 e 4. Por outro lado, o VR(%) decresce com valores de δ_j crescente.

Tabela C.8: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amostral IV, ns=18; np=14 e N=252.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,065	2,0	0,01610	0,02560	0,02787	0,00950	59,11	0,00087
	2	0,065	2,4	0,04980	0,06814	0,05579	0,01837	36,92	0,00345
	3	0,093	2,0	0,01130	0,01580	0,01582	0,00448	39,53	0,00030
	4	0,093	2,4	0,03510	0,04470	0,03460	0,00963	27,47	0,00129
	5	0,065	1,0	0,00000	0,00010	0,00032	0,00009	570,99	1,09E-07
10^{-5}	1	0,065	2,0	0,05040	0,06970	0,06061	0,01928	38,24	0,00405
	2	0,065	2,4	0,12930	0,16117	0,10798	0,03184	24,62	0,01267
	3	0,093	2,0	0,03550	0,04470	0,03534	0,00916	25,78	0,00130
	4	0,093	2,4	0,09110	0,10790	0,06780	0,01681	18,44	0,00487
	5	0,065	1,0	0,00020	0,00060	0,00139	0,00044	287,48	2,12E-06
10^{-4}	1	0,065	2,0	0,15820	0,19460	0,13066	0,03635	22,97	0,01839
	2	0,065	2,4	0,33610	0,38715	0,20511	0,05103	15,18	0,04467
	3	0,093	2,0	0,11150	0,12880	0,07831	0,01734	15,56	0,00640
	4	0,093	2,4	0,23690	0,26400	0,13030	0,02714	11,46	0,01771
	5	0,065	1,0	0,00150	0,00370	0,00629	0,00216	140,98	4,42E-05
10^{-3}	1	0,065	2,0	0,49660	0,55690	0,27301	0,06036	12,16	0,07818
	2	0,065	2,4	0,87370	0,94550	0,37372	0,07180	8,22	0,14483
	3	0,093	2,0	0,34990	0,37860	0,16871	0,02866	8,19	0,02930
	4	0,093	2,4	0,61570	0,65420	0,24100	0,03854	6,26	0,05956
	5	0,065	1,0	0,01530	0,02500	0,02948	0,00971	63,27	0,00096
0,01	1	0,065	2,0	1,56150	1,64010	0,52295	0,07866	5,04	0,27966
	2	0,065	2,4	2,27490	2,35433	0,61782	0,07943	3,49	0,38801
	3	0,093	2,0	1,10040	1,13630	0,33770	0,03593	3,27	0,11530
	4	0,093	2,4	1,60310	1,64570	0,41000	0,04256	2,66	0,16994
	5	0,065	1,0	0,15410	0,18830	0,13974	0,03423	22,21	0,02070
0,05	1	0,065	2,0	3,50800	3,57930	0,71796	0,07129	2,03	0,52055
	2	0,065	2,4	4,47280	4,53809	0,76177	0,06529	1,46	0,58456
	3	0,093	2,0	2,47200	2,50000	0,49379	0,02795	1,13	0,24460
	4	0,093	2,4	3,15190	3,18400	0,53350	0,03206	1,02	0,28565
	5	0,065	1,0	0,78650	0,84150	0,39497	0,05505	7,00	0,15903

A Tabela 5.12 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p . Por exemplo, ao fixarmos $P_{10^{-6}}$ para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como o DP, Vício e EQM aumentam com valores de δ_j crescente. O mesmo acontece para os casos 3 e 4. Por outro lado, o VR(%) decresce com valores de δ_j crescente. Analogamente, para as demais situações, com exceção para os casos 1 e 2 ao fixarmos $P_{0,05}$, em que os valores do Vício decrescem com valores de δ_j crescente.

Tabela C.9: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amostral V, ns=36; np=7 e N=252.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,065	2,0	0,01607	0,02527	0,02810	0,00920	57,21	0,00087
	2	0,065	2,4	0,04980	0,05690	0,02999	0,00714	14,34	0,00095
	3	0,093	2,0	0,01130	0,02040	0,02565	0,00909	80,24	0,00074
	4	0,093	2,4	0,03507	0,05320	0,05468	0,01814	51,72	0,00332
	5	0,065	1,0	0,00000	0,00010	0,00018	0,00005	338,72	0,00000
10^{-5}	1	0,065	2,0	0,05043	0,06997	0,05973	0,01954	38,74	0,00395
	2	0,065	2,4	0,12930	0,14240	0,06064	0,01311	10,13	0,00385
	3	0,093	2,0	0,03550	0,05450	0,05293	0,01900	53,47	0,00316
	4	0,093	2,4	0,09114	0,12310	0,09853	0,03198	35,08	0,01073
	5	0,065	1,0	0,00020	0,00040	0,00091	0,00028	184,61	0,00000
10^{-4}	1	0,065	2,0	0,15823	0,19776	0,12700	0,03952	24,98	0,01769
	2	0,065	2,4	0,33610	0,35880	0,11960	0,02265	6,74	0,01482
	3	0,093	2,0	0,11150	0,14950	0,10930	0,03795	34,03	0,01339
	4	0,093	2,4	0,23686	0,29040	0,17615	0,05352	22,60	0,03390
	5	0,065	1,0	0,00150	0,00300	0,00466	0,00149	96,90	0,00000
10^{-3}	1	0,065	2,0	0,49656	0,57020	0,26494	0,07364	14,83	0,07562
	2	0,065	2,4	0,87370	0,90930	0,22542	0,03564	4,08	0,05208
	3	0,093	2,0	0,34990	0,41990	0,22196	0,07003	20,01	0,05417
	4	0,093	2,4	0,61569	0,69790	0,30638	0,08221	13,35	0,10063
	5	0,065	1,0	0,01530	0,02240	0,02421	0,00709	46,21	0,00060
0,01	1	0,065	2,0	1,56148	1,67962	0,52052	0,11814	7,57	0,28490
	2	0,065	2,4	2,27490	2,32240	0,38943	0,04748	2,09	0,15391
	3	0,093	2,0	1,10040	1,21170	0,42624	0,11132	10,12	0,19407
	4	0,093	2,4	1,60310	1,71080	0,49719	0,10767	6,72	0,25879
	5	0,065	1,0	0,15410	0,18070	0,12608	0,02659	17,26	0,01660
0,05	1	0,065	2,0	3,50800	3,64569	0,76531	0,13769	3,93	0,60466
	2	0,065	2,4	4,47280	4,52020	0,51477	0,04743	1,06	0,26724
	3	0,093	2,0	2,47200	2,59970	0,61983	0,12766	5,16	0,40048
	4	0,093	2,4	3,15193	3,25830	0,63486	0,10641	3,38	0,41437
	5	0,065	1,0	0,78650	0,83090	0,38688	0,04444	5,65	0,15160

A Tabela 5.13 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p . Por exemplo, ao fixarmos $P_{10^{-6}}$ para os casos 1 e 2, o Vício decresce com valores de δ_j crescente. O mesmo não acontece para os casos 3 e 4 em que o Vício aumenta com valores de δ_j crescente. Analogamente para os demais valores de t_p .

Para todos os valores de t_p , o VR(%) decresce com valores de δ_j crescente para os casos 1 e 2. Analogamente para os casos 3 e 4. Para os valores dos percentis $P_{10^{-4}}$ a $P_{0,05}$, para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP e EQM decrescem com valores de δ_j crescente. Por outro lado, para os casos 3 e 4 o DP e EQM

aumentam com os valores de δ_j crescente.

Tabela C.10: Resultados (1000 amostras)- Percentis t_p para “Estufa”, Plano Amostral VI, ns=36; np=14 e N=504.

p	Casos	α_j	δ_j	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
10^{-6}	1	0,065	2,0	0,01610	0,02000	0,01418	0,00391	24,31	0,00022
	2	0,065	2,4	0,04980	0,05790	0,02953	0,00812	16,31	0,00094
	3	0,093	2,0	0,01130	0,01630	0,01358	0,00495	43,71	0,00021
	4	0,093	2,4	0,03510	0,04380	0,02998	0,00877	25,01	0,00098
	5	0,065	1,0	1,53E-05	3,49E-05	0,00007	0,00002	127,73	5,42E-09
10^{-5}	1	0,065	2,0	0,05040	0,05900	0,03341	0,00853	16,91	0,00119
	2	0,065	2,4	0,12930	0,14460	0,05993	0,01526	11,80	0,00382
	3	0,093	2,0	0,03550	0,04650	0,03112	0,01092	30,74	0,00109
	4	0,093	2,4	0,09110	0,10720	0,05911	0,01601	17,57	0,00375
	5	0,065	1,0	0,00015	0,00027	0,00041	0,00012	75,82	1,84E-07
10^{-4}	1	0,065	2,0	0,15820	0,17580	0,07729	0,01756	11,09	0,00628
	2	0,065	2,4	0,33610	0,36330	0,11857	0,02722	8,10	0,01480
	3	0,093	2,0	0,11150	0,13450	0,07007	0,02299	20,62	0,00544
	4	0,093	2,4	0,23690	0,26450	0,11411	0,02763	11,66	0,01379
	5	0,065	1,0	0,00150	0,00220	0,00244	0,00065	42,21	6,39E-06
10^{-3}	1	0,065	2,0	0,49660	0,52950	0,17210	0,03293	6,63	0,03070
	2	0,065	2,4	0,87370	0,91860	0,22408	0,04490	5,14	0,05223
	3	0,093	2,0	0,34990	0,39480	0,15212	0,04487	12,82	0,02515
	4	0,093	2,4	0,61570	0,65930	0,21173	0,04362	7,08	0,04673
	5	0,065	1,0	0,01530	0,01850	0,01456	0,00316	20,62	0,00022
0,01	1	0,065	2,0	1,56150	1,61390	0,35406	0,05246	3,36	0,12811
	2	0,065	2,4	2,27490	2,33980	0,38774	0,06494	2,86	0,15456
	3	0,093	2,0	1,10040	1,17710	0,30610	0,07675	6,98	0,09959
	4	0,093	2,4	1,60310	1,66190	0,36301	0,05883	3,67	0,13524
	5	0,065	1,0	0,15410	0,16550	0,08475	0,01142	7,41	0,00731
0,05	1	0,065	2,0	3,50800	3,56790	0,53159	0,05995	1,71	0,28618
	2	0,065	2,4	4,47280	4,54560	0,51231	0,07277	1,63	0,26775
	3	0,093	2,0	2,47200	2,56790	0,45388	0,09584	3,88	0,21519
	4	0,093	2,4	3,15190	3,21200	0,48107	0,06004	1,90	0,23504
	5	0,065	1,0	0,78650	0,80300	0,27319	0,01648	2,10	0,07490

A Tabela 5.14 apresenta as estatísticas para os diversos casos dos valores de t_p .

Para o percentil $P_{0,05}$ para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP e EQM decrescem com valores de δ_j crescente.

Ao fixarmos o percentil $P_{10^{-6}}$ para os casos 1 e 2, as estatísticas tais como DP, Vício e EQM aumentam à medida que o valor de δ_j cresce. Por outro lado, o VR(%) decresce para este valor. Analogamente para os valores de $P_{10^{-5}}$ a $P_{0,01}$.

C.2 Resultados de Simulação para Frações de Falha (t_0)

Tabela C.11: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 2, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,01796	0,03147	0,03788	0,01351	75,22	0,00162
2	0,04070	0,04894	0,03960	0,00824	20,24	0,00164
3	0,06529	0,06791	0,04104	0,00262	4,02	0,00169
4	0,09088	0,08857	0,04234	-0,00231	2,54	0,00180
5	0,11702	0,11092	0,04376	-0,00610	5,21	0,00195
6	0,14342	0,13493	0,04582	-0,00849	5,92	0,00217
7	0,16988	0,16052	0,04926	-0,00936	5,51	0,00251
8	0,19625	0,18756	0,05494	-0,00869	4,43	0,00309
9	0,22240	0,21588	0,06356	-0,00653	2,94	0,00408
10	0,24826	0,24522	0,07538	-0,00304	1,22	0,00569
11	0,27375	0,27529	0,09023	0,00154	0,56	0,00814
12	0,29881	0,30567	0,10750	0,00686	2,30	0,01160

Tabela C.12: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 3, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,04857	0,06148	0,05689	0,01291	26,58	0,00340
2	0,09478	0,10015	0,05772	0,00538	5,67	0,00336
3	0,13874	0,13826	0,05658	-0,00048	0,35	0,00320
4	0,18057	0,17618	0,05453	-0,00439	2,43	0,00299
5	0,22037	0,21387	0,05272	-0,00650	2,95	0,00282
6	0,25824	0,25117	0,05242	-0,00707	2,74	0,00280
7	0,29426	0,28787	0,05481	-0,00639	2,17	0,00304
8	0,32854	0,32378	0,06043	-0,00476	1,45	0,00367
9	0,36115	0,35869	0,06903	-0,00246	0,68	0,00477
10	0,39218	0,39240	0,07987	0,00022	0,06	0,00638
11	0,42170	0,42471	0,09205	0,00302	0,72	0,00848
12	0,44978	0,45549	0,10473	0,00570	1,27	0,01100

Tabela C.13: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 4, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,02718	0,03916	0,04332	0,01198	44,09	0,00202
2	0,06122	0,06798	0,04764	0,00676	11,04	0,00231
3	0,09756	0,09871	0,05025	0,00115	1,18	0,00253
4	0,13486	0,13132	0,05139	-0,00354	2,63	0,00265
5	0,17240	0,16561	0,05153	-0,00679	3,94	0,00270
6	0,20974	0,20132	0,05155	-0,00842	4,01	0,00273
7	0,24655	0,23814	0,05284	-0,00842	3,41	0,00286
8	0,28264	0,27572	0,05696	-0,00692	2,45	0,00329
9	0,31783	0,31365	0,06495	-0,00418	1,31	0,00424
10	0,35202	0,35149	0,07671	-0,00053	0,15	0,00588
11	0,38513	0,38874	0,09127	0,00361	0,94	0,00834
12	0,41710	0,42492	0,10729	0,00783	1,88	0,01157

