

**Um estudo comparativo de novos modelos  
de regressão paramétricos para  
dados de sobrevivência**

Yang Ting Ju

DISSERTAÇÃO APRESENTADA  
AO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE  
MESTRE EM ESTATÍSTICA

Programa: Estatística

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gisela Tunes da Silva

São Paulo, 23 de Outubro de 2023

# Um estudo comparativo de novos modelos de regressão paramétricos para dados de sobrevivência

Esta versão da dissertação contém as correções e alterações sugeridas pela  
Comissão Julgadora durante a defesa da versão original do trabalho  
realizada em 24 de Agosto de 2023.

## Agradecimentos

Para este pedacinho de texto que sempre gosto de ler das dissertações e teses, pensei em diversas coisas que eu gostaria escrever. Foram longos anos que se passaram até chegar no resultado deste trabalho. Durante esse tempo, a pandemia veio com tanta força que me abalou de uma forma bastante inesperada. Insegurança, estresse, desespero e o medo de encarar todo o trabalho que ainda faltava para o término da dissertação. Porém, só tenho a agradecer, primeiramente, a Deus por me iluminar e mostrar o caminho certo a trilhar, aos meus familiares e amigos que me acompanharam e me apoiaram todo esse tempo, por último e não menos importante, queria agradecer imensamente a minha orientadora Gisela Tunes da Silva pela paciência e dedicação em me ensinar não apenas os conteúdos teóricos, mas também a acreditar em mim, nos vários momentos que pensei em desistir. Me mostrou o que é ser resiliente, acreditar no que parecia impossível e me encorajar a fazer o meu melhor mesmo que o resultado não seja o mais esperado. Sou eternamente grata por todos os seus ensinamentos, pelo seu exemplo de profissionalismo e principalmente de como ser uma pessoa cada vez melhor.



# Resumo

Yang Ting Ju. **Um estudo comparativo de novos modelos de regressão paramétricos para dados de sobrevivência.** Dissertação (Mestrado). Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

A análise de sobrevivência é uma área da estatística que possui como foco o estudo da variável resposta tempo até a ocorrência de um evento de interesse, também denominado de tempo de falha. Uma das principais características desses modelos é a sua abordagem estatística diferenciada para dados com a presença de censuras, que ocorre quando o tempo de falha da unidade amostral é parcialmente observado.

Atualmente, existem diversas novas distribuições de probabilidade com aplicações em dados de sobrevivência, propostas por artigos no mundo todo. Assim, é natural o surgimento da dúvida sobre qual desses novos modelos paramétricos é o mais adequado para os dados e se eles são mais indicados quando comparados aos modelos clássicos como o modelo exponencial, Weibull e log-logístico. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar e comparar os modelos de regressão paramétricos propostos recentemente na literatura. No total, quatro novos modelos foram selecionados: Lomax-Weibull, Weibull-Marshall-Olkin-Weibull, Weibull-log-logística-generalizada e odd-Birnbaum-Saunders. Já os modelos clássicos escolhidos para comparação foram das distribuições Weibull e log-logística, uma vez que elas são bastante conhecidas e difundidas na literatura.

Pela simulação dos dados, observa-se que os modelos clássicos em geral apresentam uma melhor performance. As técnicas de comparação utilizadas foram os critérios AIC, BIC, os gráficos de resíduos de Cox-Snell com o auxílio do teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste de razão de verossimilhanças generalizado que se mostrou como a melhor ferramenta para seleção dos modelos paramétricos.

**Palavras chave:** análise de sobrevivência, modelo de regressão paramétrica, censura à direita, resíduos de Cox-Snell.



# Abstract

Yang Ting Ju. **A comparative study of new parametric regression models for survival data.** Thesis (Master's). Institute of Mathematics and Statistics, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

Survival analysis is an area of statistics in which the response variable is the time until the occurrence of an event of interest, also called failure time. One of the main characteristics of these models is the differentiated statistical approach for censored data, which occurs when the failure time of the sampling unit is partially observed.

Currently, there are several new probability distributions with applications in survival data, proposed by studies worldwide. So, it's natural to have questions about which of these new parametric models is the most suitable for the data and whether they are more suitable when compared to the classic models, e.g. the exponential, Weibull and log-logistic model. In this way, the present study aims to evaluate and compare the parametric regression models recently proposed in the literature. In total, four new models were selected: Lomax-Weibull, Weibull-Marshall-Olkin-Weibull, Weibull-log-logistics-generalized and odd-Birnbaum-Saunders. Also, the classic model chosen for comparison was the Weibull distribution and log-logistic, since it is well known and widespread in the literature.

Through data simulation, it is observed that classical models in general present better performance. The comparison techniques used were the AIC, BIC criterion, Cox-Snell residual graphs with the aid of the Kolmogorov-Smirnov test, and also, the generalized likelihood ratio test which proved to be the best tool for selecting parametric models.

**Keywords:** survival analysis, parametric regression model, right censoring, Cox-Snell residuals.





# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
1.1	Revisão bibliográfica . . . . .	4
1.2	Objetivos e organização do trabalho . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Novos modelos de regressão paramétricos</b>	<b>7</b>
2.1	Distribuição Lomax . . . . .	7
2.1.1	Modelo de regressão para distribuição log-Lomax-Weibull . . . . .	11
2.2	Distribuição Marshall-Olkin . . . . .	15
2.2.1	Modelo de regressão para distribuição log-Weibull-Marshall-Olkin-Weibull . . . . .	20
2.3	Distribuição Weibull generalizada . . . . .	24
2.3.1	Modelo de regressão para distribuição log-Weibull-log-logística generalizada . . . . .	26
2.4	Distribuição Birnbaum–Saunders . . . . .	29
2.4.1	Modelo de regressão para distribuição log-odd-Birnbaum-Saunders . . . . .	31
2.5	Métodos de comparação . . . . .	34
<b>3</b>	<b>Simulação</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>Aplicação</b>	<b>43</b>
4.1	Análise descritiva . . . . .	44
4.2	Modelagem paramétrica . . . . .	48
<b>5</b>	<b>Discussão</b>	<b>53</b>
	Apêndice A - Tabelas	55
	Referências bibliográficas	111



# Capítulo 1

## Introdução

A análise de sobrevivência é um ramo da estatística que possui como foco o estudo da variável resposta tempo até a ocorrência de um evento de interesse, também denominado de tempo de falha (Klein and Moeschberger, 2003). Na área da saúde, é possível encontrar muitos estudos com aplicações de análise de sobrevivência devido a sua relevância na avaliação do tempo de vida de pacientes até a ocorrência de algum evento, podendo ser a cura de uma doença ou até mesmo o óbito. Além da medicina, observa-se sua aplicação em áreas como engenharia (tempo de vida de materiais expostos à fadiga), mercado financeiro (tempo até a inadimplência do cliente), entre outras.

A principal característica dos modelos de sobrevivência é a sua abordagem estatística diferenciada para dados com a presença de censuras, ou seja, quando o tempo até a ocorrência do evento de interesse é parcialmente observado. Isso pode ocorrer devido aos fatores externos que nem sempre é possível controlar como, por exemplo, o interrompimento no acompanhamento de pacientes por causa do término do período de estudo ou o encerramento da conta bancária por parte do cliente, impedindo, dessa forma, o conhecimento completo da variável resposta para esses indivíduos. Apesar disso, pode-se dizer que o tempo de falha é superior ao tempo de censura observado. Para a modelagem de dados censurados, os modelos clássicos não são indicados, uma vez que não levam em consideração as informações parcialmente observadas em suas análises. Já no contexto de sobrevivência, esses tempos de censura são incorporados nas análises estatísticas juntamente com os tempos de falha para aqueles que apresentarem o evento de interesse. As censuras podem ser divididas em censura à direita, à esquerda e intervalar. Mais informações podem ser encontradas no livro de Colosimo and Giolo (2006). Para todo o trabalho apresentado, será levada em consideração apenas a censura à direita, que é o tipo mais encontrado nos dados de sobrevivência. Ela é representada por observações que possuem tempo de falha maior que o tempo observado.

Quando é de interesse ajustar um modelo de regressão para dados de sobrevivência sujeitos

à censura, um dos modelos mais conhecidos é o modelo semiparamétrico de Cox (Cox, 1972). Pode-se também utilizar um modelo de regressão paramétrico, em que a distribuição do tempo de falha é pré-estabelecida. Os modelos de regressão paramétricos mais conhecidos e difundidos na literatura são o modelo exponencial, Weibull, log-logístico, log-normal, entre outros. Atualmente, observa-se a existência de diversas novas distribuições de probabilidade que podem ser aplicadas para dados de sobrevivência, introduzidas por variados artigos publicados no mundo todo. Porém, quando se tem disponível um banco de dados real, é esperado que surja a dúvida de qual modelo paramétrico é o mais adequado aos dados e, também, se esses novos modelos são mais indicados quando comparados aos modelos clássicos. Esse questionamento motivou o presente estudo, que visa avaliar e comparar esses novos modelos já propostos com o intuito de auxiliar a escolha do modelo paramétrico quando um particular conjunto de dados precisa ser analisado. Por fim, será feita a análise de dados fornecidos pelo Hospital do Coração (HCor) de pacientes internados por doença arterial coronariana.

Devido ao grande volume de novas distribuições de probabilidade introduzidas nos últimos anos, foram selecionadas aquelas com maior quantidade de citações na literatura e que possuem o modelo de regressão para dados censurados. Assim, foram escolhidas quatro famílias de distribuições, sendo elas: distribuição Lomax, Marshall-Olkin, Weibull generalizada e Birnbaum-Saunders que serão detalhadas ao longo do texto.

## 1.1 Revisão bibliográfica

Para o presente trabalho, a revisão bibliográfica consistiu na varredura de artigos que apresentam modelos de regressão para dados de sobrevivência. No total, foram estudados quatro dos trinta artigos selecionados e publicados nos últimos anos. O primeiro artigo avaliado e posteriormente escolhido para estudo (Cordeiro et al., 2014) foi motivado pela distribuição Lomax, a qual originou-se com o intuito de modelar dados de insucesso empresarial. Sabe-se que a distribuição Gama é amplamente utilizada para modelagem de variáveis respostas com assimetria à direita, o modelo log-Lomax-Weibull proposto pelos autores de Cordeiro et al. (2014) é uma alternativa para esse tipo de modelagem.

No artigo Korkmaz et al. (2019), visando nos modelos mais flexíveis aos dados, os autores propuseram o modelo de regressão log-Weibull-Marshall-Olkin-Weibull da família Marshall-Olkin que também foi escolhido para um estudo mais aprofundado. Além disso, diversos artigos originados da distribuição Birnbaum-Saunders foram introduzidos, como Ortega et al. (2016) (detalhado ao longo do texto), Lachos et al. (2017) (apresenta uma abordagem Bayesiana para a modelagem dos dados) e Cordeiro et al. (2018) (modelo de sobrevivência com a inclusão de casos especiais das distribuições Birnbaum-Saunders e odd-log-logística-

Birnbaum–Saunders).

A distribuição Kumaraswamy proposta em Kumaraswamy (1980) possui sua função densidade de probabilidade duplamente limitada nos extremos inferiores e superiores, uma característica bastante semelhante em relação à distribuição Beta. Vários modelos de regressão foram introduzidos com base nessa distribuição como De Santana et al. (2012) (modelo de sobrevivência com capacidade de modelar função de taxa de falha não monótona) e Fachini-Gomes et al. (2018) (apresenta uma abordagem para distribuição bivariada), porém, devido à quantidade limitada de modelos para estudo, essas distribuições não foram selecionadas.

Por último, foi escolhido o artigo Cordeiro et al. (2015) que possui a segunda maior quantidade de citações. Os autores propuseram o modelo de regressão para distribuição log-Weibull-log-logística generalizada, resultado de uma técnica de geração de distribuições mais amplas.

## 1.2 Objetivos e organização do trabalho

Conforme já discutido na introdução, esse trabalho foi motivado pelo questionamento natural que surge quando na prática está sendo feita a análise de dados de sobrevivência: qual modelo paramétrico é o mais adequado? Quais medidas de qualidade de ajuste de fato apontam para o modelo mais adequado? A escolha do modelo incorreto implica em conclusões inferenciais muito equivocadas? Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar e comparar modelos de regressão paramétricos, considerando mais especificamente os modelos mais recentes propostos na literatura. Para essa comparação, serão utilizados os critérios AIC, BIC, os gráficos de resíduos de Cox-Snell (Cox and Snell, 1968) com o auxílio do teste de Kolmogorov-Smirnov (Fleming et al., 1980) e o teste de razão de verossimilhança generalizado (Vuong, 1989).

Neste primeiro capítulo, é possível encontrar a revisão bibliográfica. A apresentação das famílias de distribuições selecionadas é feita no Capítulo 2, detalhando suas funções de densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha. Em seguida, são definidos os modelos de regressão, as funções de verossimilhança e suas respectivas derivadas e, por último, os resíduos de Cox-Snell para cada modelo. No Capítulo 3, encontram-se as simulações realizadas e aplicação aos dados do Hospital do Coração no Capítulo 4. A discussão final pode ser encontrada no último capítulo deste trabalho.



---

## Capítulo 2

# Novos modelos de regressão paramétricos

Para este trabalho, foram escolhidos quatro modelos de regressão paramétricos propostos recentemente na literatura. Esses modelos serão comparados entre si e também com outros dois modelos paramétricos bastante conhecidos e difundidos. Este capítulo descreve os modelos paramétricos novos, que usualmente não são encontrados em livros didáticos na área. Já os modelos paramétricos usuais não serão detalhados por estarem muito bem documentados e discutidos em diversos livros didáticos, como Colosimo and Giolo (2006) e Hosmer and Lemeshow (1999).

### 2.1 Distribuição Lomax

A primeira família que será abordada é da distribuição Lomax, que foi proposta por Lomax (1954) com o intuito de modelar dados de insucesso empresarial. Mais tarde, esse modelo também foi aplicado em outras áreas do conhecimento.

Inicialmente, seja  $Y$  uma variável aleatória com distribuição que depende dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ . Ela é dita seguir uma distribuição Lomax quando a sua função densidade de probabilidade for dada por:

$$f(y) = \frac{\alpha}{\beta} \left(1 + \frac{y}{\beta}\right)^{-(1+\alpha)} = \frac{\alpha\beta^\alpha}{(y + \beta)^{\alpha+1}}, \quad y > 0,$$

em que  $\alpha > 0$  e  $\beta > 0$  são, respectivamente, parâmetros de forma e de escala.

A sua função de distribuição acumulada é definida como:

$$F(y) = 1 - \left( \frac{\beta}{\beta + y} \right)^\alpha. \quad (2.1)$$

Essa distribuição, também conhecida como Pareto II, é caracterizada por possuir uma cauda pesada como mostra a Figura 2.1. Uma propriedade interessante que pode ser demonstrada é que, se  $Y$  segue uma distribuição Lomax, então  $Y + \beta$  segue uma distribuição Pareto I.

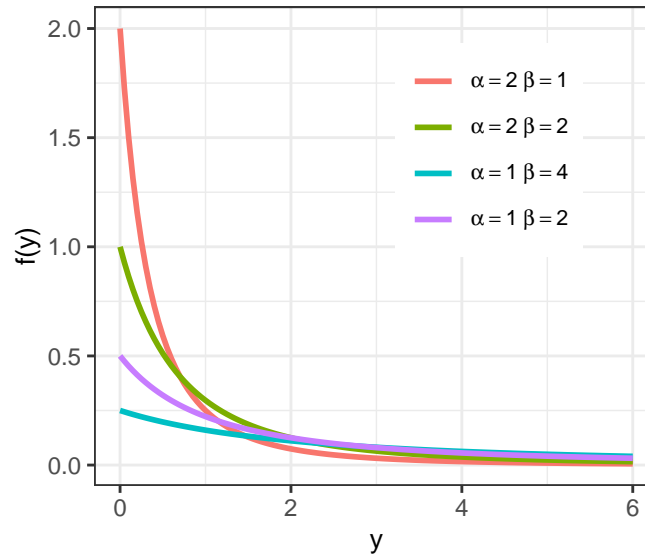


Figura 2.1: Função densidade de probabilidade para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição Lomax.

No artigo de Cordeiro et al. (2014), utilizando o método de transformação de variáveis, os autores puderam criar novas distribuições através de um gerador de distribuições Lomax-G. Para isso, seja  $G(x)$ ,  $x \in \mathfrak{R}$ , uma função de distribuição acumulada primitiva. Substituindo  $y$  por  $-\log(1 - G(x))$  em (2.1), obtém-se esse gerador Lomax-G. Suas funções densidade de probabilidade e de distribuição acumulada, com dois parâmetros  $\alpha > 0$  e  $\beta > 0$ , são definidas, respectivamente, por:

$$f(x) = \alpha\beta^\alpha \frac{g(x)}{[1 - G(x)]\{\beta - \log[1 - G(x)]\}^{\alpha+1}} \quad (2.2)$$

e

$$F(x) = 1 - \left( \frac{\beta}{\beta - \log[1 - G(x)]} \right)^\alpha.$$

A função de taxa de falha é expressa por:

$$h(x) = \frac{f(x)}{1 - F(x)} = \alpha \frac{g(x)}{[1 - G(x)]\{\beta - \log[1 - G(x)]\}}.$$

O gerador Lomax-G permite uma maior flexibilidade em suas caudas, além disso, percebe-



se que ele possui os mesmos parâmetros da distribuição primitiva mais dois parâmetros adicionais  $\alpha$  e  $\beta$ . Na literatura, é comum o uso das distribuições Normal e Weibull para a função  $G(\cdot)$  como será visto posteriormente.

### Distribuição Lomax-Normal (LN)

A distribuição Lomax-Normal (LN) é obtida substituindo  $G(x)$  pela função de distribuição acumulada da Normal  $N(x)$  em (2.2). Portanto, para  $N(x)$ ,  $x \in \mathfrak{R}$ , a função densidade de probabilidade da distribuição LN é dada por:

$$f_{LN}(x) = \alpha\beta^\alpha \frac{\phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{\left[1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right] \left\{\beta - \log\left[1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]\right\}^{\alpha+1}},$$

em que  $\mu \in \mathfrak{R}$  e  $\sigma > 0$ ;  $\phi(\cdot)$  e  $\Phi(\cdot)$  são, respectivamente, função densidade de probabilidade e de distribuição acumulada da normal padrão.

A sua função de taxa de falha fica dada por:

$$h_{LN}(x) = \alpha \frac{\phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{\left[1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right] \left\{\beta - \log\left[1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]\right\}}.$$

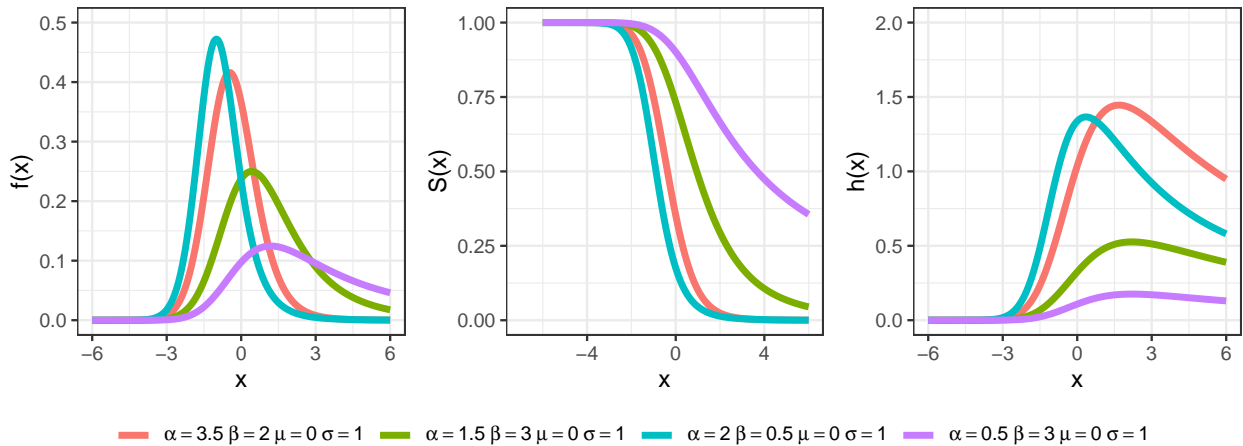


Figura 2.2: Função densidade de probabilidade (esquerda), de sobrevivência (centro) e de taxa de falha (direita), respectivamente, para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição LN.

A Figura 2.2 apresenta as funções densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição. Vale destacar que a curva da função densidade de probabilidade da LN apresenta um comportamento diferente quando comparada à curva disponível nos gráficos do artigo, considerando os mesmos valores para os parâmetros.