Tabela C.14: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral I, Caso 5, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,05182	0,05192	0,01735	50,31	0,00300
2	0,06776	0,07823	0,05179	0,01047	15,45	0,00279
3	0,09990	0,10443	0,05091	0,00452	4,53	0,00261
4	0,13094	0,13094	0,04968	0,00001	0,01	0,00247
5	0,16090	0,15789	0,04873	-0,00301	1,87	0,00238
6	0,18983	0,18523	0,04894	-0,00459	2,42	0,00242
7	0,21776	0,21290	0,05136	-0,00486	2,23	0,00266
8	0,24473	0,24075	0,05678	-0,00398	1,63	0,00324
9	0,27077	0,26862	0,06538	-0,00214	0,79	0,00428
10	0,29591	0,29634	0,07675	0,00043	0,15	0,00589
11	0,32018	0,32369	0,09012	0,00351	1,09	0,00813
12	0,34362	0,35044	0,10469	0,00683	1,99	0,01101

Tabela C.15: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 1, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,04088	0,03421	0,00640	18,57	0,00121
2	0,06776	0,07025	0,03596	0,00248	3,66	0,00130
3	0,09990	0,09925	0,03564	-0,00065	0,65	0,00127
4	0,13094	0,12816	0,03425	-0,00277	2,12	0,00118
5	0,16090	0,15698	0,03274	-0,00392	2,44	0,00109
6	0,18983	0,18562	0,03220	-0,00421	2,22	0,00105
7	0,21776	0,21399	0,03367	-0,00377	1,73	0,00115
8	0,24473	0,24199	0,03766	-0,00274	1,12	0,00143
9	0,27077	0,26951	0,04399	-0,00125	0,46	0,00194
10	0,29591	0,29647	0,05207	0,00057	0,19	0,00271
11	0,32018	0,32278	0,06129	0,00260	0,81	0,00376
12	0,34362	0,34836	0,07117	0,00474	1,38	0,00509

Tabela C.16: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 2, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,04183	0,03549	0,00735	21,33	0,00131
2	0,06776	0,07130	0,03689	0,00354	5,22	0,00137
3	0,09990	0,10028	0,03647	0,00038	0,38	0,00133
4	0,13094	0,12909	0,03513	-0,00185	1,41	0,00124
5	0,16090	0,15775	0,03379	-0,00315	1,96	0,00115
6	0,18983	0,18621	0,03350	-0,00362	1,91	0,00114
7	0,21776	0,21437	0,03525	-0,00338	1,55	0,00125
8	0,24473	0,24216	0,03950	-0,00257	1,05	0,00157
9	0,27077	0,26946	0,04608	-0,00131	0,48	0,00212
10	0,29591	0,29619	0,05441	0,00028	0,09	0,00296
11	0,32018	0,32226	0,06389	0,00208	0,65	0,00409
12	0,34362	0,34759	0,07402	0,00397	1,16	0,00549

Tabela C.17: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 3, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,04857	0,05769	0,03933	0,00912	18,77	0,00163
2	0,09478	0,10030	0,04144	0,00552	5,82	0,00175
3	0,13874	0,14099	0,04042	0,00225	1,62	0,00164
4	0,18057	0,18035	0,03804	-0,00022	0,12	0,00145
5	0,22037	0,21847	0,03583	-0,00190	0,86	0,00129
6	0,25824	0,25534	0,03532	-0,00289	1,12	0,00126
7	0,29426	0,29093	0,03762	-0,00333	1,13	0,00143
8	0,32854	0,32516	0,04285	-0,00337	1,03	0,00185
9	0,36115	0,35801	0,05029	-0,00314	0,87	0,00254
10	0,39218	0,38941	0,05906	-0,00276	0,70	0,00350
11	0,42170	0,41936	0,06845	-0,00234	0,55	0,00469
12	0,44978	0,44784	0,07797	-0,00194	0,43	0,00608

Tabela C.18: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 4, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,02718	0,03356	0,02853	0,00638	23,48	0,00085
2	0,06122	0,06553	0,03384	0,00431	7,04	0,00116
3	0,09756	0,09939	0,03625	0,00183	1,88	0,00132
4	0,13486	0,13464	0,03669	-0,00022	0,16	0,00135
5	0,17240	0,17084	0,03614	-0,00156	0,91	0,00131
6	0,20974	0,20758	0,03579	-0,00216	1,03	0,00129
7	0,24655	0,24451	0,03700	-0,00204	0,83	0,00137
8	0,28264	0,28131	0,04080	-0,00132	0,47	0,00167
9	0,31783	0,31767	0,04737	-0,00015	0,05	0,00224
10	0,35202	0,35333	0,05613	0,00131	0,37	0,00315
11	0,38513	0,38804	0,06627	0,00291	0,76	0,00440
12	0,41710	0,42159	0,07702	0,00449	1,08	0,00595

Tabela C.19: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral II, Caso 5, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,04314	0,03631	0,00866	25,12	0,00139
2	0,06776	0,07279	0,03729	0,00503	7,42	0,00142
3	0,09990	0,10178	0,03648	0,00188	1,88	0,00133
4	0,13094	0,13051	0,03473	-0,00042	0,32	0,00121
5	0,16090	0,15904	0,03299	-0,00186	1,16	0,00109
6	0,18983	0,18732	0,03240	-0,00251	1,32	0,00106
7	0,21776	0,21527	0,03405	-0,00249	1,14	0,00117
8	0,24473	0,24282	0,03842	-0,00191	0,78	0,00148
9	0,27077	0,26987	0,04525	-0,00089	0,33	0,00205
10	0,29591	0,29634	0,05386	0,00043	0,15	0,00290
11	0,32018	0,32214	0,06360	0,00196	0,61	0,00405
12	0,34362	0,34719	0,07396	0,00358	1,04	0,00548

Tabela C.20: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 1, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,04536	0,04203	0,01088	31,56	0,00188
2	0,06776	0,07587	0,04612	0,00811	11,97	0,00219
3	0,09990	0,10497	0,04778	0,00507	5,08	0,00231
4	0,13094	0,13331	0,04792	0,00238	1,82	0,00230
5	0,16090	0,16108	0,04711	0,00018	0,11	0,00222
6	0,18983	0,18834	0,04580	-0,00149	0,79	0,00210
7	0,21776	0,21509	0,04444	-0,00267	1,23	0,00198
8	0,24473	0,24132	0,04348	-0,00340	1,39	0,00190
9	0,27077	0,26702	0,04333	-0,00374	1,38	0,00189
10	0,29591	0,29215	0,04433	-0,00375	1,27	0,00198
11	0,32018	0,31669	0,04666	-0,00350	1,09	0,00219
12	0,34362	0,34059	0,05030	-0,00303	0,88	0,00254
13	0,36625	0,36384	0,05505	-0,00241	0,66	0,00304
14	0,38810	0,38641	0,06066	-0,00168	0,43	0,00368
15	0,40919	0,40828	0,06687	-0,00091	0,22	0,00447
16	0,42956	0,42943	0,07343	-0,00013	0,03	0,00539
17	0,44923	0,44985	0,08014	0,00062	0,14	0,00642
18	0,46822	0,46952	0,08682	0,00130	0,28	0,00754

Tabela C.21: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 2, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,01796	0,02750	0,03415	0,00954	53,14	0,00126
2	0,04070	0,04842	0,03755	0,00772	18,96	0,00147
3	0,06529	0,07031	0,03976	0,00502	7,69	0,00161
4	0,09088	0,09312	0,04100	0,00224	2,47	0,00169
5	0,11702	0,11672	0,04147	-0,00030	0,26	0,00172
6	0,14342	0,14097	0,04144	-0,00246	1,71	0,00172
7	0,16988	0,16573	0,04122	-0,00415	2,44	0,00172
8	0,19625	0,19088	0,04121	-0,00537	2,74	0,00173
9	0,22240	0,21629	0,04183	-0,00612	2,75	0,00179
10	0,24826	0,24184	0,04347	-0,00642	2,59	0,00193
11	0,27375	0,26741	0,04639	-0,00633	2,31	0,00219
12	0,29881	0,29291	0,05069	-0,00590	1,98	0,00260
13	0,32340	0,31821	0,05628	-0,00519	1,61	0,00319
14	0,34749	0,34321	0,06293	-0,00427	1,23	0,00398
15	0,37104	0,36783	0,07041	-0,00320	0,86	0,00497
16	0,39403	0,39198	0,07844	-0,00206	0,52	0,00616
17	0,41646	0,41556	0,08680	-0,00090	0,22	0,00753
18	0,43830	0,43852	0,09526	0,00021	0,05	0,00907

Tabela C.22: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 3, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,04857	0,05751	0,04760	0,00894	18,42	0,00235
2	0,09478	0,09994	0,05261	0,00516	5,45	0,00279
3	0,13874	0,14032	0,05422	0,00157	1,14	0,00294
4	0,18057	0,17927	0,05379	-0,00130	0,72	0,00289
5	0,22037	0,21695	0,05219	-0,00342	1,55	0,00274
6	0,25824	0,25339	0,05014	-0,00485	1,88	0,00254
7	0,29426	0,28858	0,04829	-0,00568	1,93	0,00236
8	0,32854	0,32251	0,04720	-0,00603	1,84	0,00226
9	0,36115	0,35515	0,04733	-0,00600	1,66	0,00228
10	0,39218	0,38648	0,04887	-0,00569	1,45	0,00242
11	0,42170	0,41651	0,05179	-0,00519	1,23	0,00271
12	0,44978	0,44521	0,05583	-0,00457	1,02	0,00314
13	0,47651	0,47261	0,06068	-0,00390	0,82	0,00370
14	0,50193	0,49870	0,06600	-0,00323	0,64	0,00437
15	0,52612	0,52351	0,07154	-0,00261	0,50	0,00513
16	0,54914	0,54706	0,07709	-0,00208	0,38	0,00595
17	0,57104	0,56939	0,08249	-0,00165	0,29	0,00681
18	0,59187	0,59053	0,08763	-0,00134	0,23	0,00768

Tabela C.23: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 4, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,02718	0,03455	0,03074	0,00738	27,14	0,00100
2	0,06122	0,06740	0,03968	0,00617	10,08	0,00161
3	0,09756	0,10142	0,04518	0,00385	3,95	0,00206
4	0,13486	0,13625	0,04822	0,00139	1,03	0,00233
5	0,17240	0,17157	0,04944	-0,00083	0,48	0,00244
6	0,20974	0,20708	0,04941	-0,00265	1,26	0,00245
7	0,24655	0,24254	0,04867	-0,00402	1,63	0,00238
8	0,28264	0,27770	0,04777	-0,00493	1,74	0,00231
9	0,31783	0,31239	0,04727	-0,00543	1,71	0,00226
10	0,35202	0,34643	0,04764	-0,00559	1,59	0,00230
11	0,38513	0,37967	0,04921	-0,00546	1,42	0,00245
12	0,41710	0,41197	0,05207	-0,00512	1,23	0,00274
13	0,44789	0,44324	0,05608	-0,00466	1,04	0,00317
14	0,47750	0,47338	0,06098	-0,00412	0,86	0,00374
15	0,50590	0,50232	0,06645	-0,00358	0,71	0,00443
16	0,53311	0,53001	0,07220	-0,00309	0,58	0,00522
17	0,55913	0,55642	0,07797	-0,00270	0,48	0,00609
18	0,58397	0,58153	0,08358	-0,00244	0,42	0,00699

Tabela C.24: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral III, Caso 5, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,04497	0,04058	0,01049	30,43	0,00176
2	0,06776	0,07563	0,04468	0,00787	11,61	0,00206
3	0,09990	0,10487	0,04640	0,00497	4,97	0,00218
4	0,13094	0,13334	0,04659	0,00241	1,84	0,00218
5	0,16090	0,16124	0,04579	0,00034	0,21	0,00210
6	0,18983	0,18862	0,04449	-0,00121	0,64	0,00198
7	0,21776	0,21549	0,04319	-0,00227	1,04	0,00187
8	0,24473	0,24184	0,04236	-0,00289	1,18	0,00180
9	0,27077	0,26764	0,04245	-0,00313	1,16	0,00181
10	0,29591	0,29285	0,04379	-0,00305	1,03	0,00193
11	0,32018	0,31746	0,04649	-0,00272	0,85	0,00217
12	0,34362	0,34143	0,05048	-0,00219	0,64	0,00255
13	0,36625	0,36472	0,05553	-0,00153	0,42	0,00309
14	0,38810	0,38733	0,06138	-0,00077	0,20	0,00377
15	0,40919	0,40922	0,06775	0,00003	0,01	0,00459
16	0,42956	0,43038	0,07442	0,00082	0,19	0,00554
17	0,44923	0,45081	0,08122	0,00158	0,35	0,00660
18	0,46822	0,47049	0,08798	0,00227	0,49	0,00775

Tabela C.25: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 1, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,03823	0,02563	0,00375	10,88	0,00067
2	0,06776	0,07001	0,03041	0,00225	3,31	0,00093
3	0,09990	0,10063	0,03254	0,00073	0,73	0,00106
4	0,13094	0,13042	0,03310	-0,00052	0,39	0,00110
5	0,16090	0,15946	0,03271	-0,00143	0,89	0,00107
6	0,18983	0,18779	0,03180	-0,00204	1,07	0,00102
7	0,21776	0,21540	0,03079	-0,00236	1,08	0,00095
8	0,24473	0,24229	0,03004	-0,00243	0,99	0,00091
9	0,27077	0,26846	0,02986	-0,00231	0,85	0,00090
10	0,29591	0,29389	0,03050	-0,00201	0,68	0,00093
11	0,32018	0,31859	0,03205	-0,00159	0,50	0,00103
12	0,34362	0,34255	0,03446	-0,00107	0,31	0,00119
13	0,36625	0,36577	0,03761	-0,00047	0,13	0,00141
14	0,38810	0,38826	0,04130	0,00016	0,04	0,00171
15	0,40919	0,41001	0,04538	0,00081	0,20	0,00206
16	0,42956	0,43103	0,04970	0,00147	0,34	0,00247
17	0,44923	0,45133	0,05413	0,00210	0,47	0,00293
18	0,46822	0,47093	0,05859	0,00271	0,58	0,00344