### Distribuição Lomax-Weibull (LW)

Considerando  $G(x)$ ,  $x \geq 0$ , como sendo a função de distribuição acumulada de Weibull em (2.2), com os parâmetros de escala  $b > 0$  e de forma  $a > 0$ , tem-se que a função densidade de probabilidade da distribuição Lomax-Weibull (LW) é dada por:

$$f_{LW}(x) = \alpha\beta^\alpha ab^a \frac{x^{a-1}}{[\beta + (bx)^a]^{\alpha+1}}.$$

A sua função de taxa de falha é expressa por:

$$h_{LW}(x) = \frac{\alpha ab^a x^{a-1}}{\beta + (bx)^a}.$$

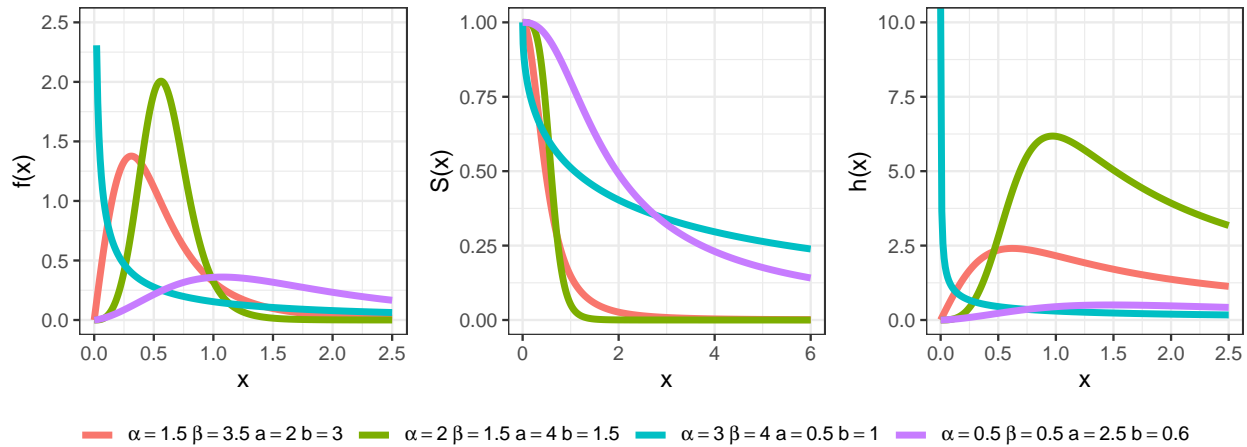


Figura 2.3: Função densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha, respectivamente, para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição LW.

Observa-se que:

- para  $a = 1$ , obtém-se a distribuição Lomax-exponencial;
- para  $\beta = 1$  e  $b = 1$ , obtém-se a distribuição Burr;
- para  $a = b = 1$ , obtém-se a distribuição Lomax.

Na Figura 2.3, observa-se uma grande flexibilidade nas caudas quando assumimos diferentes valores para os parâmetros da distribuição LW.

### 2.1.1 Modelo de regressão para distribuição log-Lomax-Weibull

Para avaliar a relação entre os tempos de sobrevivência e as covariáveis de interesse, os modelos de regressão são muito utilizados. No contexto de sobrevivência, quando a distribuição da variável resposta pertencer à família de locação e escala, pode-se usar os modelos de locação e escala como alternativas para apresentar esses modelos de regressão.

A transformação logarítmica nos tempos de sobrevivência é uma característica dos modelos de locação e escala. Seja  $T$  uma variável aleatória que representa o tempo de falha, positiva, e  $Y = \log(T)$  uma variável aleatória que segue uma distribuição pertencente à família de locação e escala, ou seja, caracterizada por possuir um parâmetro de locação  $\mu$  ( $-\infty < \mu < \infty$ ) e um parâmetro de escala  $\sigma$  ( $0 < \sigma < \infty$ ). Tem-se que as funções densidade de probabilidade e de sobrevivência de  $Y$  são expressas por:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma} g\left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right)$$

e

$$S(y) = G\left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right),$$

respectivamente, com  $g(\cdot)$  função densidade de probabilidade e  $G(\cdot)$  função de distribuição acumulada de  $T$ . Dessa forma, para uma amostra aleatória, o modelo de locação e escala pode ser denotado por:

$$y_i = \mu(\mathbf{x}_i) + \sigma z_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

em que  $n$  representa o tamanho amostral,  $\mu$  uma função do vetor de covariáveis  $\mathbf{x}_i$  que, em geral, é escrito como  $\mu(\mathbf{x}_i) = \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}$  para  $\boldsymbol{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_p)^t$  vetor de parâmetros desconhecidos e  $z_i$  é o erro aleatório.

Para a família Lomax, será discutido o modelo de regressão para a distribuição log-Lomax-Weibull (LLW), conforme o artigo de Cordeiro et al. (2014). Para isso, utilizou-se o modelo de locação e escala como forma de apresentação.

Dado  $T$  uma variável aleatória que segue a distribuição LW, tem-se que  $Y = \log(T)$  segue uma distribuição log-Lomax-Weibull. Reparametrizando os parâmetros da LW,  $\mu = -\log(b)$  e  $\sigma = \frac{1}{a}$ , observa-se que a função densidade de probabilidade de LLW é dada por:

$$f(y) = \frac{\alpha \beta^\alpha \exp\left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right)}{\sigma \left[\beta + \exp\left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\alpha+1}}, \quad (2.3)$$

para  $y \in \mathfrak{R}$ ,  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$ ,  $\mu \in \mathfrak{R}$  e  $\sigma > 0$ . A sua função de sobrevivência é definida por:

$$S(y) = \left[ \frac{\beta}{\beta + \exp\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)} \right]^\alpha.$$

Além disso, para  $Z = \frac{Y-\mu}{\sigma}$ , pode-se reescrever (2.3) da seguinte forma:

$$\pi(z) = \frac{\alpha\beta^\alpha \exp(z)}{[\beta + \exp(z)]^{\alpha+1}}. \quad (2.4)$$

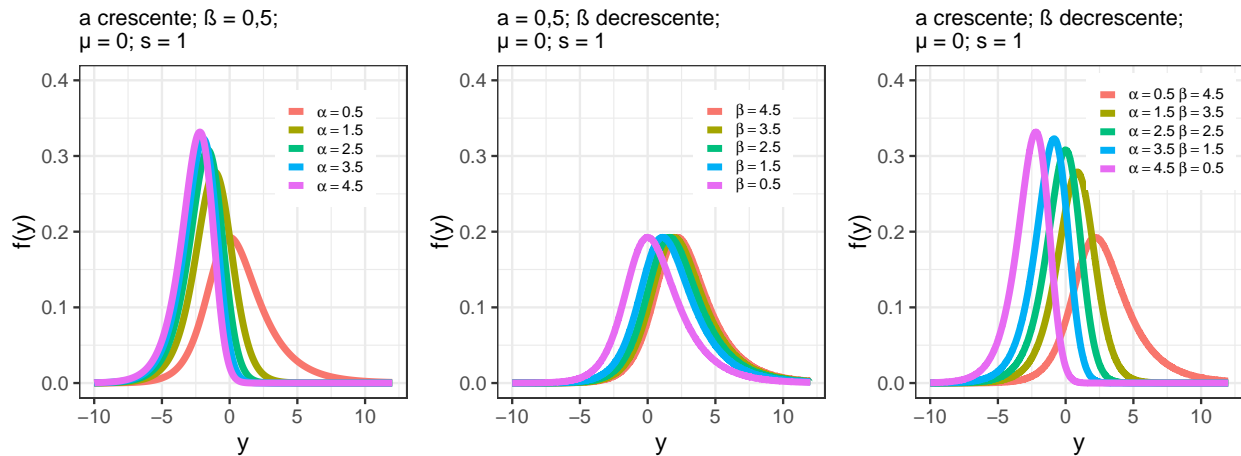


Figura 2.4: Função densidade de probabilidade para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição LLW.

Pela Figura 2.4, percebe-se que o parâmetro  $\alpha$  controla a intensidade local, enquanto o parâmetro  $\beta$  controla a assimetria da distribuição LLW.

Seja  $n$  o tamanho de uma amostra e considere  $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})^t$  um vetor de  $p$  variáveis explicativas associado à  $i$ -ésima variável resposta  $y_i = \log(t_i)$ , para  $i = 1, \dots, n$ . Tem-se que o modelo de regressão baseado na distribuição LLW é expresso por:

$$y_i = \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma} + \sigma z_i,$$

em que  $\boldsymbol{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_p)^t$  representa o vetor de coeficientes,  $\sigma > 0$  parâmetro de escala e  $z_i$  erro aleatório que segue a distribuição (2.4).

A técnica de máxima verossimilhança consiste em encontrar os parâmetros de um modelo, de tal forma que maximizem a probabilidade de se obter a amostra particular observada, ou seja, encontrar as estimativas que maximizem a função de verossimilhança.

Seja uma amostra composta por  $n$  observações e  $t_i$  o tempo de falha ou de censura da  $i$ -ésima observação, para  $i = 1, \dots, n$ . Denota-se  $\delta_i$  como uma variável indicadora da seguinte forma:

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{se } t_i \text{ for tempo de falha,} \\ 0, & \text{se } t_i \text{ for tempo de censura.} \end{cases} \quad (2.5)$$

Para dados sujeitos a censura à direita, a função de verossimilhança dos modelos é dada por:

$$L(\boldsymbol{\theta}) = \prod_{i=1}^n [f(t_i; \boldsymbol{\theta})]^{\delta_i} [S(t_i; \boldsymbol{\theta})]^{1-\delta_i}, \quad (2.6)$$

em que  $\boldsymbol{\theta}$  é o vetor de parâmetros a serem estimados.

Portanto, para o modelo LLW, essa função é dada por:

$$L(\boldsymbol{\theta}) = \prod_{i=1}^n \left[ \frac{\alpha \beta^\alpha \exp\left(\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right)}{\sigma \left[\beta + \exp\left(\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right)\right]^{\alpha+1}} \right]^{\delta_i} \left[ \left( \frac{\beta}{\beta + \exp\left(\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right)} \right)^\alpha \right]^{1-\delta_i},$$

com  $\boldsymbol{\theta}$  sendo o vetor com todos os parâmetros desconhecidos. Desenvolvendo a fórmula anterior e tomando o logaritmo dessa função, obtém-se que:

$$\begin{aligned} l(\boldsymbol{\theta}) = & n\alpha \log \beta + q \log \left( \frac{\alpha}{\sigma} \right) + \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right) + \\ & - \alpha \sum_{i=1}^n \log \left( \beta + \exp \left( \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right) \right) - \sum_{i=1}^n \delta_i \left[ \log \left( \beta + \exp \left( \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right) \right) \right], \end{aligned}$$

em que  $q$  é a quantidade de falhas. Essa expressão pode ser reescrita como

$$\begin{aligned} l(\boldsymbol{\theta}) = & n\alpha \log \beta + q \log \left( \frac{\alpha}{\sigma} \right) + \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) + \\ & - \alpha \sum_{i=1}^n \log \left( \beta + \exp \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) \right) - \sum_{i=1}^n \delta_i \left[ \log \left( \beta + \exp \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) \right) \right]. \end{aligned}$$

As derivadas do logaritmo da função de verossimilhança em relação aos parâmetros desconhecidos são apresentadas a seguir:

$$\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \alpha} = n \log \beta + \frac{q}{\alpha} - \sum_{i=1}^n \log \left( \beta + \exp \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) \right),$$

$$\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \beta} = \frac{n\alpha}{\beta} - \alpha \sum_{i=1}^n \left( \beta + \exp \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) \right)^{-1} - \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \beta + \exp \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) \right)^{-1},$$

$$\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \sigma} = -\frac{q}{\sigma} - \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma^2} \right) + \alpha \sum_{i=1}^n \frac{\exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right) \left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma^2}\right)}{\beta + \exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right)} + \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right) \left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma^2}\right)}{\beta + \exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right)},$$

$$\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \gamma_j} = -\sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{x_{ij}}{\sigma} \right) + \alpha \sum_{i=1}^n \frac{\exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right) \left(\frac{x_{ij}}{\sigma}\right)}{\beta + \exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right)} + \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right) \left(\frac{x_{ij}}{\sigma}\right)}{\beta + \exp\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma}\right)},$$

para  $j = 1, \dots, p$ .

A maximização dos parâmetros pode ser realizada pela função *optim* do software R.

Sob as condições de regularidade,  $(\hat{\boldsymbol{\theta}} - \boldsymbol{\theta})$  tem a distribuição assintótica normal multivariada  $N(0, K(\boldsymbol{\theta})^{-1})$ , em que  $K(\boldsymbol{\theta})$  é a matriz de informação esperada. A matriz de covariância  $K(\boldsymbol{\theta})^{-1}$  pode ser aproximada pelo inverso da matriz de informação observada  $\mathbf{I}(\hat{\boldsymbol{\theta}})$  avaliada em  $\hat{\boldsymbol{\theta}}$ .

### Resíduos de Cox-Snell

A escolha do modelo para o ajuste dos dados é um assunto muito importante na análise paramétrica, uma vez que a sua seleção inadequada pode trazer resultados comprometidos em toda a análise estatística e conseqüentemente interpretações ou predições incorretas.

Assim, com o intuito de verificar a adequabilidade de ajuste do modelo selecionado a um conjunto de observações, é comum a realização de uma análise de resíduos. No contexto de sobrevivência, existem vários tipos de resíduos como resíduos martingale, deviance e de Cox-Snell. Para avaliar o ajuste global de um modelo final, os resíduos de Cox-Snell, apresentados por Cox and Snell (1968), são bastante utilizados.

Os resíduos de Cox-Snell são definidos por:

$$\hat{e}_i = \hat{H}(t_i), \quad (2.7)$$

sendo  $\hat{H}(\cdot)$  a função de taxa de falha acumulada obtida a partir do modelo ajustado e  $t_i$  o tempo de falha da  $i$ -ésima observação.

Segundo Lawless (2011), os resíduos de Cox-Snell devem seguir uma distribuição exponencial padrão se o modelo ajustado for adequado e, através de métodos gráficos, pode-se verificar essa suposição. Uma das técnicas consiste na comparação da função de sobrevivência da exponencial padrão com o estimador de Kaplan-Meier (Kaplan and Meier, 1958) para os resíduos de Cox-Snell. O modelo ajustado é considerado adequado quando o estimador de Kaplan-Meier se aproximar da curva de sobrevida da exponencial padrão.

Apesar da utilidade dos resíduos de Cox-Snell, quando percebe-se que o modelo ajustado não é adequado, esses resíduos não conseguem indentificar o motivo da falha para o direcio-

namento de um modelo melhor como, por exemplo, os resíduos martingale que são úteis para direcionar a melhor forma funcional para as covariáveis ajustadas no modelo. Além disso, segundo Klein and Moeschberger (2003), “os resíduos de Cox-Snell devem ser usados com cautela, pois a distribuição exponencial para os resíduos é válida somente quando os valores reais dos parâmetros são usados em (2.7). Quando as estimativas dessas quantidades são usadas para calcular os resíduos, como é feito aqui, os desvios da distribuição exponencial podem acontecer parcialmente devido à incerteza na estimativa dos parâmetros. Essa incerteza é maior na cauda direita da distribuição e para amostras pequenas”. Porém, apesar das críticas e desvantagens do uso dos resíduos de Cox-Snell, ele é um dos resíduos mais usados em aplicações e por isso foi considerado neste trabalho.

Para o modelo de regressão LW, os resíduos de Cox-Snell são dados por

$$\hat{e}_i = -\hat{\alpha} \log \left[ \frac{\hat{\beta}}{\hat{\beta} + \exp\left(\frac{\log(t_i) - \mathbf{x}_i^t \hat{\gamma}}{\hat{\sigma}}\right)} \right], \quad i = 1, \dots, n,$$

em que  $t_i$  segue a distribuição LW e,  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$ ,  $\hat{\sigma}$  e  $\hat{\gamma}$  são os respectivos estimador de máxima verossimilhança de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\sigma$  e  $\gamma$ .

## 2.2 Distribuição Marshall-Olkin

Nessa seção, será estudada a família de distribuição Marshall-Olkin (MO). Sejam  $G(x)$  e  $\bar{G}(x) = 1 - G(x)$  as funções de distribuição acumulada e de sobrevivência de uma variável aleatória contínua  $X$ . Marshall and Olkin (1997), adicionando um novo parâmetro de forma  $p > 0$ , introduziram uma nova família de distribuições generalizadas MO com a função de sobrevivência dada por:

$$\bar{F}(x) = \frac{p\bar{G}(x)}{1 - (1-p)\bar{G}(x)}, \quad x \in \mathfrak{R}, \quad p > 0. \quad (2.8)$$

Observa-se que para  $p = 1$ , tem-se que a função de sobrevivência da distribuição MO é equivalente a  $\bar{G}(x)$ . Além disso, MO possui os mesmos parâmetros da distribuição  $G(x)$  mais o parâmetro adicional  $p$ .

A partir de (2.8), é possível mostrar que as funções densidade de probabilidade e de distribuição acumulada de MO são definidas, respectivamente, por:

$$f(x) = \frac{pg(x)}{[G(x) + p\bar{G}(x)]^2} \quad (2.9)$$

e

$$F(x) = 1 - \bar{F}(x) = \frac{G(x)}{G(x) + p\bar{G}(x)}.$$

A sua função de taxa de falha é expressa por:

$$h(x) = \frac{f(x)}{\bar{F}(x)} = \frac{h_G(x)}{G(x) + p\bar{G}(x)},$$

em que  $x \in \mathfrak{R}$ ,  $p > 0$  e  $h_G(x)$  representa a função de taxa de falha da distribuição  $G$ .

Em seguida, serão apresentados alguns exemplos de distribuições da família Marshall-Olkin.

### Distribuição Marshall-Olkin-Normal (MON)

A primeira distribuição dessa família que será discutida é a distribuição Marshall-Olkin-Normal (MON). Substituindo  $G(x) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$  em (2.9), tem-se que a função densidade de probabilidade da distribuição MON é dada por:

$$f_{MON}(x) = \frac{p\phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{\left[\Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)\right]^2},$$

para  $x \in \mathfrak{R}$ ,  $\mu \in \mathfrak{R}$  e  $\sigma > 0$ . As funções  $\phi(\cdot)$  e  $\Phi(\cdot)$  são, respectivamente, função densidade de probabilidade e de distribuição acumulada da normal padrão.

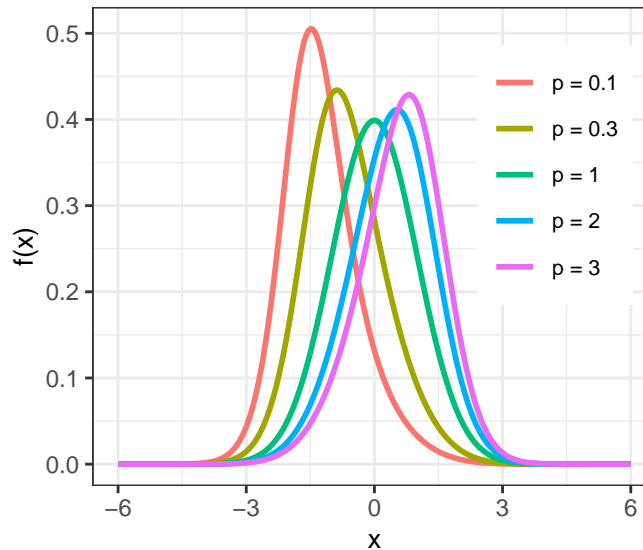


Figura 2.5: Função densidade de probabilidade para alguns valores do parâmetro da distribuição MON.

Pela Figura 2.5, percebe-se que conforme aumenta o valor do parâmetro  $p$ , a média da distribuição MON também tende a aumentar.



### Distribuição Marshall-Olkin-Weibull (MOW)

Considerando  $G(x)$ ,  $x \geq 0$ , como sendo a função de distribuição acumulada de Weibull em (2.9), com os parâmetros  $b > 0$  e  $a > 0$ , tem-se que a função densidade de probabilidade da distribuição Marshall-Olkin-Weibull (MOW) é dada por:

$$f_{MOW}(x) = \frac{pab^a x^{a-1} \exp(-(bx)^a)}{[1 - (1-p) \exp(-(bx)^a)]^2}.$$

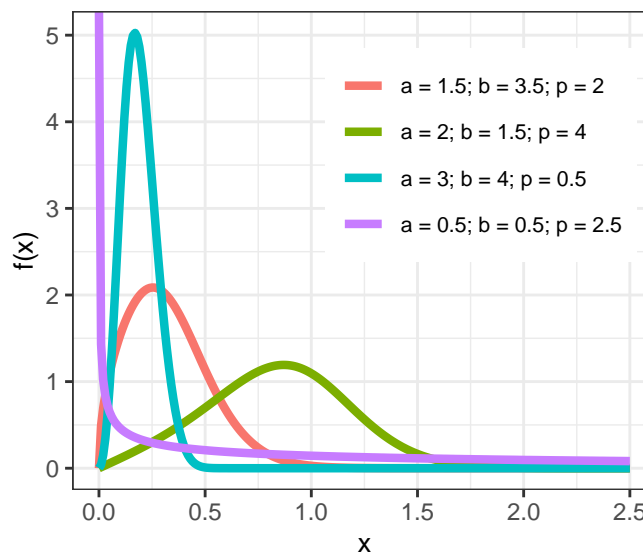


Figura 2.6: Função densidade de probabilidade para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição MOW.