Tabela C.26: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 2, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,01796	0,02141	0,01628	0,00345	19,23	0,00028
2	0,04070	0,04387	0,02237	0,00317	7,80	0,00051
3	0,06529	0,06758	0,02627	0,00229	3,51	0,00070
4	0,09088	0,09216	0,02860	0,00129	1,41	0,00082
5	0,11702	0,11737	0,02974	0,00035	0,30	0,00088
6	0,14342	0,14299	0,03004	-0,00043	0,30	0,00090
7	0,16988	0,16888	0,02983	-0,00100	0,59	0,00089
8	0,19625	0,19488	0,02943	-0,00137	0,70	0,00087
9	0,22240	0,22088	0,02922	-0,00152	0,68	0,00086
10	0,24826	0,24678	0,02955	-0,00148	0,60	0,00088
11	0,27375	0,27248	0,03071	-0,00127	0,47	0,00094
12	0,29881	0,29789	0,03284	-0,00092	0,31	0,00108
13	0,32340	0,32295	0,03595	-0,00045	0,14	0,00129
14	0,34749	0,34758	0,03989	0,00010	0,03	0,00159
15	0,37104	0,37174	0,04448	0,00070	0,19	0,00198
16	0,39403	0,39537	0,04952	0,00133	0,34	0,00245
17	0,41646	0,41842	0,05485	0,00196	0,47	0,00301
18	0,43830	0,44087	0,06030	0,00257	0,59	0,00364

Tabela C.27: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 3, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,04857	0,05192	0,02618	0,00335	6,91	0,00070
2	0,09478	0,09651	0,03415	0,00173	1,83	0,00117
3	0,13874	0,13880	0,03764	0,00006	0,04	0,00142
4	0,18057	0,17928	0,03869	-0,00130	0,72	0,00150
5	0,22037	0,21810	0,03834	-0,00227	1,03	0,00148
6	0,25824	0,25534	0,03730	-0,00289	1,12	0,00140
7	0,29426	0,29105	0,03614	-0,00321	1,09	0,00132
8	0,32854	0,32526	0,03532	-0,00328	1,00	0,00126
9	0,36115	0,35799	0,03517	-0,00316	0,87	0,00125
10	0,39218	0,38928	0,03591	-0,00290	0,74	0,00130
11	0,42170	0,41916	0,03754	-0,00254	0,60	0,00142
12	0,44978	0,44766	0,03997	-0,00212	0,47	0,00160
13	0,47651	0,47482	0,04299	-0,00168	0,35	0,00185
14	0,50193	0,50068	0,04640	-0,00125	0,25	0,00215
15	0,52612	0,52528	0,05002	-0,00084	0,16	0,00250
16	0,54914	0,54866	0,05371	-0,00048	0,09	0,00288
17	0,57104	0,57086	0,05734	-0,00017	0,03	0,00329
18	0,59187	0,59194	0,06085	0,00007	0,01	0,00370

Tabela C.28: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 4, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,02718	0,03111	0,01950	0,00393	14,46	0,00040
2	0,06122	0,06478	0,02790	0,00355	5,80	0,00079
3	0,09756	0,10003	0,03279	0,00247	2,53	0,00108
4	0,13486	0,13615	0,03531	0,00129	0,95	0,00125
5	0,17240	0,17263	0,03619	0,00023	0,13	0,00131
6	0,20974	0,20913	0,03597	-0,00061	0,29	0,00129
7	0,24655	0,24535	0,03519	-0,00120	0,49	0,00124
8	0,28264	0,28108	0,03433	-0,00156	0,55	0,00118
9	0,31783	0,31612	0,03386	-0,00170	0,54	0,00115
10	0,35202	0,35034	0,03417	-0,00168	0,48	0,00117
11	0,38513	0,38361	0,03546	-0,00151	0,39	0,00126
12	0,41710	0,41584	0,03774	-0,00126	0,30	0,00143
13	0,44789	0,44695	0,04087	-0,00095	0,21	0,00167
14	0,47750	0,47688	0,04462	-0,00062	0,13	0,00199
15	0,50590	0,50560	0,04874	-0,00030	0,06	0,00238
16	0,53311	0,53308	0,05303	-0,00003	0,01	0,00281
17	0,55913	0,55931	0,05731	0,00019	0,03	0,00328
18	0,58397	0,58430	0,06147	0,00033	0,06	0,00378

Tabela C.29: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral IV, Caso 5, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,03958	0,02557	0,00511	14,82	0,00068
2	0,06776	0,07173	0,03103	0,00396	5,85	0,00098
3	0,09990	0,10241	0,03365	0,00251	2,51	0,00114
4	0,13094	0,13211	0,03459	0,00117	0,90	0,00120
5	0,16090	0,16096	0,03450	0,00007	0,04	0,00119
6	0,18983	0,18904	0,03386	-0,00079	0,42	0,00115
7	0,21776	0,21635	0,03309	-0,00141	0,65	0,00110
8	0,24473	0,24292	0,03254	-0,00181	0,74	0,00106
9	0,27077	0,26874	0,03253	-0,00203	0,75	0,00106
10	0,29591	0,29382	0,03326	-0,00209	0,71	0,00111
11	0,32018	0,31816	0,03485	-0,00203	0,63	0,00122
12	0,34362	0,34175	0,03726	-0,00186	0,54	0,00139
13	0,36625	0,36462	0,04037	-0,00163	0,45	0,00163
14	0,38810	0,38674	0,04403	-0,00135	0,35	0,00194
15	0,40919	0,40815	0,04809	-0,00105	0,26	0,00231
16	0,42956	0,42883	0,05239	-0,00073	0,17	0,00275
17	0,44923	0,44881	0,05684	-0,00042	0,09	0,00323
18	0,46822	0,46808	0,06132	-0,00014	0,03	0,00376

Tabela C.30: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 1, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,03804	0,02109	0,00356	10,33	0,00046
2	0,06776	0,07108	0,02909	0,00332	4,89	0,00086
3	0,09990	0,10251	0,03394	0,00261	2,61	0,00116
4	0,13094	0,13274	0,03696	0,00181	1,38	0,00137
5	0,16090	0,16192	0,03873	0,00103	0,64	0,00150
6	0,18983	0,19014	0,03963	0,00032	0,17	0,00157
7	0,21776	0,21746	0,03987	-0,00030	0,14	0,00159
8	0,24473	0,24391	0,03963	-0,00082	0,33	0,00157
9	0,27077	0,26952	0,03905	-0,00124	0,46	0,00153
10	0,29591	0,29433	0,03826	-0,00158	0,53	0,00147
11	0,32018	0,31835	0,03734	-0,00183	0,57	0,00140
12	0,34362	0,34160	0,03637	-0,00202	0,59	0,00133
13	0,36625	0,36411	0,03545	-0,00214	0,58	0,00126
14	0,38810	0,38589	0,03462	-0,00220	0,57	0,00120
15	0,40919	0,40697	0,03394	-0,00222	0,54	0,00116
16	0,42956	0,42735	0,03346	-0,00221	0,51	0,00112
17	0,44923	0,44707	0,03320	-0,00216	0,48	0,00111
18	0,46822	0,46613	0,03319	-0,00209	0,45	0,00111
19	0,48655	0,48455	0,03341	-0,00200	0,41	0,00112
20	0,50425	0,50235	0,03386	-0,00190	0,38	0,00115
21	0,52134	0,51955	0,03451	-0,00179	0,34	0,00119
22	0,53785	0,53616	0,03535	-0,00168	0,31	0,00125
23	0,55378	0,55221	0,03634	-0,00157	0,28	0,00132
24	0,56916	0,56770	0,03744	-0,00146	0,26	0,00140
25	0,58402	0,58265	0,03863	-0,00136	0,23	0,00149
26	0,59836	0,59709	0,03988	-0,00127	0,21	0,00159
27	0,61220	0,61101	0,04117	-0,00119	0,19	0,00170
28	0,62557	0,62445	0,04247	-0,00112	0,18	0,00180
29	0,63848	0,63741	0,04376	-0,00107	0,17	0,00192
30	0,65095	0,64992	0,04503	-0,00103	0,16	0,00203
31	0,66298	0,66197	0,04627	-0,00101	0,15	0,00214
32	0,67460	0,67360	0,04747	-0,00100	0,15	0,00225
33	0,68582	0,68481	0,04861	-0,00101	0,15	0,00236
34	0,69665	0,69561	0,04970	-0,00104	0,15	0,00247
35	0,70711	0,70603	0,05072	-0,00108	0,15	0,00257
36	0,71721	0,71607	0,05168	-0,00113	0,16	0,00267

Tabela C.31: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 2, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,01796	0,01933	0,00825	0,00137	7,64	0,00007
2	0,04070	0,04238	0,01344	0,00168	4,12	0,00018
3	0,06529	0,06696	0,01721	0,00167	2,56	0,00030
4	0,09088	0,09239	0,01994	0,00151	1,66	0,00040
5	0,11702	0,11830	0,02189	0,00128	1,09	0,00048
6	0,14342	0,14444	0,02320	0,00102	0,71	0,00054
7	0,16988	0,17063	0,02400	0,00074	0,44	0,00058
8	0,19625	0,19673	0,02438	0,00048	0,25	0,00059
9	0,22240	0,22264	0,02444	0,00023	0,11	0,00060
10	0,24826	0,24827	0,02426	0,00001	0,00	0,00059
11	0,27375	0,27356	0,02390	-0,00019	0,07	0,00057
12	0,29881	0,29845	0,02344	-0,00036	0,12	0,00055
13	0,32340	0,32289	0,02294	-0,00051	0,16	0,00053
14	0,34749	0,34686	0,02246	-0,00063	0,18	0,00051
15	0,37104	0,37031	0,02206	-0,00073	0,20	0,00049
16	0,39403	0,39322	0,02177	-0,00081	0,21	0,00047
17	0,41646	0,41558	0,02164	-0,00088	0,21	0,00047
18	0,43830	0,43737	0,02169	-0,00093	0,21	0,00047
19	0,45956	0,45859	0,02193	-0,00097	0,21	0,00048
20	0,48021	0,47921	0,02236	-0,00100	0,21	0,00050
21	0,50027	0,49925	0,02295	-0,00102	0,20	0,00053
22	0,51974	0,51870	0,02370	-0,00104	0,20	0,00056
23	0,53861	0,53755	0,02456	-0,00106	0,20	0,00060
24	0,55690	0,55582	0,02552	-0,00108	0,19	0,00065
25	0,57460	0,57350	0,02654	-0,00110	0,19	0,00071
26	0,59172	0,59061	0,02760	-0,00112	0,19	0,00076
27	0,60828	0,60714	0,02868	-0,00114	0,19	0,00082
28	0,62428	0,62311	0,02975	-0,00117	0,19	0,00089
29	0,63974	0,63853	0,03080	-0,00121	0,19	0,00095
30	0,65466	0,65340	0,03181	-0,00125	0,19	0,00101
31	0,66905	0,66775	0,03279	-0,00130	0,19	0,00108
32	0,68293	0,68157	0,03370	-0,00136	0,20	0,00114
33	0,69630	0,69488	0,03456	-0,00142	0,20	0,00120
34	0,70919	0,70770	0,03536	-0,00149	0,21	0,00125
35	0,72160	0,72003	0,03608	-0,00157	0,22	0,00130
36	0,73355	0,73189	0,03674	-0,00166	0,23	0,00135

Tabela C.32: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 3, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,04857	0,05158	0,02513	0,00301	6,20	0,00064
2	0,09478	0,09723	0,03500	0,00246	2,59	0,00123
3	0,13874	0,14036	0,04076	0,00162	1,17	0,00166
4	0,18057	0,18141	0,04411	0,00084	0,46	0,00195
5	0,22037	0,22056	0,04584	0,00019	0,09	0,00210
6	0,25824	0,25795	0,04643	-0,00029	0,11	0,00216
7	0,29426	0,29365	0,04621	-0,00061	0,21	0,00214
8	0,32854	0,32775	0,04541	-0,00079	0,24	0,00206
9	0,36115	0,36031	0,04423	-0,00084	0,23	0,00196
10	0,39218	0,39139	0,04282	-0,00079	0,20	0,00183
11	0,42170	0,42105	0,04130	-0,00065	0,15	0,00171
12	0,44978	0,44934	0,03978	-0,00045	0,10	0,00158
13	0,47651	0,47632	0,03835	-0,00019	0,04	0,00147
14	0,50193	0,50203	0,03706	0,00009	0,02	0,00137
15	0,52612	0,52653	0,03598	0,00040	0,08	0,00129
16	0,54914	0,54986	0,03513	0,00072	0,13	0,00123
17	0,57104	0,57208	0,03454	0,00104	0,18	0,00119
18	0,59187	0,59322	0,03419	0,00135	0,23	0,00117
19	0,61169	0,61334	0,03409	0,00165	0,27	0,00116
20	0,63055	0,63248	0,03419	0,00193	0,31	0,00117
21	0,64849	0,65068	0,03447	0,00218	0,34	0,00119
22	0,66557	0,66797	0,03489	0,00241	0,36	0,00122
23	0,68181	0,68441	0,03541	0,00261	0,38	0,00126
24	0,69726	0,70004	0,03600	0,00277	0,40	0,00130
25	0,71197	0,71487	0,03662	0,00291	0,41	0,00135
26	0,72596	0,72897	0,03724	0,00301	0,41	0,00140
27	0,73927	0,74235	0,03786	0,00308	0,42	0,00144
28	0,75193	0,75505	0,03844	0,00312	0,42	0,00149
29	0,76398	0,76711	0,03899	0,00313	0,41	0,00153
30	0,77544	0,77855	0,03947	0,00311	0,40	0,00157
31	0,78635	0,78942	0,03990	0,00307	0,39	0,00160
32	0,79672	0,79972	0,04026	0,00300	0,38	0,00163
33	0,80660	0,80950	0,04055	0,00290	0,36	0,00165
34	0,81599	0,81878	0,04078	0,00279	0,34	0,00167
35	0,82493	0,82758	0,04094	0,00265	0,32	0,00168
36	0,83343	0,83593	0,04103	0,00250	0,30	0,00169

Tabela C.33: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 4, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,02718	0,02944	0,01534	0,00227	8,34	0,00024
2	0,06122	0,06361	0,02460	0,00239	3,90	0,00061
3	0,09756	0,09956	0,03111	0,00200	2,05	0,00097
4	0,13486	0,13630	0,03567	0,00144	1,06	0,00127
5	0,17240	0,17325	0,03874	0,00085	0,49	0,00150
6	0,20973	0,21003	0,04064	0,00030	0,14	0,00165
7	0,24655	0,24639	0,04161	-0,00017	0,07	0,00173
8	0,28263	0,28210	0,04186	-0,00054	0,19	0,00175
9	0,31783	0,31702	0,04154	-0,00081	0,25	0,00173
10	0,35202	0,35104	0,04082	-0,00098	0,28	0,00167
11	0,38513	0,38406	0,03983	-0,00107	0,28	0,00159
12	0,41710	0,41601	0,03867	-0,00108	0,26	0,00150
13	0,44789	0,44686	0,03745	-0,00103	0,23	0,00140
14	0,47750	0,47657	0,03626	-0,00093	0,19	0,00132
15	0,50590	0,50511	0,03516	-0,00079	0,16	0,00124
16	0,53311	0,53249	0,03422	-0,00062	0,12	0,00117
17	0,55912	0,55869	0,03346	-0,00043	0,08	0,00112
18	0,58397	0,58373	0,03292	-0,00024	0,04	0,00108
19	0,60767	0,60762	0,03258	-0,00004	0,01	0,00106
20	0,63024	0,63038	0,03244	0,00014	0,02	0,00105
21	0,65172	0,65203	0,03248	0,00031	0,05	0,00105
22	0,67214	0,67260	0,03265	0,00047	0,07	0,00107
23	0,69153	0,69212	0,03292	0,00060	0,09	0,00108
24	0,70992	0,71062	0,03327	0,00070	0,10	0,00111
25	0,72735	0,72814	0,03364	0,00078	0,11	0,00113
26	0,74387	0,74470	0,03403	0,00083	0,11	0,00116
27	0,75949	0,76035	0,03439	0,00086	0,11	0,00118
28	0,77427	0,77513	0,03472	0,00086	0,11	0,00121
29	0,78824	0,78906	0,03500	0,00083	0,10	0,00123
30	0,80143	0,80220	0,03522	0,00077	0,10	0,00124
31	0,81387	0,81457	0,03536	0,00069	0,09	0,00125
32	0,82561	0,82620	0,03544	0,00059	0,07	0,00126
33	0,83667	0,83715	0,03544	0,00048	0,06	0,00126
34	0,84709	0,84743	0,03536	0,00034	0,04	0,00125
35	0,85690	0,85709	0,03522	0,00019	0,02	0,00124
36	0,86614	0,86616	0,03500	0,00003	0,00	0,00123

Tabela C.34: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral V, Caso 5, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,03816	0,02307	0,00368	10,68	0,00055
2	0,06776	0,07093	0,03160	0,00316	4,67	0,00101
3	0,09990	0,10211	0,03671	0,00221	2,21	0,00135
4	0,13094	0,13213	0,03985	0,00119	0,91	0,00159
5	0,16090	0,16115	0,04164	0,00025	0,16	0,00173
6	0,18983	0,18925	0,04249	-0,00058	0,30	0,00181
7	0,21776	0,21648	0,04262	-0,00128	0,59	0,00182
8	0,24473	0,24288	0,04224	-0,00185	0,76	0,00179
9	0,27077	0,26847	0,04149	-0,00229	0,85	0,00173
10	0,29591	0,29328	0,04049	-0,00263	0,89	0,00165
11	0,32018	0,31732	0,03935	-0,00286	0,89	0,00156
12	0,34362	0,34062	0,03816	-0,00300	0,87	0,00147
13	0,36625	0,36319	0,03699	-0,00306	0,84	0,00138
14	0,38810	0,38504	0,03593	-0,00306	0,79	0,00130
15	0,40919	0,40620	0,03503	-0,00300	0,73	0,00124
16	0,42956	0,42667	0,03435	-0,00289	0,67	0,00119
17	0,44923	0,44648	0,03392	-0,00275	0,61	0,00116
18	0,46822	0,46564	0,03377	-0,00258	0,55	0,00115
19	0,48655	0,48416	0,03389	-0,00239	0,49	0,00115
20	0,50425	0,50207	0,03429	-0,00218	0,43	0,00118
21	0,52134	0,51938	0,03493	-0,00197	0,38	0,00122
22	0,53785	0,53609	0,03579	-0,00175	0,33	0,00128
23	0,55378	0,55224	0,03683	-0,00154	0,28	0,00136
24	0,56916	0,56783	0,03801	-0,00134	0,23	0,00145
25	0,58402	0,58288	0,03930	-0,00114	0,20	0,00155
26	0,59836	0,59740	0,04066	-0,00096	0,16	0,00165
27	0,61221	0,61142	0,04207	-0,00079	0,13	0,00177
28	0,62557	0,62494	0,04349	-0,00064	0,10	0,00189
29	0,63848	0,63798	0,04492	-0,00051	0,08	0,00202
30	0,65095	0,65055	0,04632	-0,00039	0,06	0,00215
31	0,66298	0,66268	0,04769	-0,00030	0,05	0,00227
32	0,67460	0,67437	0,04901	-0,00023	0,03	0,00240
33	0,68582	0,68563	0,05027	-0,00019	0,03	0,00253
34	0,69665	0,69649	0,05148	-0,00016	0,02	0,00265
35	0,70711	0,70695	0,05261	-0,00016	0,02	0,00277
36	0,71721	0,71703	0,05368	-0,00018	0,02	0,00288

Tabela C.35: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 1, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,03633	0,01482	0,00186	5,38	0,00022
2	0,06776	0,06942	0,02141	0,00165	2,44	0,00046
3	0,09990	0,10109	0,02550	0,00119	1,19	0,00065
4	0,13094	0,13161	0,02810	0,00067	0,52	0,00079
5	0,16090	0,16108	0,02965	0,00018	0,11	0,00088
6	0,18983	0,18957	0,03045	-0,00025	0,13	0,00093
7	0,21776	0,21713	0,03069	-0,00063	0,29	0,00094
8	0,24473	0,24379	0,03052	-0,00094	0,38	0,00093
9	0,27077	0,26958	0,03004	-0,00119	0,44	0,00090
10	0,29591	0,29453	0,02937	-0,00138	0,47	0,00086
11	0,32018	0,31866	0,02857	-0,00152	0,47	0,00082
12	0,34362	0,34201	0,02772	-0,00161	0,47	0,00077
13	0,36625	0,36459	0,02687	-0,00166	0,45	0,00073
14	0,38810	0,38642	0,02610	-0,00168	0,43	0,00068
15	0,40919	0,40753	0,02544	-0,00166	0,41	0,00065
16	0,42956	0,42794	0,02492	-0,00163	0,38	0,00062
17	0,44923	0,44766	0,02459	-0,00157	0,35	0,00061
18	0,46822	0,46672	0,02446	-0,00150	0,32	0,00060
19	0,48655	0,48514	0,02453	-0,00141	0,29	0,00060
20	0,50425	0,50293	0,02479	-0,00132	0,26	0,00062
21	0,52134	0,52012	0,02524	-0,00123	0,24	0,00064
22	0,53785	0,53672	0,02584	-0,00113	0,21	0,00067
23	0,55378	0,55275	0,02657	-0,00103	0,19	0,00071
24	0,56916	0,56823	0,02741	-0,00094	0,16	0,00075
25	0,58402	0,58317	0,02833	-0,00085	0,15	0,00080
26	0,59836	0,59759	0,02931	-0,00076	0,13	0,00086
27	0,61221	0,61152	0,03032	-0,00069	0,11	0,00092
28	0,62557	0,62496	0,03134	-0,00062	0,10	0,00098
29	0,63848	0,63792	0,03237	-0,00056	0,09	0,00105
30	0,65095	0,65044	0,03338	-0,00051	0,08	0,00111
31	0,66298	0,66251	0,03436	-0,00047	0,07	0,00118
32	0,67460	0,67416	0,03532	-0,00044	0,07	0,00125
33	0,68582	0,68539	0,03623	-0,00043	0,06	0,00131
34	0,69665	0,69623	0,03710	-0,00042	0,06	0,00138
35	0,70711	0,70669	0,03792	-0,00042	0,06	0,00144
36	0,71721	0,71677	0,03869	-0,00044	0,06	0,00150

Tabela C.36: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 2, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,01796	0,01887	0,00836	0,00091	5,07	0,00007
2	0,04070	0,04162	0,01370	0,00092	2,26	0,00019
3	0,06529	0,06600	0,01766	0,00071	1,09	0,00031
4	0,09088	0,09130	0,02064	0,00042	0,47	0,00043
5	0,11702	0,11714	0,02283	0,00012	0,10	0,00052
6	0,14342	0,14325	0,02439	-0,00017	0,12	0,00060
7	0,16988	0,16945	0,02543	-0,00043	0,25	0,00065
8	0,19625	0,19560	0,02604	-0,00065	0,33	0,00068
9	0,22240	0,22158	0,02630	-0,00082	0,37	0,00069
10	0,24826	0,24731	0,02628	-0,00095	0,38	0,00069
11	0,27375	0,27272	0,02606	-0,00103	0,38	0,00068
12	0,29881	0,29774	0,02568	-0,00107	0,36	0,00066
13	0,32340	0,32233	0,02522	-0,00107	0,33	0,00064
14	0,34749	0,34645	0,02472	-0,00104	0,30	0,00061
15	0,37104	0,37007	0,02423	-0,00097	0,26	0,00059
16	0,39403	0,39315	0,02380	-0,00088	0,22	0,00057
17	0,41646	0,41569	0,02348	-0,00077	0,18	0,00055
18	0,43830	0,43766	0,02328	-0,00064	0,15	0,00054
19	0,45956	0,45906	0,02322	-0,00050	0,11	0,00054
20	0,48021	0,47986	0,02333	-0,00035	0,07	0,00054
21	0,50027	0,50008	0,02360	-0,00019	0,04	0,00056
22	0,51974	0,51970	0,02401	-0,00004	0,01	0,00058
23	0,53861	0,53873	0,02456	0,00012	0,02	0,00060
24	0,55690	0,55717	0,02522	0,00027	0,05	0,00064
25	0,57460	0,57502	0,02598	0,00042	0,07	0,00067
26	0,59172	0,59228	0,02679	0,00056	0,09	0,00072
27	0,60828	0,60896	0,02765	0,00068	0,11	0,00076
28	0,62428	0,62508	0,02853	0,00080	0,13	0,00081
29	0,63974	0,64064	0,02941	0,00090	0,14	0,00087
30	0,65466	0,65564	0,03028	0,00099	0,15	0,00092
31	0,66905	0,67011	0,03113	0,00106	0,16	0,00097
32	0,68293	0,68405	0,03194	0,00112	0,16	0,00102
33	0,69630	0,69747	0,03270	0,00117	0,17	0,00107
34	0,70919	0,71039	0,03341	0,00120	0,17	0,00112
35	0,72160	0,72281	0,03407	0,00121	0,17	0,00116
36	0,73355	0,73476	0,03466	0,00121	0,16	0,00120

Tabela C.37: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 3, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,04857	0,05115	0,01791	0,00258	5,31	0,00033
2	0,09478	0,09748	0,02542	0,00270	2,85	0,00065
3	0,13874	0,14122	0,02974	0,00247	1,78	0,00089
4	0,18057	0,18272	0,03217	0,00215	1,19	0,00104
5	0,22037	0,22219	0,03335	0,00182	0,83	0,00112
6	0,25824	0,25975	0,03366	0,00152	0,59	0,00114
7	0,29426	0,29552	0,03336	0,00126	0,43	0,00111
8	0,32854	0,32959	0,03263	0,00105	0,32	0,00107
9	0,36115	0,36204	0,03162	0,00089	0,25	0,00100
10	0,39218	0,39294	0,03046	0,00077	0,20	0,00093
11	0,42170	0,42238	0,02922	0,00068	0,16	0,00085
12	0,44978	0,45040	0,02800	0,00062	0,14	0,00078
13	0,47651	0,47709	0,02685	0,00058	0,12	0,00072
14	0,50193	0,50250	0,02583	0,00057	0,11	0,00067
15	0,52612	0,52668	0,02498	0,00056	0,11	0,00062
16	0,54914	0,54970	0,02431	0,00057	0,10	0,00059
17	0,57104	0,57161	0,02384	0,00058	0,10	0,00057
18	0,59187	0,59246	0,02357	0,00059	0,10	0,00056
19	0,61169	0,61229	0,02348	0,00060	0,10	0,00055
20	0,63055	0,63116	0,02356	0,00061	0,10	0,00056
21	0,64849	0,64911	0,02377	0,00061	0,09	0,00057
22	0,66557	0,66618	0,02409	0,00061	0,09	0,00058
23	0,68181	0,68241	0,02449	0,00060	0,09	0,00060
24	0,69726	0,69785	0,02494	0,00059	0,08	0,00062
25	0,71197	0,71253	0,02542	0,00056	0,08	0,00065
26	0,72596	0,72649	0,02591	0,00053	0,07	0,00067
27	0,73927	0,73975	0,02639	0,00049	0,07	0,00070
28	0,75193	0,75237	0,02685	0,00044	0,06	0,00072
29	0,76398	0,76436	0,02728	0,00038	0,05	0,00074
30	0,77544	0,77575	0,02768	0,00031	0,04	0,00077
31	0,78635	0,78659	0,02803	0,00024	0,03	0,00079
32	0,79672	0,79688	0,02834	0,00016	0,02	0,00080
33	0,80660	0,80667	0,02860	0,00007	0,01	0,00082
34	0,81599	0,81597	0,02881	-0,00002	0,00	0,00083
35	0,82493	0,82481	0,02898	-0,00011	0,01	0,00084
36	0,83343	0,83321	0,02909	-0,00021	0,03	0,00085

Tabela C.38: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 4, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,02718	0,02917	0,01247	0,00199	7,32	0,00016
2	0,06122	0,06366	0,02014	0,00243	3,98	0,00041
3	0,09756	0,10001	0,02549	0,00245	2,51	0,00066
4	0,13486	0,13714	0,02918	0,00228	1,69	0,00086
5	0,17240	0,17443	0,03160	0,00203	1,18	0,00100
6	0,20973	0,21149	0,03302	0,00176	0,84	0,00109
7	0,24655	0,24806	0,03366	0,00150	0,61	0,00114
8	0,28263	0,28392	0,03368	0,00128	0,45	0,00114
9	0,31783	0,31892	0,03323	0,00110	0,35	0,00111
10	0,35202	0,35297	0,03244	0,00095	0,27	0,00105
11	0,38513	0,38597	0,03142	0,00085	0,22	0,00099
12	0,41710	0,41787	0,03027	0,00078	0,19	0,00092
13	0,44789	0,44863	0,02908	0,00074	0,16	0,00085
14	0,47750	0,47822	0,02792	0,00072	0,15	0,00078
15	0,50590	0,50663	0,02685	0,00072	0,14	0,00072
16	0,53311	0,53385	0,02593	0,00074	0,14	0,00067
17	0,55912	0,55989	0,02520	0,00077	0,14	0,00064
18	0,58397	0,58477	0,02466	0,00080	0,14	0,00061
19	0,60767	0,60850	0,02433	0,00083	0,14	0,00059
20	0,63024	0,63110	0,02419	0,00086	0,14	0,00059
21	0,65172	0,65260	0,02422	0,00088	0,14	0,00059
22	0,67214	0,67303	0,02439	0,00089	0,13	0,00060
23	0,69153	0,69242	0,02466	0,00089	0,13	0,00061
24	0,70992	0,71080	0,02500	0,00088	0,12	0,00063
25	0,72735	0,72821	0,02537	0,00086	0,12	0,00064
26	0,74387	0,74469	0,02576	0,00082	0,11	0,00066
27	0,75949	0,76026	0,02614	0,00077	0,10	0,00068
28	0,77427	0,77498	0,02648	0,00071	0,09	0,00070
29	0,78824	0,78887	0,02679	0,00063	0,08	0,00072
30	0,80143	0,80197	0,02704	0,00054	0,07	0,00073
31	0,81387	0,81432	0,02723	0,00045	0,05	0,00074
32	0,82561	0,82595	0,02736	0,00034	0,04	0,00075
33	0,83667	0,83689	0,02742	0,00022	0,03	0,00075
34	0,84709	0,84719	0,02743	0,00010	0,01	0,00075
35	0,85690	0,85687	0,02736	-0,00003	0,00	0,00075
36	0,86614	0,86597	0,02724	-0,00016	0,02	0,00074