Na Figura 2.6, observa-se que o comportamento das curvas varia bastante de acordo com as estimativas dos parâmetros.

### Distribuição Weibull-Marshall-Olkin-G

No artigo de Korkmaz et al. (2019), utilizando um método chamado família T-X, os autores puderam gerar famílias de distribuições mais amplas. Mais detalhes sobre essa técnica podem ser encontrados no artigo de Alzaatreh et al. (2013). As funções de distribuição acumulada e de densidade de probabilidade da família T-X são definidas por:

$$F(x) = \int_a^{W[G(x)]} r(t) dt$$

e

$$f(x) = r\{W[G(x)]\} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} W[G(x)] \right\},$$

respectivamente, em que  $r(t)$  representa a função densidade de probabilidade de uma variável aleatória  $T$ ,  $t \in [a, b]$ , para  $-\infty < a < b < \infty$ .  $G(x)$  é uma função de distribuição acumulada primitiva que satisfaz as condições apresentadas no artigo Korkmaz et al. (2019) e  $W[G(x)]$  é uma função de  $G(x)$ .

No presente estudo, será abordada a família de distribuições generalizadas Weibull-Marshall-Olkin-G (WMOG), baseada na família T-X. Considerando  $W[G(x)] = -\log(\bar{F}_{MO}(x))$ , para  $\bar{F}_{MO}(x)$  apresentada em (2.8), e  $r(t) = \alpha t^{\alpha-1} \exp(-t^\alpha)$ ,  $t > 0$  e  $\alpha > 0$ , tem-se que as funções de distribuição acumulada e de densidade de probabilidade de WMOG são expressas, respectivamente, por:

$$F_{WMOG}(x) = 1 - \exp \left\{ - \left( - \log \left( \frac{p\bar{G}(x)}{G(x) + p\bar{G}(x)} \right) \right)^\alpha \right\}, \quad x \in \mathfrak{R}, \quad p > 0$$

e

$$\begin{aligned} f_{WMOG}(x) &= \frac{\alpha g(x)}{\bar{G}(x)[G(x) + p\bar{G}(x)]} \left( - \log \left( \frac{p\bar{G}(x)}{G(x) + p\bar{G}(x)} \right) \right)^{\alpha-1} \\ &\times \exp \left\{ - \left( - \log \left( \frac{p\bar{G}(x)}{G(x) + p\bar{G}(x)} \right) \right)^\alpha \right\}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

A sua função de taxa de falha é denotada por:

$$h_{WMOG}(x) = \frac{\alpha g(x)}{\bar{G}(x)[G(x) + p\bar{G}(x)]} \left( - \log \left( \frac{p\bar{G}(x)}{G(x) + p\bar{G}(x)} \right) \right)^{\alpha-1}.$$

### Distribuição Weibull-Marshall-Olkin-Normal (WMON)

Para essa família de distribuições WMOG, substituindo  $G(x) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$ ,  $x \in \mathfrak{R}$ , uma função de distribuição acumulada da normal padrão em (2.10), obtém-se a função densidade de probabilidade da distribuição Weibull-Marshall-Olkin-Normal (WMON):

$$\begin{aligned} f_{WMON}(x) &= \frac{\alpha \phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right) \left[\Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)\right]} \\ &\times \left( - \log \left( \frac{p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)}{\Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)} \right) \right)^{\alpha-1} \\ &\times \exp \left\{ - \left( - \log \left( \frac{p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)}{\Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)} \right) \right)^\alpha \right\}, \quad \mu \in \mathfrak{R}, \quad \sigma > 0. \end{aligned}$$

A sua função de taxa de falha é dada por:

$$h_{WMON}(x) = \frac{\alpha \phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right) \left[\Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)\right]} \times \left(-\log\left(\frac{p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)}{\Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + p\left(1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right)}\right)\right)^{\alpha-1}.$$

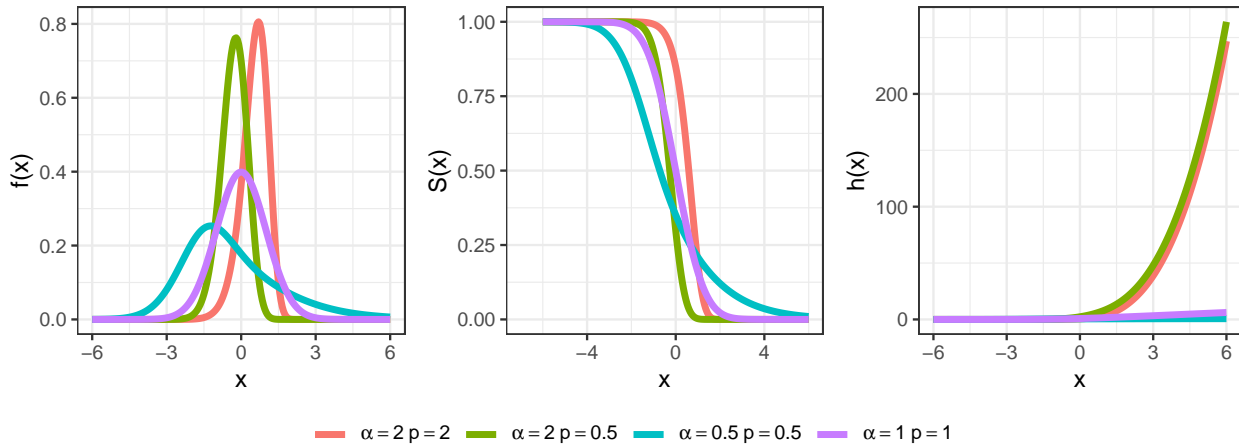


Figura 2.7: Função densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha, respectivamente, para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição WMON.

Pela Figura 2.7, nota-se o parâmetro  $\alpha$  controla a intensidade local, enquanto o parâmetro  $p$  controla a assimetria da distribuição WMON.

### Distribuição Weibull-Marshall-Olkin-Weibull (WMOW)

Considerando  $G(x) = 1 - \exp(-(\theta x)^\gamma)$ ,  $x \geq 0$ , em (2.10), como sendo a função de distribuição acumulada de Weibull com os parâmetros  $\theta > 0$  e  $\gamma > 0$ , tem-se que a função densidade de probabilidade da distribuição Weibull-Marshall-Olkin-Weibull (WMOW) é dada por:

$$f_{WMOW}(x) = \frac{\alpha \theta^\gamma \gamma x^{\gamma-1}}{1 - \exp(-(\theta x)^\gamma)(1-p)} \left(-\log\left(\frac{p}{\exp((\theta x)^\gamma) - (1-p)}\right)\right)^{\alpha-1} \times \exp\left\{-\left(-\log\left(\frac{p}{\exp((\theta x)^\gamma) - (1-p)}\right)\right)^\alpha\right\}.$$

A sua função de taxa de falha é definida por:

$$h_{WMOW}(x) = \frac{\alpha\theta^\gamma\gamma x^{\gamma-1}}{1 - \exp(-(\theta x)^\gamma)(1-p)} \left( -\log \left( \frac{p}{\exp((\theta x)^\gamma) - (1-p)} \right) \right)^{\alpha-1}.$$

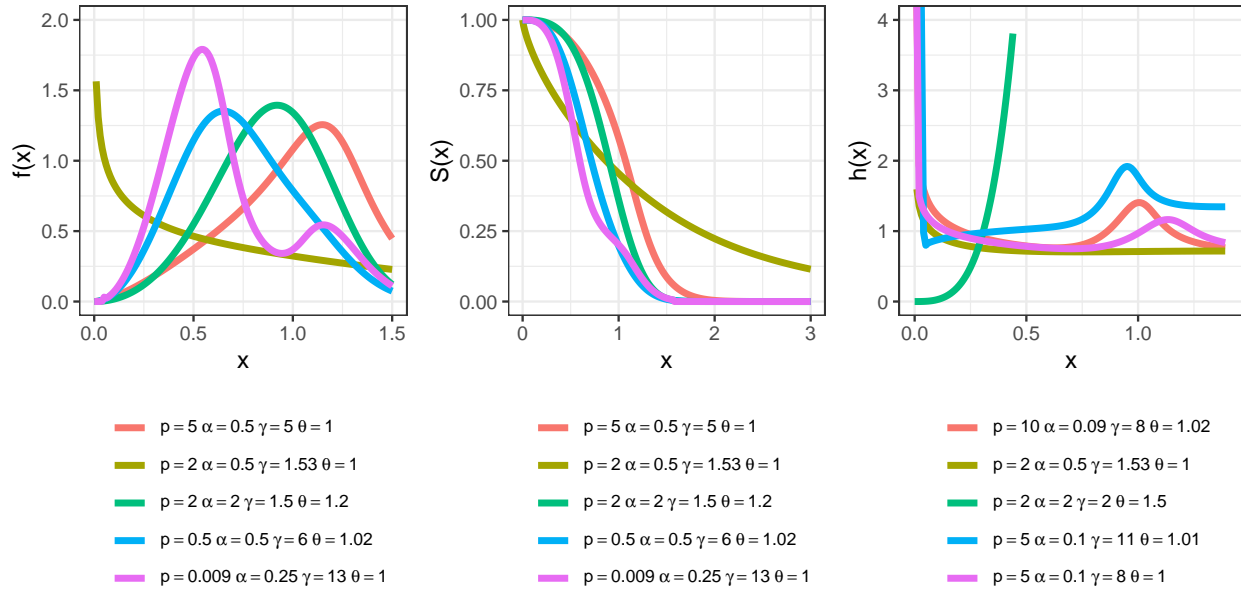


Figura 2.8: Função densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha, respectivamente, para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição WMOW.

Na Figura 2.8, observa-se que o comportamento das curvas da função densidade de probabilidade varia de acordo com as estimativas dos parâmetros da distribuição.

### 2.2.1 Modelo de regressão para distribuição log-Weibull-Marshall-Olkin-Weibull

Para a família WMO, será discutido o modelo de regressão para a distribuição log-Weibull-Marshall-Olkin-Weibull (LWMOW), conforme apresentado em Korkmaz et al. (2019).