Tabela C.39: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Câmara Climática”, Plano amostral VI, Caso 5, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,03448	0,03680	0,01595	0,00233	6,75	0,00026
2	0,06776	0,07000	0,02311	0,00224	3,31	0,00054
3	0,09990	0,10172	0,02763	0,00182	1,82	0,00077
4	0,13094	0,13225	0,03057	0,00131	1,00	0,00094
5	0,16090	0,16171	0,03240	0,00081	0,50	0,00105
6	0,18983	0,19018	0,03343	0,00035	0,19	0,00112
7	0,21776	0,21771	0,03384	-0,00005	0,02	0,00115
8	0,24473	0,24434	0,03380	-0,00039	0,16	0,00114
9	0,27077	0,27010	0,03342	-0,00066	0,24	0,00112
10	0,29591	0,29503	0,03279	-0,00088	0,30	0,00108
11	0,32018	0,31914	0,03199	-0,00104	0,33	0,00102
12	0,34362	0,34246	0,03110	-0,00116	0,34	0,00097
13	0,36625	0,36502	0,03018	-0,00123	0,33	0,00091
14	0,38810	0,38684	0,02928	-0,00126	0,32	0,00086
15	0,40919	0,40794	0,02844	-0,00126	0,31	0,00081
16	0,42956	0,42833	0,02772	-0,00123	0,29	0,00077
17	0,44923	0,44805	0,02714	-0,00118	0,26	0,00074
18	0,46822	0,46710	0,02674	-0,00112	0,24	0,00072
19	0,48655	0,48551	0,02652	-0,00104	0,21	0,00070
20	0,50425	0,50330	0,02649	-0,00095	0,19	0,00070
21	0,52134	0,52049	0,02664	-0,00086	0,16	0,00071
22	0,53785	0,53709	0,02697	-0,00076	0,14	0,00073
23	0,55378	0,55312	0,02746	-0,00066	0,12	0,00075
24	0,56916	0,56860	0,02808	-0,00056	0,10	0,00079
25	0,58402	0,58355	0,02881	-0,00047	0,08	0,00083
26	0,59836	0,59797	0,02963	-0,00038	0,06	0,00088
27	0,61221	0,61190	0,03051	-0,00030	0,05	0,00093
28	0,62557	0,62534	0,03142	-0,00023	0,04	0,00099
29	0,63848	0,63831	0,03237	-0,00017	0,03	0,00105
30	0,65095	0,65083	0,03331	-0,00012	0,02	0,00111
31	0,66298	0,66291	0,03425	-0,00007	0,01	0,00117
32	0,67460	0,67456	0,03518	-0,00004	0,01	0,00124
33	0,68582	0,68580	0,03607	-0,00002	0,00	0,00130
34	0,69665	0,69664	0,03694	-0,00001	0,00	0,00136
35	0,70711	0,70709	0,03776	-0,00002	0,00	0,00143
36	0,71721	0,71718	0,03854	-0,00003	0,00	0,00149

Tabela C.40: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso 2, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00138	0,00561	0,01566	0,00423	305,43	0,00026
2	0,00734	0,01263	0,01868	0,00529	72,06	0,00038
3	0,01939	0,02399	0,02321	0,00460	23,70	0,00056
4	0,03842	0,04055	0,02883	0,00212	5,52	0,00084
5	0,06490	0,06320	0,03490	-0,00170	2,61	0,00122
6	0,09890	0,09286	0,04093	-0,00605	6,11	0,00171
7	0,14017	0,13031	0,04684	-0,00985	7,03	0,00229
8	0,18810	0,17617	0,05346	-0,01192	6,34	0,00300
9	0,24179	0,23061	0,06288	-0,01118	4,63	0,00408
10	0,30012	0,29308	0,07820	-0,00704	2,34	0,00616
11	0,36175	0,36191	0,10159	0,00016	0,04	0,01032
12	0,42526	0,43382	0,13135	0,00856	2,01	0,01733

Tabela C.41: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso 3, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00826	0,01162	0,01471	0,00336	40,72	0,00023
2	0,03292	0,03641	0,02759	0,00349	10,59	0,00077
3	0,07295	0,07409	0,03985	0,00114	1,56	0,00159
4	0,12645	0,12424	0,04947	-0,00221	1,75	0,00245
5	0,19094	0,18585	0,05555	-0,00509	2,67	0,00311
6	0,26352	0,25716	0,05848	-0,00637	2,42	0,00346
7	0,34112	0,33563	0,06025	-0,00549	1,61	0,00366
8	0,42070	0,41804	0,06385	-0,00266	0,63	0,00408
9	0,49946	0,50078	0,07115	0,00131	0,26	0,00506
10	0,57499	0,58022	0,08117	0,00523	0,91	0,00662
11	0,64538	0,65327	0,09131	0,00790	1,22	0,00840
12	0,70923	0,71775	0,09916	0,00851	1,20	0,00990

Tabela C.42: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso 4, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00322	0,00538	0,00764	0,00216	67,16	0,00006
2	0,01699	0,02050	0,01866	0,00352	20,71	0,00036
3	0,04451	0,04722	0,03124	0,00271	6,09	0,00098
4	0,08708	0,08702	0,04361	-0,00006	0,07	0,00190
5	0,14446	0,14069	0,05406	-0,00377	2,61	0,00294
6	0,21506	0,20806	0,06140	-0,00700	3,26	0,00382
7	0,29612	0,28768	0,06562	-0,00844	2,85	0,00438
8	0,38400	0,37665	0,06871	-0,00736	1,92	0,00478
9	0,47461	0,47059	0,07423	-0,00402	0,85	0,00553
10	0,56384	0,56404	0,08405	0,00020	0,04	0,00706
11	0,64799	0,65126	0,09523	0,00328	0,51	0,00908
12	0,72412	0,72773	0,10305	0,00362	0,50	0,01063

Tabela C.43: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral I, Caso5, ns=12; np=7; N=84.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,06314	0,07708	0,06187	0,01394	22,08	0,00402
2	0,12229	0,12901	0,06358	0,00672	5,49	0,00409
3	0,17771	0,17877	0,06190	0,00106	0,60	0,00383
4	0,22963	0,22701	0,05850	-0,00262	1,14	0,00343
5	0,27826	0,27373	0,05516	-0,00454	1,63	0,00306
6	0,32383	0,31878	0,05383	-0,00505	1,56	0,00292
7	0,36653	0,36199	0,05604	-0,00453	1,24	0,00316
8	0,40652	0,40316	0,06208	-0,00336	0,83	0,00387
9	0,44399	0,44214	0,07107	-0,00186	0,42	0,00505
10	0,47910	0,47880	0,08170	-0,00030	0,06	0,00668
11	0,51199	0,51307	0,09286	0,00108	0,21	0,00862
12	0,54280	0,54493	0,10374	0,00213	0,39	0,01077

Tabela C.44: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 1, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00409	0,00593	0,00824	0,00184	44,96	0,00007
2	0,01641	0,01854	0,01428	0,00213	12,97	0,00021
3	0,03674	0,03787	0,02073	0,00113	3,07	0,00043
4	0,06463	0,06395	0,02649	-0,00068	1,06	0,00070
5	0,09942	0,09668	0,03097	-0,00274	2,75	0,00097
6	0,14029	0,13580	0,03405	-0,00449	3,20	0,00118
7	0,18632	0,18082	0,03626	-0,00550	2,95	0,00135
8	0,23647	0,23101	0,03895	-0,00546	2,31	0,00155
9	0,28967	0,28539	0,04403	-0,00428	1,48	0,00196
10	0,34483	0,34273	0,05286	-0,00210	0,61	0,00280
11	0,40091	0,40164	0,06521	0,00073	0,18	0,00425
12	0,45689	0,46061	0,07966	0,00372	0,81	0,00636

Tabela C.45: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 2, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00409	0,00612	0,00981	0,00203	49,65	0,00010
2	0,01641	0,01872	0,01513	0,00231	14,10	0,00023
3	0,03674	0,03807	0,02125	0,00133	3,62	0,00045
4	0,06463	0,06420	0,02685	-0,00043	0,66	0,00072
5	0,09942	0,09702	0,03124	-0,00240	2,41	0,00098
6	0,14029	0,13626	0,03432	-0,00404	2,88	0,00119
7	0,18632	0,18143	0,03668	-0,00489	2,63	0,00137
8	0,23647	0,23178	0,03977	-0,00469	1,98	0,00160
9	0,28967	0,28632	0,04548	-0,00335	1,16	0,00208
10	0,34483	0,34381	0,05494	-0,00103	0,30	0,00302
11	0,40091	0,40281	0,06777	0,00191	0,48	0,00460
12	0,45689	0,46183	0,08247	0,00493	1,08	0,00683

Tabela C.46: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 3, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00826	0,01003	0,00853	0,00177	21,44	0,00008
2	0,03292	0,03508	0,01915	0,00216	6,56	0,00037
3	0,07295	0,07410	0,02902	0,00115	1,58	0,00084
4	0,12645	0,12591	0,03655	-0,00054	0,43	0,00134
5	0,19094	0,18879	0,04106	-0,00215	1,13	0,00169
6	0,26352	0,26044	0,04288	-0,00309	1,17	0,00185
7	0,34112	0,33807	0,04352	-0,00306	0,90	0,00190
8	0,42070	0,41859	0,04525	-0,00212	0,50	0,00205
9	0,49946	0,49885	0,04975	-0,00062	0,12	0,00248
10	0,57499	0,57591	0,05657	0,00091	0,16	0,00320
11	0,64538	0,64732	0,06378	0,00194	0,30	0,00407
12	0,70923	0,71133	0,06949	0,00210	0,30	0,00483

Tabela C.47: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 4, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00322	0,00455	0,00486	0,00133	41,35	0,00003
2	0,01699	0,01938	0,01346	0,00240	14,11	0,00019
3	0,04451	0,04666	0,02346	0,00215	4,82	0,00055
4	0,08708	0,08771	0,03300	0,00063	0,72	0,00109
5	0,14446	0,14288	0,04053	-0,00159	1,10	0,00165
6	0,21506	0,21139	0,04521	-0,00368	1,71	0,00206
7	0,29612	0,29121	0,04745	-0,00491	1,66	0,00228
8	0,38400	0,37910	0,04930	-0,00490	1,28	0,00245
9	0,47461	0,47082	0,05364	-0,00380	0,80	0,00289
10	0,56384	0,56160	0,06141	-0,00224	0,40	0,00378
11	0,64799	0,64687	0,07041	-0,00112	0,17	0,00496
12	0,72412	0,72290	0,07743	-0,00121	0,17	0,00600

Tabela C.48: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral II, Caso 5, ns=12; np=14; N=168.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,06314	0,07096	0,04045	0,00783	12,39	0,00170
2	0,12229	0,12726	0,04550	0,00497	4,07	0,00209
3	0,17771	0,18021	0,04581	0,00251	1,41	0,00211
4	0,22963	0,23051	0,04387	0,00088	0,39	0,00193
5	0,27826	0,27832	0,04151	0,00005	0,02	0,00172
6	0,32383	0,32369	0,04032	-0,00015	0,05	0,00163
7	0,36653	0,36662	0,04144	0,00010	0,03	0,00172
8	0,40652	0,40715	0,04514	0,00062	0,15	0,00204
9	0,44399	0,44527	0,05089	0,00128	0,29	0,00259
10	0,47910	0,48104	0,05786	0,00194	0,41	0,00335
11	0,51199	0,51451	0,06534	0,00252	0,49	0,00428
12	0,54280	0,54575	0,07281	0,00295	0,54	0,00531

Tabela C.49: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 1, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00409	0,00608	0,00900	0,00199	48,77	0,00009
2	0,01641	0,01944	0,01653	0,00303	18,48	0,00028
3	0,03674	0,03971	0,02454	0,00296	8,07	0,00061
4	0,06463	0,06662	0,03218	0,00199	3,08	0,00104
5	0,09942	0,09983	0,03885	0,00042	0,42	0,00151
6	0,14029	0,13889	0,04415	-0,00140	1,00	0,00195
7	0,03448	0,04536	0,04203	0,01088	31,56	0,00188
8	0,06776	0,07587	0,04612	0,00811	11,97	0,00219
9	0,09990	0,10497	0,04778	0,00507	5,08	0,00231
10	0,13094	0,13331	0,04792	0,00238	1,82	0,00230
11	0,16090	0,16108	0,04711	0,00018	0,11	0,00222
12	0,18983	0,18834	0,04580	-0,00149	0,79	0,00210
13	0,21776	0,21509	0,04444	-0,00267	1,23	0,00198
14	0,24473	0,24132	0,04348	-0,00340	1,39	0,00190
15	0,27077	0,26702	0,04333	-0,00374	1,38	0,00189
16	0,29591	0,29215	0,04433	-0,00375	1,27	0,00198
17	0,32018	0,31669	0,04666	-0,00350	1,09	0,00219
18	0,34362	0,34059	0,05030	-0,00303	0,88	0,00254

Tabela C.50: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 2, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00138	0,00260	0,00384	0,00121	87,54	0,00002
2	0,00734	0,01002	0,01008	0,00267	36,43	0,00011
3	0,01939	0,02297	0,01759	0,00357	18,42	0,00032
4	0,03842	0,04207	0,02562	0,00365	9,49	0,00067
5	0,06490	0,06779	0,03350	0,00289	4,45	0,00113
6	0,09890	0,10037	0,04061	0,00147	1,48	0,00165
7	0,01796	0,02750	0,03415	0,00954	53,14	0,00126
8	0,04070	0,04842	0,03755	0,00772	18,96	0,00147
9	0,06529	0,07031	0,03976	0,00502	7,69	0,00161
10	0,09088	0,09312	0,04100	0,00224	2,47	0,00169
11	0,11702	0,11672	0,04147	-0,00030	0,26	0,00172
12	0,14342	0,14097	0,04144	-0,00246	1,71	0,00172
13	0,16988	0,16573	0,04122	0,00415	2,44	0,00172
14	0,19625	0,19088	0,04121	-0,00537	2,74	0,00173
15	0,22240	0,21629	0,04183	-0,00612	2,75	0,00179
16	0,24826	0,24184	0,04347	-0,00642	2,59	0,00193
17	0,27375	0,26741	0,04639	-0,00633	2,31	0,00219
18	0,29881	0,29291	0,05069	-0,00590	1,98	0,00260

Tabela C.51: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à ”Estufa“, Plano amostral III, Caso 3, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00826	0,01027	0,00980	0,00201	24,37	0,00010
2	0,03292	0,03575	0,02270	0,00283	8,59	0,00052
3	0,07295	0,07509	0,03563	0,00214	2,93	0,00127
4	0,12645	0,12693	0,04681	0,00048	0,38	0,00219
5	0,19094	0,18948	0,05503	-0,00146	0,76	0,00303
6	0,26352	0,26049	0,05970	-0,00304	1,15	0,00357
7	0,04857	0,05751	0,04760	0,00894	18,42	0,00235
8	0,09478	0,09994	0,05261	0,00516	5,45	0,00279
9	0,13874	0,14032	0,05422	0,00157	1,14	0,00294
10	0,18057	0,17927	0,05379	-0,00130	0,72	0,00289
11	0,22037	0,21695	0,05219	-0,00342	1,55	0,00274
12	0,25824	0,25339	0,05014	-0,00485	1,88	0,00254
13	0,29426	0,28858	0,04829	-0,00568	1,93	0,00236
14	0,32854	0,32251	0,04720	-0,00603	1,84	0,00226
15	0,36115	0,35515	0,04733	-0,00600	1,66	0,00228
16	0,39218	0,38648	0,04887	-0,00569	1,45	0,00242
17	0,42170	0,41651	0,05179	-0,00519	1,23	0,00271
18	0,44978	0,44521	0,05583	-0,00457	1,02	0,00314

Tabela C.52: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 4, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00322	0,00456	0,00529	0,00134	41,73	0,00003
2	0,01699	0,01982	0,01531	0,00283	16,68	0,00024
3	0,04451	0,04790	0,02758	0,00339	7,61	0,00077
4	0,08708	0,08993	0,04010	0,00285	3,28	0,00162
5	0,14446	0,14600	0,05108	0,00154	1,07	0,00261
6	0,21506	0,21511	0,05910	0,00004	0,02	0,00349
7	0,02718	0,03455	0,03074	0,00738	27,14	0,00100
8	0,06122	0,06740	0,03968	0,00617	10,08	0,00161
9	0,09756	0,10142	0,04518	0,00385	3,95	0,00206
10	0,13486	0,13625	0,04822	0,00139	1,03	0,00233
11	0,17240	0,17157	0,04944	-0,00083	0,48	0,00244
12	0,20974	0,20708	0,04941	-0,00265	1,26	0,00245
13	0,24655	0,24254	0,04867	-0,00402	1,63	0,00238
14	0,28264	0,27770	0,04777	-0,00493	1,74	0,00231
15	0,31783	0,31239	0,04727	-0,00543	1,71	0,00226
16	0,35202	0,34643	0,04764	-0,00559	1,59	0,00230
17	0,38513	0,37967	0,04921	-0,00546	1,42	0,00245
18	0,41710	0,41197	0,05207	-0,00512	1,23	0,00274

Tabela C.53: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral III, Caso 5, ns=18; np=7; N=126.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,06314	0,07112	0,03974	0,00798	12,64	0,00164
2	0,12229	0,12841	0,05029	0,00612	5,00	0,00257
3	0,17771	0,18162	0,05440	0,00391	2,20	0,00297
4	0,22963	0,23173	0,05503	0,00210	0,92	0,00303
5	0,27826	0,27910	0,05371	0,00083	0,30	0,00289
6	0,32383	0,32390	0,05147	0,00006	0,02	0,00265
7	0,03448	0,04497	0,04058	0,01049	30,43	0,00176
8	0,06776	0,07563	0,04468	0,00787	11,61	0,00206
9	0,09990	0,10487	0,04640	0,00497	4,97	0,00218
10	0,13094	0,13334	0,04659	0,00241	1,84	0,00218
11	0,16090	0,16124	0,04579	0,00034	0,21	0,00210
12	0,18983	0,18862	0,04449	-0,00121	0,64	0,00198
13	0,21776	0,21549	0,04319	-0,00227	1,04	0,00187
14	0,24473	0,24184	0,04236	-0,00289	1,18	0,00180
15	0,27077	0,26764	0,04245	-0,00313	1,16	0,00181
16	0,29591	0,29285	0,04379	-0,00305	1,03	0,00193
17	0,32018	0,31746	0,04649	-0,00272	0,85	0,00217
18	0,34362	0,34143	0,05048	-0,00219	0,64	0,00255

Tabela C.54: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 1, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00409	0,00494	0,00409	0,00085	20,84	0,00002
2	0,01641	0,01773	0,01022	0,00132	8,05	0,00011
3	0,03674	0,03791	0,01677	0,00117	3,18	0,00028
4	0,06463	0,06515	0,02292	0,00052	0,80	0,00053
5	0,09942	0,09898	0,02812	-0,00044	0,44	0,00079
6	0,14029	0,13881	0,03204	-0,00149	1,06	0,00103
7	0,03448	0,03823	0,02563	0,00375	10,88	0,00067
8	0,06776	0,07001	0,03041	0,00225	3,31	0,00093
9	0,09990	0,10063	0,03254	0,00073	0,73	0,00106
10	0,13094	0,13042	0,03310	-0,00052	0,39	0,00110
11	0,16090	0,15946	0,03271	-0,00143	0,89	0,00107
12	0,18983	0,18779	0,03180	-0,00204	1,07	0,00102
13	0,21776	0,21540	0,03079	-0,00236	1,08	0,00095
14	0,24473	0,24229	0,03004	-0,00243	0,99	0,00091
15	0,27077	0,26846	0,02986	-0,00231	0,85	0,00090
16	0,29591	0,29389	0,03050	-0,00201	0,68	0,00093
17	0,32018	0,31859	0,03205	-0,00159	0,50	0,00103
18	0,34362	0,34255	0,03446	-0,00107	0,31	0,00119

Tabela C.55: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 2, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00138	0,00188	0,00203	0,00049	35,70	0,00000
2	0,00734	0,00842	0,00619	0,00108	14,68	0,00004
3	0,01939	0,02073	0,01158	0,00133	6,87	0,00014
4	0,03842	0,03957	0,01751	0,00115	2,98	0,00031
5	0,06490	0,06545	0,02337	0,00055	0,84	0,00055
6	0,09890	0,09856	0,02860	-0,00034	0,35	0,00082
7	0,01796	0,02141	0,01628	0,00345	19,23	0,00028
8	0,04070	0,04387	0,02237	0,00317	7,80	0,00051
9	0,06529	0,06758	0,02627	0,00229	3,51	0,00070
10	0,09088	0,09216	0,02860	0,00129	1,41	0,00082
11	0,11702	0,11737	0,02974	0,00035	0,30	0,00088
12	0,14342	0,14299	0,03004	-0,00043	0,30	0,00090
13	0,16988	0,16888	0,02983	-0,00100	0,59	0,00089
14	0,19625	0,19488	0,02943	-0,00137	0,70	0,00087
15	0,22240	0,22088	0,02922	-0,00152	0,68	0,00086
16	0,24826	0,24678	0,02955	-0,00148	0,60	0,00088
17	0,27375	0,27248	0,03071	-0,00127	0,47	0,00094
18	0,29881	0,29789	0,03284	-0,00092	0,31	0,00108

Tabela C.56: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 3, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00826	0,00948	0,00621	0,00122	14,78	0,00004
2	0,03292	0,03496	0,01569	0,00204	6,19	0,00025
3	0,07295	0,07503	0,02534	0,00208	2,85	0,00065
4	0,12645	0,12800	0,03354	0,00155	1,22	0,00113
5	0,19094	0,19170	0,03937	0,00075	0,40	0,00155
6	0,26352	0,26352	0,04245	0,00000	0,00	0,00180
7	0,04857	0,05192	0,02618	0,00335	6,91	0,00070
8	0,09478	0,09651	0,03415	0,00173	1,83	0,00117
9	0,13874	0,13880	0,03764	0,00006	0,04	0,00142
10	0,18057	0,17928	0,03869	-0,00130	0,72	0,00150
11	0,22037	0,21810	0,03834	-0,00227	1,03	0,00148
12	0,25824	0,25534	0,03730	-0,00289	1,12	0,00140
13	0,29426	0,29105	0,03614	-0,00321	1,09	0,00132
14	0,32854	0,32526	0,03532	-0,00328	1,00	0,00126
15	0,36115	0,35799	0,03517	-0,00316	0,87	0,00125
16	0,39218	0,38928	0,03591	-0,00290	0,74	0,00130
17	0,42170	0,41916	0,03754	-0,00254	0,60	0,00142
18	0,44978	0,44766	0,03997	-0,00212	0,47	0,00160

Tabela C.57: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 4, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00322	0,00388	0,00303	0,00067	20,70	0,00001
2	0,01699	0,01848	0,00994	0,00150	8,81	0,00010
3	0,04451	0,04640	0,01890	0,00188	4,23	0,00036
4	0,08708	0,08880	0,02828	0,00172	1,97	0,00080
5	0,14446	0,14559	0,03662	0,00113	0,78	0,00134
6	0,21506	0,21547	0,04283	0,00041	0,19	0,00183
7	0,02718	0,03111	0,01950	0,00393	14,46	0,00040
8	0,06122	0,06478	0,02790	0,00355	5,80	0,00079
9	0,09756	0,10003	0,03279	0,00247	2,53	0,00108
10	0,13486	0,13615	0,03531	0,00129	0,95	0,00125
11	0,17240	0,17263	0,03619	0,00023	0,13	0,00131
12	0,20974	0,20913	0,03597	-0,00061	0,29	0,00129
13	0,24655	0,24535	0,03519	-0,00120	0,49	0,00124
14	0,28264	0,28108	0,03433	-0,00156	0,55	0,00118
15	0,31783	0,31612	0,03386	-0,00170	0,54	0,00115
16	0,35202	0,35034	0,03417	-0,00168	0,48	0,00117
17	0,38513	0,38361	0,03546	-0,00151	0,39	0,00126
18	0,41710	0,41584	0,03774	-0,00126	0,30	0,00143

Tabela C.58: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral IV, Caso 5, ns=18; np=14; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,06314	0,06669	0,02840	0,00355	5,63	0,00082
2	0,12229	0,12443	0,03706	0,00214	1,75	0,00138
3	0,17771	0,17834	0,04058	0,00063	0,35	0,00165
4	0,22963	0,22903	0,04136	-0,00060	0,26	0,00171
5	0,27826	0,27678	0,04062	-0,00148	0,53	0,00165
6	0,32383	0,32177	0,03916	-0,00206	0,64	0,00154
7	0,03448	0,03958	0,02557	0,00511	14,82	0,00068
8	0,06776	0,07173	0,03103	0,00396	5,85	0,00098
9	0,09990	0,10241	0,03365	0,00251	2,51	0,00114
10	0,13094	0,13211	0,03459	0,00117	0,90	0,00120
11	0,16090	0,16096	0,03450	0,00007	0,04	0,00119
12	0,18983	0,18904	0,03386	-0,00079	0,42	0,00115
13	0,21776	0,21635	0,03309	-0,00141	0,65	0,00110
14	0,24473	0,24292	0,03254	-0,00181	0,74	0,00106
15	0,27077	0,26874	0,03253	-0,00203	0,75	0,00106
16	0,29591	0,29382	0,03326	-0,00209	0,71	0,00111
17	0,32018	0,31816	0,03485	-0,00203	0,63	0,00122
18	0,34362	0,34175	0,03726	-0,00186	0,54	0,00139

Tabela C.59: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 1, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00409	0,00460	0,00375	0,00051	12,42	0,00001
2	0,01641	0,01713	0,01013	0,00072	4,41	0,00010
3	0,03674	0,03721	0,01757	0,00047	1,28	0,00031
4	0,06463	0,06444	0,02523	-0,00018	0,28	0,00064
5	0,09942	0,09831	0,03251	-0,00110	1,11	0,00106
6	0,14029	0,13815	0,03895	-0,00214	1,53	0,00152
7	0,18632	0,18317	0,04425	-0,00315	1,69	0,00197
8	0,23647	0,23247	0,04821	-0,00400	1,69	0,00234
9	0,28967	0,28507	0,05077	-0,00460	1,59	0,00260
10	0,34483	0,33996	0,05198	-0,00487	1,41	0,00273
11	0,40090	0,39610	0,05199	-0,00481	1,20	0,00273
12	0,45689	0,45247	0,05101	-0,00442	0,97	0,00262
13	0,51189	0,50813	0,04934	-0,00376	0,73	0,00245
14	0,56511	0,56220	0,04726	-0,00291	0,51	0,00224
15	0,61587	0,61392	0,04504	-0,00194	0,32	0,00203
16	0,66363	0,66267	0,04286	-0,00096	0,15	0,00184
17	0,70801	0,70796	0,04083	-0,00005	0,01	0,00167
18	0,74872	0,74945	0,03894	0,00072	0,10	0,00152
19	0,78563	0,78695	0,03712	0,00131	0,17	0,00138
20	0,81871	0,82040	0,03527	0,00169	0,21	0,00125
21	0,84801	0,84988	0,03331	0,00187	0,22	0,00111
22	0,87368	0,87553	0,03120	0,00185	0,21	0,00098
23	0,89593	0,89761	0,02893	0,00167	0,19	0,00084
24	0,91501	0,91639	0,02656	0,00138	0,15	0,00071
25	0,93119	0,93221	0,02412	0,00102	0,11	0,00058
26	0,94478	0,94541	0,02169	0,00063	0,07	0,00047
27	0,95607	0,95631	0,01932	0,00024	0,03	0,00037
28	0,96535	0,96524	0,01705	-0,00011	0,01	0,00029
29	0,97291	0,97249	0,01494	-0,00042	0,04	0,00022
30	0,97901	0,97834	0,01300	-0,00067	0,07	0,00017
31	0,98388	0,98303	0,01123	-0,00085	0,09	0,00013
32	0,98772	0,98675	0,00966	-0,00097	0,10	0,00009
33	0,99073	0,98970	0,00827	-0,00104	0,10	0,00007
34	0,99307	0,99201	0,00705	-0,00105	0,11	0,00005
35	0,99486	0,99382	0,00599	-0,00103	0,10	0,00004
36	0,99622	0,99523	0,00507	-0,00099	0,10	0,00003