Dado  $T$  uma variável aleatória que segue a distribuição WMOW, temos que  $Y = \log(T)$  segue uma distribuição log-Weibull-Marshall-Olkin-Weibull. Reparametrizando os parâmetros da WMOW,  $\mu = -\log(\theta)$  e  $\sigma = \frac{1}{\gamma}$ , observa-se que a função densidade de probabilidade de LWMOW é dada por:

$$\begin{aligned}
f(y) &= \frac{\alpha \exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}}{\sigma \left(1 - (1-p) \exp\left\{-\exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right\}\right)} \\
&\quad \times \left(-\log\left(\frac{p}{\exp\left\{\exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right\} - (1-p)}\right)\right)^{\alpha-1} \\
&\quad \times \exp\left\{-\left(-\log\left(\frac{p}{\exp\left\{\exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right\} - (1-p)}\right)\right)^\alpha\right\},
\end{aligned} \tag{2.11}$$

para  $y \in \Re$ ,  $p > 0$ ,  $\alpha > 0$ ,  $\mu \in \Re$  e  $\sigma > 0$ . A sua função de sobrevivência é dada por:

$$S(y) = \exp\left\{-\left(-\log\left(\frac{p}{\exp\left\{\exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right\} - (1-p)}\right)\right)^\alpha\right\}.$$

Para  $Z = \frac{Y-\mu}{\sigma}$ , pode-se reescrever (2.11) da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
\pi(z) &= \frac{\alpha \exp(z)}{\sigma \left(1 - (1-p) \exp\{-\exp(z)\}\right)} \left(-\log\left(\frac{p}{\exp\{\exp(z)\} - (1-p)}\right)\right)^{\alpha-1} \\
&\quad \times \exp\left\{-\left(-\log\left(\frac{p}{\exp\{\exp(z)\} - (1-p)}\right)\right)^\alpha\right\}.
\end{aligned} \tag{2.12}$$

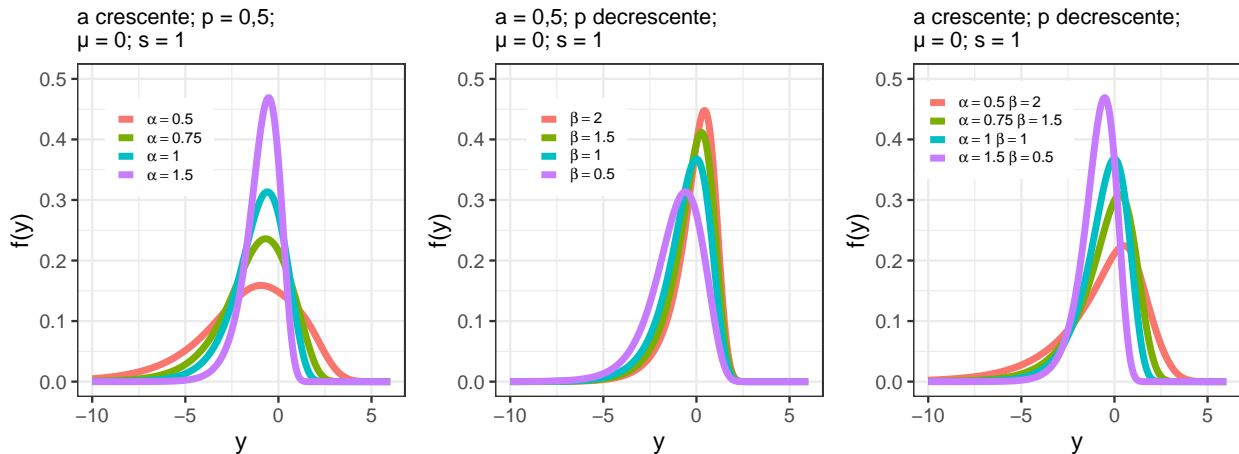


Figura 2.9: Função densidade de probabilidade para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição LWMOW.

Pela Figura 2.9, observa-se que quanto maior é o valor de  $\alpha$ , maior é a curtose, ou seja, menor é a variabilidade das observações. Já o parâmetro  $p$ , além de controlar a assimetria da distribuição LWMOW, também contribui para a mudança na largura das caudas.

Considere uma amostra de tamanho  $n$  e  $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ir})^t$  um vetor de  $r$  variáveis explicativas associado à  $i$ -ésima variável resposta  $y_i = \log(t_i)$ , para  $i = 1, \dots, n$ . Tem-se que o

modelo de regressão baseado na distribuição LWMOW é expresso por:

$$y_i = \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma} + \sigma z_i,$$

em que  $\boldsymbol{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_r)^t$  representa o vetor de coeficientes,  $\sigma > 0$  e  $z_i$  erro aleatório que segue a distribuição (2.12).

Assim como apresentado anteriormente, a função de verossimilhança para dados sujeitos a censura à direita é dada pela equação (2.6), ou seja,

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{\theta}) &= \prod_{i=1}^n \left[ \frac{\alpha \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\}}{\sigma \left( 1 - (1-p) \exp \left\{ -\exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right\} \right)} \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha-1} \right]^{\delta_i} \\ &\times \left[ \exp \left\{ - \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha} \right\} \right]^{\delta_i} \\ &\times \left[ \exp \left\{ - \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha} \right\} \right]^{1-\delta_i}, \end{aligned}$$

para  $\boldsymbol{\theta}$  vetor de parâmetros e  $\delta_i$  definido em (2.5). Aplicando-se o logaritmo na equação anterior, chega-se a

$$\begin{aligned} l(\boldsymbol{\theta}) &= q \log \frac{\alpha}{\sigma} + \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) + \\ &\quad - \sum_{i=1}^n \delta_i \log \left( 1 - (1-p) \exp \left\{ -\exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} \right) + \\ &\quad + (\alpha - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \log \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right) + \\ &\quad - \sum_{i=1}^n \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha}, \end{aligned}$$

em que  $q$  é a quantidade de falhas. As derivadas de  $l(\boldsymbol{\theta})$  são apresentadas a seguir:

$$\begin{aligned} \frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \alpha} &= \frac{q}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \delta_i \log \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right) + \\ &\quad - \sum_{i=1}^n \log \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right) \\ &\quad \times \left( -\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial p} &= - \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{1}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) + \\
&+ (\alpha - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \left[ \frac{1 - \exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\}}{p \left( \exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p) \right) \left( - \log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)} \right] + \\
&- \alpha \sum_{i=1}^n \left( - \log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha-1} \\
&\times \left[ \frac{1 - \exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\}}{p \left( \exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p) \right)} \right],
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \sigma} &= - \frac{q}{\sigma} - \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma^2} \right) - \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma^2} \right)}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right] + \\
&+ (\alpha - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma^2} \right)}{\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \left( 1 - (1-p) \exp \left\{ - \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} \right)} + \\
&+ \alpha \sum_{i=1}^n \left( - \log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha-1} \frac{\exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma^2} \right)}{\left( 1 - (1-p) \exp \left\{ - \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} \right)}
\end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned}
\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \gamma_j} &= - \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{x_{ij}}{\sigma} \right) - \sum_{i=1}^n \delta_i \left[ \frac{\exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \left( \frac{x_{ij}}{\sigma} \right)}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right] + \\
&+ (\alpha - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \left( \frac{x_{ij}}{\sigma} \right)}{\log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \left( 1 - (1-p) \exp \left\{ - \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} \right)} + \\
&+ \alpha \sum_{i=1}^n \left( - \log \left( \frac{p}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} - (1-p)} \right) \right)^{\alpha-1} \frac{\exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \left( \frac{x_{ij}}{\sigma} \right)}{\left( 1 - (1-p) \exp \left\{ - \exp \left\{ \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right\} \right\} \right)},
\end{aligned}$$

para  $j = 1, \dots, r$ .

A maximização da verossimilhança para obtenção das estimativas dos parâmetros pode ser realizada pela função *optim* do software R.

Por fim, para o modelo de regressão WMOW, os resíduos de Cox-Snell são dados por

$$\hat{e}_i = \left( -\log \left( \frac{\hat{p}}{\exp \left\{ \exp \left\{ \frac{\log(t_i) - \mathbf{x}_i' \hat{\gamma}}{\hat{\sigma}} \right\} \right\} - (1 - \hat{p})} \right) \right)^{\hat{\alpha}}, \quad i = 1, \dots, n,$$

em que  $t_i$  segue a distribuição WMOW e,  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{p}$ ,  $\hat{\sigma}$  e  $\hat{\gamma}$  são os respectivos estimador de máxima verossimilhança de  $\alpha$ ,  $p$ ,  $\sigma$  e  $\gamma$ .

## 2.3 Distribuição Weibull generalizada

A seguir, será introduzida a família de distribuições Weibull generalizada (WG). Assim como citado anteriormente na seção da distribuição WMOG, utilizando o método da família T-X, é possível gerar distribuições mais amplas. Através dessa técnica, muitos pesquisadores puderam criar uma série de novos modelos. Não muito diferentes, os autores do artigo Cordeiro et al. (2015) também conseguiram gerar a família de distribuições Weibull generalizada.

Seja  $X$  uma variável aleatória. Ela é dita pertencer à distribuição WG que depende dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  se suas funções densidade de probabilidade e de distribuição acumulada forem dadas, respectivamente, por:

$$f(x) = \frac{\alpha\beta g(x)}{1 - G(x)} \{-\log[1 - G(x)]\}^{\beta-1} \exp\{-\alpha(-\log[1 - G(x)])^\beta\}, \quad x \in \mathfrak{R}, \quad (2.13)$$

e

$$F(x) = 1 - \exp\{-\alpha(-\log[1 - G(x)])^\beta\},$$

para  $\alpha > 0$  parâmetro de escala,  $\beta > 0$  parâmetro de forma,  $g(x)$  e  $G(x)$  funções densidade e de distribuição acumulada primitiva que satisfazem as condições do artigo de Korkmaz et al. (2019).

A sua função de taxa de falha é definida por:

$$h(x) = \frac{\alpha\beta g(x)}{1 - G(x)} \{-\log[1 - G(x)]\}^{\beta-1}.$$

Em seguida, serão detalhados alguns exemplos de distribuições da família Weibull generalizada utilizando as distribuições Normal e log-logística para a função  $G(\cdot)$ .