Tabela C.60: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 2, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00138	0,00150	0,00086	0,00012	8,51	0,00000
2	0,00734	0,00762	0,00324	0,00028	3,76	0,00001
3	0,01939	0,01974	0,00679	0,00035	1,81	0,00005
4	0,03842	0,03873	0,01112	0,00030	0,79	0,00012
5	0,06490	0,06503	0,01584	0,00013	0,20	0,00025
6	0,09890	0,09876	0,02055	-0,00015	0,15	0,00042
7	0,14017	0,13970	0,02490	-0,00047	0,34	0,00062
8	0,18810	0,18730	0,02859	-0,00079	0,42	0,00082
9	0,24179	0,24074	0,03141	-0,00105	0,43	0,00099
10	0,30012	0,29892	0,03326	-0,00120	0,40	0,00111
11	0,36175	0,36054	0,03413	-0,00121	0,34	0,00117
12	0,42526	0,42418	0,03414	-0,00108	0,25	0,00117
13	0,48917	0,48836	0,03347	-0,00081	0,17	0,00112
14	0,55207	0,55163	0,03234	-0,00044	0,08	0,00105
15	0,61266	0,61263	0,03097	-0,00003	0,00	0,00096
16	0,66983	0,67020	0,02950	0,00038	0,06	0,00087
17	0,72267	0,72339	0,02801	0,00073	0,10	0,00078
18	0,77054	0,77152	0,02647	0,00098	0,13	0,00070
19	0,81306	0,81417	0,02483	0,00111	0,14	0,00062
20	0,85009	0,85120	0,02305	0,00111	0,13	0,00053
21	0,88171	0,88271	0,02110	0,00100	0,11	0,00045
22	0,90818	0,90899	0,01899	0,00081	0,09	0,00036
23	0,92992	0,93048	0,01679	0,00057	0,06	0,00028
24	0,94741	0,94772	0,01456	0,00030	0,03	0,00021
25	0,96122	0,96128	0,01238	0,00006	0,01	0,00015
26	0,97191	0,97175	0,01032	-0,00015	0,02	0,00011
27	0,98001	0,97970	0,00845	-0,00031	0,03	0,00007
28	0,98603	0,98561	0,00679	-0,00042	0,04	0,00005
29	0,99042	0,98995	0,00537	-0,00047	0,05	0,00003
30	0,99355	0,99307	0,00418	-0,00048	0,05	0,00002
31	0,99574	0,99528	0,00320	-0,00046	0,05	0,00001
32	0,99724	0,99683	0,00242	-0,00041	0,04	0,00001
33	0,99825	0,99789	0,00181	-0,00036	0,04	0,00000
34	0,99891	0,99861	0,00134	-0,00030	0,03	0,00000
35	0,99933	0,99910	0,00098	-0,00024	0,02	0,00000
36	0,99960	0,99942	0,00071	-0,00018	0,02	0,00000

Tabela C.61: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 3, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00826	0,00901	0,00684	0,00075	9,13	0,00005
2	0,03292	0,03355	0,01822	0,00063	1,92	0,00033
3	0,07295	0,07251	0,03065	-0,00043	0,59	0,00094
4	0,12645	0,12445	0,04215	-0,00200	1,58	0,00178
5	0,19094	0,18740	0,05139	-0,00355	1,86	0,00265
6	0,26352	0,25890	0,05759	-0,00462	1,75	0,00334
7	0,34112	0,33619	0,06056	-0,00494	1,45	0,00369
8	0,42070	0,41632	0,06062	-0,00438	1,04	0,00369
9	0,49946	0,49640	0,05851	-0,00306	0,61	0,00343
10	0,57499	0,57375	0,05517	-0,00124	0,22	0,00305
11	0,64538	0,64611	0,05143	0,00073	0,11	0,00265
12	0,70923	0,71174	0,04776	0,00251	0,35	0,00229
13	0,76573	0,76955	0,04420	0,00382	0,50	0,00197
14	0,81453	0,81906	0,04055	0,00453	0,56	0,00166
15	0,85572	0,86035	0,03664	0,00463	0,54	0,00136
16	0,88971	0,89395	0,03247	0,00424	0,48	0,00107
17	0,91717	0,92067	0,02817	0,00350	0,38	0,00081
18	0,93887	0,94148	0,02395	0,00261	0,28	0,00058
19	0,95568	0,95739	0,01999	0,00171	0,18	0,00040
20	0,96843	0,96933	0,01640	0,00090	0,09	0,00027
21	0,97790	0,97815	0,01326	0,00025	0,03	0,00018
22	0,98480	0,98458	0,01059	-0,00022	0,02	0,00011
23	0,98973	0,98920	0,00836	-0,00053	0,05	0,00007
24	0,99318	0,99249	0,00655	-0,00069	0,07	0,00004
25	0,99555	0,99480	0,00508	-0,00075	0,08	0,00003
26	0,99715	0,99642	0,00392	-0,00073	0,07	0,00002
27	0,99821	0,99754	0,00301	-0,00066	0,07	0,00001
28	0,99889	0,99832	0,00230	-0,00057	0,06	0,00001
29	0,99933	0,99885	0,00175	-0,00048	0,05	0,00000
30	0,99960	0,99921	0,00133	-0,00038	0,04	0,00000
31	0,99976	0,99946	0,00101	-0,00030	0,03	0,00000
32	0,99986	0,99963	0,00076	-0,00023	0,02	0,00000
33	0,99992	0,99975	0,00058	-0,00018	0,02	0,00000
34	0,99996	0,99983	0,00044	-0,00013	0,01	0,00000
35	0,99998	0,99988	0,00033	-0,00010	0,01	0,00000
36	0,99999	0,99992	0,00025	-0,00007	0,01	0,00000

Tabela C.62: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 4, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00322	0,00378	0,00356	0,00057	17,65	0,00001
2	0,01699	0,01796	0,01156	0,00097	5,72	0,00013
3	0,04451	0,04514	0,02211	0,00063	1,41	0,00049
4	0,08708	0,08663	0,03345	-0,00045	0,52	0,00112
5	0,14446	0,14254	0,04388	-0,00192	1,33	0,00193
6	0,21506	0,21178	0,05194	-0,00328	1,53	0,00271
7	0,29612	0,29211	0,05670	-0,00401	1,35	0,00323
8	0,38400	0,38022	0,05798	-0,00378	0,98	0,00338
9	0,47461	0,47208	0,05647	-0,00253	0,53	0,00319
10	0,56384	0,56328	0,05350	-0,00056	0,10	0,00286
11	0,64799	0,64961	0,05042	0,00163	0,25	0,00254
12	0,72412	0,72754	0,04767	0,00342	0,47	0,00228
13	0,79026	0,79466	0,04470	0,00440	0,56	0,00202
14	0,84548	0,84988	0,04082	0,00440	0,52	0,00169
15	0,88979	0,89340	0,03587	0,00361	0,41	0,00130
16	0,92397	0,92633	0,03026	0,00236	0,26	0,00092
17	0,94932	0,95036	0,02457	0,00104	0,11	0,00060
18	0,96738	0,96731	0,01931	-0,00007	0,01	0,00037
19	0,97974	0,97891	0,01476	-0,00083	0,08	0,00022
20	0,98788	0,98664	0,01103	-0,00123	0,13	0,00012
21	0,99301	0,99167	0,00811	-0,00134	0,14	0,00007
22	0,99612	0,99487	0,00588	-0,00125	0,13	0,00004
23	0,99793	0,99687	0,00423	-0,00106	0,11	0,00002
24	0,99894	0,99810	0,00302	-0,00083	0,08	0,00001
25	0,99948	0,99886	0,00215	-0,00062	0,06	0,00001
26	0,99975	0,99931	0,00152	-0,00044	0,04	0,00000
27	0,99989	0,99958	0,00108	-0,00030	0,03	0,00000
28	0,99995	0,99975	0,00076	-0,00020	0,02	0,00000
29	0,99998	0,99985	0,00054	-0,00013	0,01	0,00000
30	0,99999	0,99991	0,00038	-0,00009	0,01	0,00000
31	1,00000	0,99994	0,00026	-0,00006	0,01	0,00000
32	1,00000	0,99996	0,00018	-0,00004	0,00	0,00000
33	1,00000	0,99998	0,00013	-0,00002	0,00	0,00000
34	0,99999	0,99999	0,00009	-0,00001	0,00	0,00000
35	1,00000	0,99999	0,00006	-0,00001	0,00	0,00000
36	1,00000	0,99999	0,00004	-0,00001	0,00	0,00000

Tabela C.63: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral V, Caso 1, ns=36; np=7; N=252.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,06314	0,06862	0,03144	0,00548	8,69	0,00102
2	0,12229	0,12759	0,04227	0,00530	4,34	0,00181
3	0,17771	0,18218	0,04778	0,00447	2,52	0,00230
4	0,22963	0,23317	0,05034	0,00354	1,54	0,00255
5	0,27826	0,28095	0,05103	0,00268	0,96	0,00261
6	0,32383	0,32578	0,05050	0,00194	0,60	0,00255
7	0,36653	0,36787	0,04919	0,00134	0,37	0,00242
8	0,40652	0,40739	0,04739	0,00086	0,21	0,00225
9	0,44399	0,44449	0,04533	0,00050	0,11	0,00206
10	0,47910	0,47933	0,04319	0,00023	0,05	0,00187
11	0,51199	0,51202	0,04110	0,00004	0,01	0,00169
12	0,54280	0,54270	0,03915	-0,00010	0,02	0,00153
13	0,57167	0,57147	0,03743	-0,00019	0,03	0,00140
14	0,59871	0,59846	0,03596	-0,00026	0,04	0,00129
15	0,62405	0,62375	0,03478	-0,00030	0,05	0,00121
16	0,64778	0,64746	0,03388	-0,00033	0,05	0,00115
17	0,67002	0,66967	0,03324	-0,00035	0,05	0,00110
18	0,69086	0,69047	0,03283	-0,00038	0,06	0,00108
19	0,71038	0,70996	0,03262	-0,00042	0,06	0,00106
20	0,72866	0,72820	0,03256	-0,00046	0,06	0,00106
21	0,74579	0,74528	0,03260	-0,00052	0,07	0,00106
22	0,76184	0,76126	0,03272	-0,00059	0,08	0,00107
23	0,77688	0,77621	0,03288	-0,00067	0,09	0,00108
24	0,79097	0,79020	0,03305	-0,00076	0,10	0,00109
25	0,80417	0,80330	0,03321	-0,00087	0,11	0,00110
26	0,81653	0,81554	0,03335	-0,00099	0,12	0,00111
27	0,82811	0,82699	0,03345	-0,00112	0,14	0,00112
28	0,83897	0,83771	0,03351	-0,00126	0,15	0,00112
29	0,84913	0,84773	0,03352	-0,00141	0,17	0,00113
30	0,85866	0,85710	0,03347	-0,00156	0,18	0,00112
31	0,86758	0,86586	0,03338	-0,00172	0,20	0,00112
32	0,87594	0,87406	0,03323	-0,00188	0,22	0,00111
33	0,88378	0,88173	0,03303	-0,00205	0,23	0,00110
34	0,89111	0,88890	0,03279	-0,00222	0,25	0,00108
35	0,89799	0,89561	0,03251	-0,00238	0,27	0,00106
36	0,90443	0,90188	0,03218	-0,00255	0,28	0,00104

Tabela C.64: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 1, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00409	0,00436	0,00234	0,00027	6,51	0,00001
2	0,01641	0,01684	0,00669	0,00043	2,61	0,00005
3	0,03674	0,03712	0,01191	0,00038	1,02	0,00014
4	0,06463	0,06476	0,01734	0,00013	0,21	0,00030
5	0,09942	0,09918	0,02254	-0,00024	0,24	0,00051
6	0,14029	0,13962	0,02715	-0,00068	0,48	0,00074
7	0,18632	0,18521	0,03095	-0,00112	0,60	0,00096
8	0,23647	0,23498	0,03379	-0,00149	0,63	0,00114
9	0,28967	0,28791	0,03562	-0,00176	0,61	0,00127
10	0,34483	0,34294	0,03650	-0,00190	0,55	0,00134
11	0,40091	0,39902	0,03652	-0,00189	0,47	0,00134
12	0,45689	0,45516	0,03584	-0,00173	0,38	0,00129
13	0,51189	0,51043	0,03466	-0,00147	0,29	0,00120
14	0,56511	0,56400	0,03318	-0,00111	0,20	0,00110
15	0,61587	0,61516	0,03158	-0,00071	0,12	0,00100
16	0,66363	0,66334	0,02999	-0,00030	0,04	0,00090
17	0,70801	0,70809	0,02849	0,00009	0,01	0,00081
18	0,74872	0,74914	0,02710	0,00042	0,06	0,00073
19	0,78563	0,78630	0,02580	0,00067	0,08	0,00067
20	0,81871	0,81954	0,02452	0,00083	0,10	0,00060
21	0,84801	0,84891	0,02322	0,00090	0,11	0,00054
22	0,87368	0,87457	0,02184	0,00088	0,10	0,00048
23	0,89593	0,89673	0,02037	0,00080	0,09	0,00042
24	0,91501	0,91566	0,01881	0,00065	0,07	0,00035
25	0,93119	0,93167	0,01719	0,00048	0,05	0,00030
26	0,94478	0,94506	0,01553	0,00029	0,03	0,00024
27	0,95607	0,95616	0,01388	0,00009	0,01	0,00019
28	0,96535	0,96526	0,01228	-0,00009	0,01	0,00015
29	0,97291	0,97267	0,01076	-0,00024	0,03	0,00012
30	0,97901	0,97864	0,00933	-0,00037	0,04	0,00009
31	0,98388	0,98341	0,00803	-0,00047	0,05	0,00006
32	0,98772	0,98719	0,00685	-0,00053	0,05	0,00005
33	0,99073	0,99017	0,00581	-0,00056	0,06	0,00003
34	0,99307	0,99249	0,00489	-0,00057	0,06	0,00002
35	0,99486	0,99430	0,00410	-0,00056	0,06	0,00002
36	0,99622	0,99569	0,00342	-0,00053	0,05	0,00001

Tabela C.65: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 2, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00138	0,00147	0,00087	0,00009	6,24	0,00000
2	0,00734	0,00748	0,00325	0,00014	1,89	0,00001
3	0,01939	0,01943	0,00679	0,00004	0,20	0,00005
4	0,03842	0,03818	0,01111	-0,00024	0,63	0,00012
5	0,06490	0,06421	0,01580	-0,00069	1,06	0,00025
6	0,09890	0,09765	0,02047	-0,00125	1,27	0,00042
7	0,14017	0,13830	0,02477	-0,00186	1,33	0,00062
8	0,18810	0,18565	0,02839	-0,00245	1,30	0,00081
9	0,24179	0,23886	0,03114	-0,00293	1,21	0,00098
10	0,30012	0,29687	0,03290	-0,00325	1,08	0,00109
11	0,36175	0,35839	0,03370	-0,00336	0,93	0,00115
12	0,42526	0,42200	0,03365	-0,00326	0,77	0,00114
13	0,48917	0,48621	0,03295	-0,00296	0,61	0,00109
14	0,55207	0,54957	0,03186	-0,00250	0,45	0,00102
15	0,61266	0,61072	0,03058	-0,00194	0,32	0,00094
16	0,66983	0,66848	0,02928	-0,00135	0,20	0,00086
17	0,72267	0,72187	0,02800	-0,00080	0,11	0,00078
18	0,77054	0,77021	0,02670	-0,00033	0,04	0,00071
19	0,81306	0,81307	0,02528	0,00001	0,00	0,00064
20	0,85009	0,85030	0,02367	0,00021	0,03	0,00056
21	0,88171	0,88199	0,02184	0,00028	0,03	0,00048
22	0,90818	0,90842	0,01979	0,00024	0,03	0,00039
23	0,92992	0,93004	0,01760	0,00012	0,01	0,00031
24	0,94741	0,94737	0,01534	-0,00004	0,00	0,00024
25	0,96122	0,96101	0,01311	-0,00021	0,02	0,00017
26	0,97191	0,97155	0,01100	-0,00036	0,04	0,00012
27	0,98001	0,97954	0,00905	-0,00047	0,05	0,00008
28	0,98603	0,98549	0,00733	-0,00054	0,06	0,00005
29	0,99042	0,98985	0,00584	-0,00057	0,06	0,00003
30	0,99355	0,99299	0,00458	-0,00056	0,06	0,00002
31	0,99574	0,99522	0,00355	-0,00052	0,05	0,00001
32	0,99724	0,99678	0,00272	-0,00047	0,05	0,00001
33	0,99825	0,99785	0,00205	-0,00040	0,04	0,00000
34	0,99891	0,99858	0,00154	-0,00033	0,03	0,00000
35	0,99933	0,99907	0,00114	-0,00026	0,03	0,00000
36	0,99960	0,99940	0,00084	-0,00021	0,02	0,00000

Tabela C.66: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 3, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00826	0,00841	0,00471	0,00016	1,89	0,00002
2	0,03292	0,03249	0,01301	-0,00043	1,30	0,00017
3	0,07295	0,07132	0,02219	-0,00163	2,23	0,00050
4	0,12645	0,12336	0,03067	-0,00309	2,44	0,00095
5	0,19094	0,18650	0,03739	-0,00444	2,33	0,00142
6	0,26352	0,25813	0,04177	-0,00540	2,05	0,00177
7	0,34112	0,33537	0,04369	-0,00576	1,69	0,00194
8	0,42070	0,41523	0,04342	-0,00548	1,30	0,00192
9	0,49946	0,49484	0,04155	-0,00463	0,93	0,00175
10	0,57499	0,57161	0,03878	-0,00338	0,59	0,00152
11	0,64538	0,64342	0,03581	-0,00195	0,30	0,00129
12	0,70923	0,70866	0,03305	-0,00057	0,08	0,00109
13	0,76573	0,76632	0,03062	0,00059	0,08	0,00094
14	0,81453	0,81595	0,02837	0,00142	0,17	0,00081
15	0,85572	0,85759	0,02609	0,00187	0,22	0,00068
16	0,88971	0,89170	0,02363	0,00198	0,22	0,00056
17	0,91717	0,91899	0,02099	0,00182	0,20	0,00044
18	0,93887	0,94035	0,01823	0,00148	0,16	0,00033
19	0,95568	0,95674	0,01549	0,00106	0,11	0,00024
20	0,96843	0,96906	0,01288	0,00064	0,07	0,00017
21	0,97790	0,97816	0,01051	0,00027	0,03	0,00011
22	0,98480	0,98477	0,00843	-0,00003	0,00	0,00007
23	0,98973	0,98950	0,00666	-0,00023	0,02	0,00004
24	0,99318	0,99283	0,00520	-0,00035	0,04	0,00003
25	0,99555	0,99515	0,00401	-0,00041	0,04	0,00002
26	0,99715	0,99674	0,00307	-0,00041	0,04	0,00001
27	0,99821	0,99783	0,00233	-0,00038	0,04	0,00001
28	0,99889	0,99856	0,00176	-0,00033	0,03	0,00000
29	0,99933	0,99905	0,00132	-0,00028	0,03	0,00000
30	0,99960	0,99937	0,00099	-0,00023	0,02	0,00000
31	0,99976	0,99959	0,00074	-0,00018	0,02	0,00000
32	0,99986	0,99973	0,00055	-0,00014	0,01	0,00000
33	0,99992	0,99982	0,00041	-0,00010	0,01	0,00000
34	0,99996	0,99988	0,00030	-0,00008	0,01	0,00000
35	0,99998	0,99992	0,00022	-0,00006	0,01	0,00000
36	0,99999	0,99995	0,00017	-0,00004	0,00	0,00000

Tabela C.67: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 4, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,00322	0,00354	0,00241	0,00033	10,18	0,00001
2	0,01699	0,01759	0,00839	0,00060	3,55	0,00007
3	0,04451	0,04498	0,01657	0,00047	1,06	0,00027
4	0,08708	0,08699	0,02553	-0,00009	0,10	0,00065
5	0,14446	0,14355	0,03392	-0,00091	0,63	0,00115
6	0,21506	0,21332	0,04061	-0,00174	0,81	0,00165
7	0,29612	0,29380	0,04486	-0,00233	0,79	0,00202
8	0,38400	0,38153	0,04641	-0,00247	0,64	0,00216
9	0,47461	0,47250	0,04559	-0,00211	0,44	0,00208
10	0,56384	0,56249	0,04309	-0,00135	0,24	0,00186
11	0,64799	0,64760	0,03977	-0,00038	0,06	0,00158
12	0,72412	0,72465	0,03627	0,00053	0,07	0,00132
13	0,79026	0,79143	0,03282	0,00117	0,15	0,00108
14	0,84548	0,84692	0,02931	0,00144	0,17	0,00086
15	0,88979	0,89112	0,02559	0,00133	0,15	0,00066
16	0,92397	0,92492	0,02164	0,00094	0,10	0,00047
17	0,94932	0,94976	0,01765	0,00044	0,05	0,00031
18	0,96738	0,96734	0,01388	-0,00004	0,00	0,00019
19	0,97974	0,97934	0,01054	-0,00040	0,04	0,00011
20	0,98788	0,98727	0,00776	-0,00061	0,06	0,00006
21	0,99301	0,99233	0,00555	-0,00068	0,07	0,00003
22	0,99612	0,99548	0,00388	-0,00064	0,06	0,00002
23	0,99793	0,99738	0,00265	-0,00055	0,05	0,00001
24	0,99894	0,99851	0,00179	-0,00043	0,04	0,00000
25	0,99948	0,99916	0,00119	-0,00032	0,03	0,00000
26	0,99975	0,99953	0,00078	-0,00022	0,02	0,00000
27	0,99989	0,99974	0,00051	-0,00015	0,01	0,00000
28	0,99995	0,99986	0,00033	-0,00009	0,01	0,00000
29	0,99998	0,99992	0,00021	-0,00006	0,01	0,00000
30	0,99999	0,99996	0,00013	-0,00004	0,00	0,00000
31	1,00000	0,99998	0,00008	-0,00002	0,00	0,00000
32	1,00000	0,99999	0,00005	-0,00001	0,00	0,00000
33	1,00000	0,99999	0,00003	-0,00001	0,00	0,00000
34	1,00000	1,00000	0,00002	0,00000	0,00	0,00000
35	1,00000	1,00000	0,00001	0,00000	0,00	0,00000
36	1,00000	1,00000	0,00001	0,00000	0,00	0,00000

Tabela C.68: Resultados simulados (1000 amostras)- Frações de “falhas” em t_0 , referente à “Estufa”, Plano amostral VI, Caso 5, ns=36; np=14; N=504.

t_0	Valor Real	Estimado	DP	Vício	VR(%)	EQM
1	0,06314	0,06628	0,02122	0,00315	4,98	0,00046
2	0,12229	0,12547	0,02941	0,00318	2,60	0,00087
3	0,17771	0,18047	0,03368	0,00277	1,56	0,00114
4	0,22963	0,23186	0,03573	0,00224	0,97	0,00128
5	0,27826	0,27997	0,03638	0,00170	0,61	0,00133
6	0,32383	0,32505	0,03612	0,00121	0,37	0,00131
7	0,36653	0,36731	0,03528	0,00078	0,21	0,00125
8	0,40652	0,40693	0,03408	0,00041	0,10	0,00116
9	0,44399	0,44409	0,03269	0,00009	0,02	0,00107
10	0,47910	0,47893	0,03124	-0,00017	0,04	0,00098
11	0,51199	0,51159	0,02983	-0,00039	0,08	0,00089
12	0,54280	0,54222	0,02852	-0,00058	0,11	0,00081
13	0,57167	0,57093	0,02735	-0,00073	0,13	0,00075
14	0,59871	0,59785	0,02637	-0,00086	0,14	0,00070
15	0,62405	0,62307	0,02558	-0,00098	0,16	0,00066
16	0,64778	0,64671	0,02498	-0,00107	0,17	0,00063
17	0,67002	0,66886	0,02455	-0,00116	0,17	0,00060
18	0,69086	0,68962	0,02427	-0,00124	0,18	0,00059
19	0,71038	0,70906	0,02412	-0,00131	0,18	0,00058
20	0,72866	0,72728	0,02406	-0,00138	0,19	0,00058
21	0,74579	0,74434	0,02408	-0,00145	0,20	0,00058
22	0,76184	0,76032	0,02414	-0,00152	0,20	0,00059
23	0,77688	0,77529	0,02422	-0,00159	0,20	0,00059
24	0,79097	0,78931	0,02431	-0,00166	0,21	0,00059
25	0,80417	0,80243	0,02439	-0,00173	0,22	0,00060
26	0,81653	0,81473	0,02446	-0,00180	0,22	0,00060
27	0,82811	0,82624	0,02449	-0,00187	0,23	0,00060
28	0,83897	0,83702	0,02449	-0,00195	0,23	0,00060
29	0,84913	0,84712	0,02446	-0,00202	0,24	0,00060
30	0,85866	0,85657	0,02439	-0,00209	0,24	0,00060
31	0,86758	0,86542	0,02428	-0,00216	0,25	0,00059
32	0,87594	0,87371	0,02413	-0,00223	0,25	0,00059
33	0,88378	0,88148	0,02395	-0,00230	0,26	0,00058
34	0,89111	0,88875	0,02373	-0,00237	0,27	0,00057
35	0,89799	0,89556	0,02348	-0,00243	0,27	0,00056
36	0,90443	0,90194	0,02320	-0,00249	0,28	0,00054

Referências Bibliográficas

- [1] CASELLA, G. e LEHMAN, E. L. *Theory of Point Estimation*. New York: Springer Verlag, 1998.
- [2] COX, R. D., e HINKLEY D. C., *Theoretical Statistical*. London: Chapman and Hall, 1974.
- [3] DETHMERS, A. E., *Utilizing Sensory evaluation to determine product shelf life*. Food Technology, vol. 33 (9): 40-42, 1979.
- [4] DRAPER, N., SMITH, H., *Applied Regression Analysis*. 3rd ed. New York: Wiley, 1998.
- [5] FREITAS M. A., BORGES W., HO LL., *A Statistical Model for shelf live estimation using sensory evaluations scores. Communication in Statistical-Theory e Methods*, vol. 32, no 8, pp. 1559-1589, 2003.
- [6] FREITAS, M. A., BORGES, W., HO, LL., *Sample Plans Comparisons for Shelf Life estimation using sensory evaluation score*, 2004, (A ser publicado no periódico Quality and Reliability Management).
- [7] FREITAS, M. A., COLOSIMO, E. A., *Confiabilidade: Análise de tempo de falha e teste de vida acelerado*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottone, Escola de Engenharia da UFMG, 1997.
- [8] GACULA, M. C. Jr., KUBALA, J. J., *The design of experiments for shelf life study*. Journal of Food Science, 40: 399-403 (1975).
- [9] GACULA, M. C. Jr., KUBALA, J. J., *Statistical model for shelf life failure*. Journal of Food Science, 40: 404-409 (1975).

-
- [10] GACULA, M. C. Jr., SINGH, J., *Statistical Methods in Food and Consumer Research*. New York: Academic Press, 1984.
 - [11] GARTHWAITE, P. H., JOLLIFE, I. T. e JONES, B. *Statistical Inference*. New York: Prentice Hall, 1995.
 - [12] KALBFLEISH, J. D., PRENTICE, R. L., *The Statistical Analysis of Failure Time Data*. New York: Wiley, 1992.
 - [13] LAWLESS, J. F. *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*. New York: Wiley, 1980.
 - [14] MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V. and CARR, B. T. *Sensory Evaluation Techniques*, 2nd Ed., London: CRC Press, 416 pp. (1991).
 - [15] MEEKER, W. Q., ESCOBAR, L. A., *Statistical Methods for Reliability Data*, New York: Wiley, 1998.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)