### Distribuição Weibull-Normal generalizada (WNG)



Para essa família de distribuições WG, substituindo  $G(x) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$ ,  $x \in \mathfrak{R}$ , uma função de distribuição acumulada da normal padrão em (2.13), a função densidade de probabilidade da distribuição Weibull-Normal generalizada (WNG) é dada pela expressão:

$$f_{WNG}(x) = \frac{\alpha\beta\phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)} \left\{ -\log \left[ 1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \right] \right\}^{\beta-1} \exp \left\{ -\alpha \left( -\log \left[ 1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \right] \right)^\beta \right\}.$$

A sua função de taxa de falha é

$$h_{WNG}(x) = \frac{\alpha\beta\phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)} \left\{ -\log \left[ 1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \right] \right\}^{\beta-1}.$$

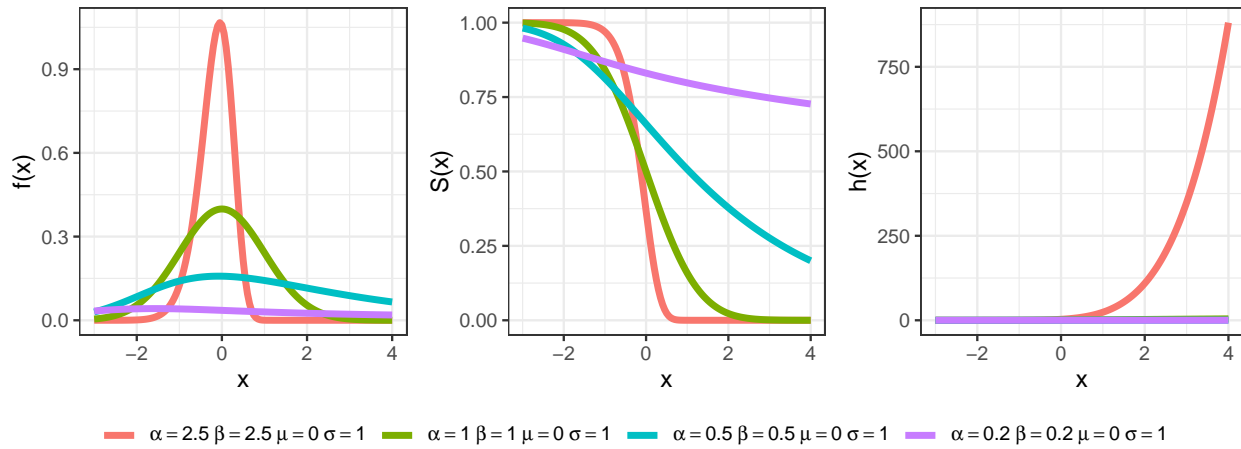


Figura 2.10: Função densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha, respectivamente, para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição WNG.

Pela Figura 2.10, nota-se que o comportamento das curvas da função densidade de probabilidade varia de acordo com os valores dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ .

### Distribuição Weibull-log-logística generalizada (WLLG)

A distribuição log-logística tem sido apresentada como uma alternativa às distribuições Weibull e log-normal em situações práticas. Sabe-se que suas funções densidade e de distribuição acumulada são expressas respectivamente por:

$$g_{LL}(x) = \frac{\gamma}{a^\gamma} x^{\gamma-1} \left[ 1 + \left( \frac{x}{a} \right)^\gamma \right]^{-2}$$

e

$$G_{LL}(x) = 1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{a}\right)^\gamma},$$

para  $x > 0$ , em que  $a > 0$  é o parâmetro de escala e  $\gamma > 0$  é o parâmetro de forma. Substituindo-se  $g_{LL}(x)$  e  $G_{LL}(x)$  em (2.13), é obtida a função densidade de probabilidade da distribuição Weibull-log-logística generalizada (WLLG):

$$f_{WLLG}(x) = \frac{\alpha\beta\gamma x^{\gamma-1}}{a^\gamma \left(1 + \left(\frac{x}{a}\right)^\gamma\right)} \left\{ \log \left(1 + \left(\frac{x}{a}\right)^\gamma\right) \right\}^{\beta-1} \exp \left\{ -\alpha \left( \log \left(1 + \left(\frac{x}{a}\right)^\gamma\right) \right)^\beta \right\}.$$

A sua função de taxa de falha é dada por:

$$h_{WLLG}(x) = \frac{\alpha\beta\gamma x^{\gamma-1}}{a^\gamma \left(1 + \left(\frac{x}{a}\right)^\gamma\right)} \left\{ \log \left(1 + \left(\frac{x}{a}\right)^\gamma\right) \right\}^{\beta-1}.$$

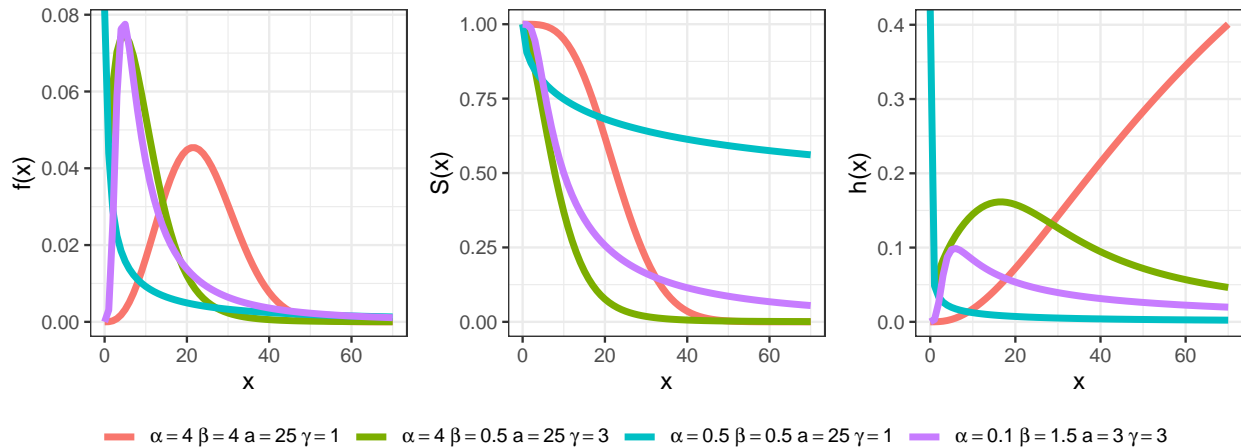


Figura 2.11: Função densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha, respectivamente, para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição WLLG.

Na Figura 2.11, percebe-se uma grande flexibilidade nas caudas quando assumimos diferentes valores para os parâmetros da distribuição WLLG.

### 2.3.1 Modelo de regressão para distribuição log-Weibull-log-logística generalizada

O modelo de regressão que será estudado a seguir é para a distribuição log-Weibull-log-logística generalizada (LWLLG) conforme apresentado em Cordeiro et al. (2015).

Seja  $T$  uma variável aleatória que segue a distribuição WLLG, então  $Y = \log(T)$  segue uma distribuição log-Weibull-log-logística generalizada. Reparametrizando os parâmetros da WLLG,  $\mu = \log(a)$  e  $\sigma = \frac{1}{\gamma}$ , observa-se que a função densidade de probabilidade de LWLLG é dada por:

$$f(y) = \frac{\alpha\beta \exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}}{\sigma \left(1 + \exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right)} \left(\log\left(1 + \exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right)\right)^{\beta-1} \times \exp\left\{-\alpha \left(\log\left(1 + \exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right)\right)^\beta\right\}, \quad (2.14)$$

para  $y \in \Re$ ,  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$ ,  $\mu \in \Re$  e  $\sigma > 0$ . A sua função de sobrevivência é definida por:

$$S(y) = \exp\left\{-\alpha \left(\log\left(1 + \exp\left\{\frac{y-\mu}{\sigma}\right\}\right)\right)^\beta\right\}.$$

Além disso, para  $Z = \frac{Y-\mu}{\sigma}$ , pode-se reescrever (2.14) da seguinte forma:

$$\pi(z) = \frac{\alpha\beta \exp\{z\}}{\sigma (1 + \exp\{z\})} (\log(1 + \exp\{z\}))^{\beta-1} \times \exp\left\{-\alpha (\log(1 + \exp\{z\}))^\beta\right\}. \quad (2.15)$$

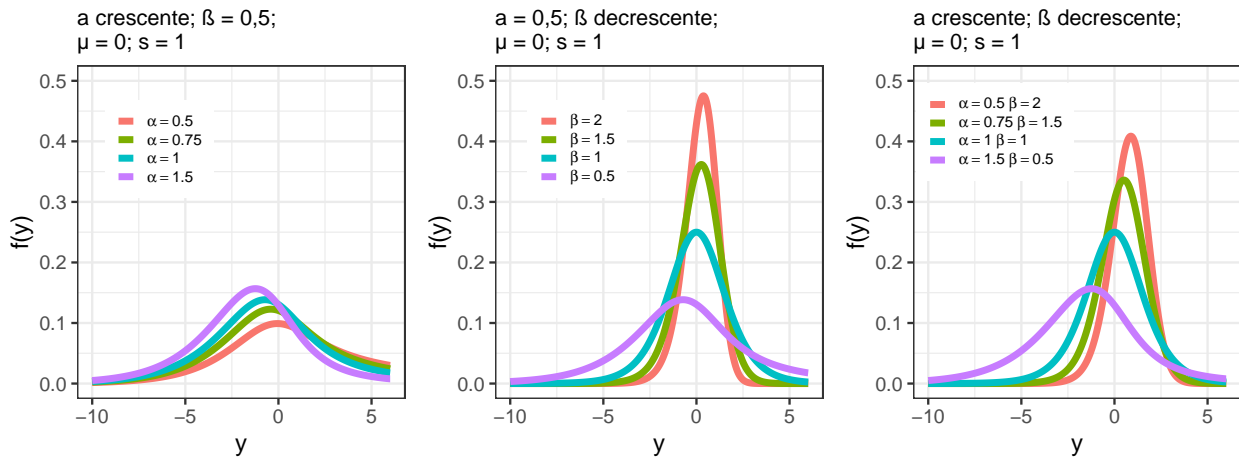


Figura 2.12: Função densidade de probabilidade para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição LWLLG.

Pela Figura 2.12, observa-se que conforme aumenta o valor do parâmetro  $\alpha$ , a média da distribuição LWLLG tende a diminuir, já para o parâmetro  $\beta$ , quanto maior é o seu valor, maior é a curtose.

Seja  $n$  o tamanho de uma amostra e considere  $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})^t$  um vetor de  $p$  variáveis explicativas associado à  $i$ -ésima variável resposta  $y_i$ , para  $i = 1, \dots, n$ . Tem-se que o modelo de regressão baseado na distribuição LWLLG é expresso por:

$$y_i = \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma} + \sigma z_i,$$

em que  $\boldsymbol{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_p)^t$  representa o vetor de coeficientes,  $\sigma > 0$  parâmetro de escala e  $z_i$  erro aleatório que segue a distribuição (2.15).

Para observações que apresentam censura à direita, a função de verossimilhança é dada pela equação:

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{\theta}) &= \prod_{i=1}^n \left[ \frac{\alpha \beta \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\}}{\sigma \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right)} \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right)^{\beta-1} \right]^{\delta_i} \\ &\times \left[ \exp \left\{ -\alpha \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right)^\beta \right\} \right]^{\delta_i} \\ &\times \left[ \exp \left\{ -\alpha \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right)^\beta \right\} \right]^{1-\delta_i}, \end{aligned}$$

para  $\boldsymbol{\theta}$  vetor de parâmetros e  $\delta_i$  definido em (2.5). Desenvolvendo a fórmula anterior e tomando o logaritmo dessa função, obtém-se que:

$$\begin{aligned} l(\boldsymbol{\theta}) &= q \log \left( \frac{\alpha \beta}{\sigma} \right) + \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma}}{\sigma} \right) - \sum_{i=1}^n \delta_i \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) + \\ &(\beta - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \log \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right) - \alpha \sum_{i=1}^n \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right)^\beta, \end{aligned}$$

em que  $q$  é a quantidade de falhas. As derivadas de  $l(\boldsymbol{\theta})$  são apresentadas a seguir:

$$\begin{aligned} \frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \alpha} &= \frac{q}{\alpha} - \sum_{i=1}^n \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right)^\beta, \\ \frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \beta} &= \frac{q}{\beta} + \sum_{i=1}^n \delta_i \log \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right) + \\ &- \alpha \sum_{i=1}^n \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right)^\beta \log \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right), \\ \frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \sigma} &= -\frac{q}{\sigma} - \sum_{i=1}^n \delta_i \left( \frac{y_i - \mu_i}{\sigma^2} \right) + \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\left( \frac{y_i - \mu_i}{\sigma^2} \right)}{\exp \left\{ -\frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} + 1} + \\ &- (\beta - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\left( \frac{y_i - \mu_i}{\sigma^2} \right)}{\log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \left( \exp \left\{ -\frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} + 1 \right)} + \\ &- \alpha \beta \sum_{i=1}^n \frac{\left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} \right) \right)^{\beta-1} \left( \frac{y_i - \mu_i}{\sigma^2} \right)}{\exp \left\{ -\frac{y_i - \mu_i}{\sigma} \right\} + 1} \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} \frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \gamma_j} = & - \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{x_{ij}}{\sigma} + \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\frac{x_{ij}}{\sigma}}{\exp\left\{-\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right\} + 1} + \\ & - (\beta - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\frac{x_{ij}}{\sigma}}{\log\left(1 + \exp\left\{\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right\}\right) \left(\exp\left\{-\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right\} + 1\right)} + \\ & - \alpha \beta \sum_{i=1}^n \frac{\left(\log\left(1 + \exp\left\{\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right\}\right)\right)^{\beta-1} \frac{x_{ij}}{\sigma}}{\exp\left\{-\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right\} + 1}, \end{aligned}$$

para  $j = 1, \dots, p$ .

A maximização dos parâmetros pode ser realizada pela função *optim* do software R.

Para o modelo de regressão WLLG, os resíduos de Cox-Snell são dados por

$$\hat{e}_i = \hat{\alpha} \left( \log \left( 1 + \exp \left\{ \frac{\log(t_i) - \mathbf{x}_i^t \hat{\boldsymbol{\gamma}}}{\hat{\sigma}} \right\} \right) \right)^{\hat{\beta}}, \quad i = 1, \dots, n,$$

em que  $t_i$  segue a distribuição WLLG e,  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$ ,  $\hat{\sigma}$  e  $\hat{\boldsymbol{\gamma}}$  são os respectivos estimador de máxima verossimilhança de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\sigma$  e  $\boldsymbol{\gamma}$ .

## 2.4 Distribuição Birnbaum–Saunders

Motivados pelo crescimento de trincas causadas por vibrações constantes em aeronaves comerciais, Birnbaum and Saunders (1969) propuseram um modelo probabilístico denominado de Birnbaum-Saunders (BS), o qual modela o tempo de vida de materiais expostos à fadiga, um dano estrutural que ocorre quando um material é submetido a tensões cíclicas e estresse.

Seja  $X$  uma variável aleatória com distribuição que depende dos parâmetros  $\lambda$  e  $\beta$ . Ela é dita seguir uma distribuição Birnbaum-Saunders quando a sua função densidade de probabilidade for dada por:

$$f(x) = \frac{\exp\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)}{2\lambda\sqrt{2\pi\beta}} x^{-\frac{3}{2}} (x + \beta) \exp\left\{-\frac{\frac{x}{\beta} + \frac{\beta}{x}}{2\lambda^2}\right\}, \quad x > 0,$$

em que  $\lambda > 0$  e  $\beta > 0$  são, respectivamente, parâmetros de forma e de escala.

A sua função de distribuição acumulada é definida como:

$$F(x) = \Phi\left(\frac{1}{\lambda} \left[ \sqrt{\frac{x}{\beta}} - \sqrt{\frac{\beta}{x}} \right]\right),$$

em que  $\Phi(\cdot)$  é a função acumulada da normal padrão. Ou seja, para  $Z$  uma variável aleatória

que segue a distribuição normal padrão,  $X$  pode ser obtida através de uma transformação de  $Z$ .

Na Figura 2.13 é apresentada a curva da função densidade de probabilidade da distribuição BS. Observa-se que quanto menor é o valor do parâmetro  $\lambda$ , mais a distribuição tende a ser simétrica.

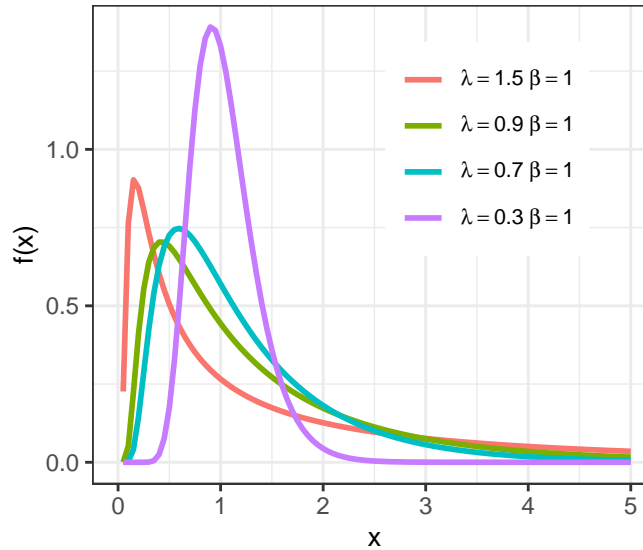


Figura 2.13: Função densidade de probabilidade para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição BS.

Nos últimos anos, diversos pesquisadores têm dado uma atenção significativa à distribuição BS devido a sua relação com a distribuição normal. Assim, através do artigo Ortega et al. (2016), os autores puderam introduzir a distribuição odd Birnbaum-Saunders (OBS) de três parâmetros, a qual será discutida a seguir.

### Distribuição odd Birnbaum-Saunders (OBS)

No artigo Ortega et al. (2016), adicionando um novo parâmetro  $\alpha > 0$ , foi possível propor a distribuição odd Birnbaum-Saunders. As funções de distribuição acumulada e de densidade de probabilidade da OBS são obtidas por:

$$F(x) = \alpha \int_0^{\frac{G(x)}{1-G(x)}} \frac{t^{\alpha-1}}{(1+t^\alpha)^2} dt = \frac{G(x)^\alpha}{G(x)^\alpha + (1-G(x))^\alpha} \quad (2.16)$$

e

$$f(x) = \frac{\alpha g(x) \{G(x)[1-G(x)]\}^{\alpha-1}}{\{G(x)^\alpha + [1-G(x)]^\alpha\}^2}, \quad x > 0, \quad (2.17)$$

em que  $G(\cdot)$  e  $g(\cdot)$  são, respectivamente, as funções de distribuição acumulada e de densidade de probabilidade da BS. Nota-se que  $\alpha$  pode ser escrito por:

$$\alpha = \frac{\log\left(\frac{F(x)}{1-F(x)}\right)}{\log\left(\frac{G(x)}{1-G(x)}\right)},$$

ou seja,  $\alpha$  é a divisão entre o logaritmo da razão de chances da distribuição gerada e o logaritmo da razão de chances da distribuição primitiva.

Desenvolvendo as equações (2.16) e (2.17), obtemos:

$$F(x) = \frac{\Phi(\nu)^\alpha}{\Phi(\nu)^\alpha + \Phi(-\nu)^\alpha}$$

e

$$f(x) = \frac{\alpha\kappa(\lambda, \beta)x^{-\frac{3}{2}}(x + \beta) \exp\left\{-\frac{\tau\left(\frac{x}{\beta}\right)}{2\lambda^2}\right\}}{[\Phi(\nu)^\alpha + \Phi(-\nu)^\alpha]^2[\Phi(\nu)\Phi(-\nu)]^{1-\alpha}}$$

respectivamente, para  $\kappa(\lambda, \beta) = \frac{\exp\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)}{2\lambda\sqrt{2\pi\beta}}$ ,  $\tau\left(\frac{x}{\beta}\right) = \frac{x}{\beta} + \frac{\beta}{x}$ ,  $\nu = \frac{1}{\lambda} \left[ \sqrt{\frac{x}{\beta}} - \sqrt{\frac{\beta}{x}} \right]$ ,  $\lambda > 0$  e  $\beta > 0$ .

A função de taxa de falha da distribuição OBS é expressa por:

$$h_{OBS}(x) = \frac{\alpha\kappa(\lambda, \beta)x^{-\frac{3}{2}}(x + \beta) \exp\left\{-\frac{\tau\left(\frac{x}{\beta}\right)}{2\lambda^2}\right\}}{[\Phi(\nu)^\alpha + \Phi(-\nu)^\alpha]\Phi(\nu)^{1-\alpha}\Phi(-\nu)}$$

As motivações para a escolha dessa distribuição para a modelagem dos dados são que ela permite curtoses mais flexíveis e admite a bimodalidade como mostra a Figura 2.14.

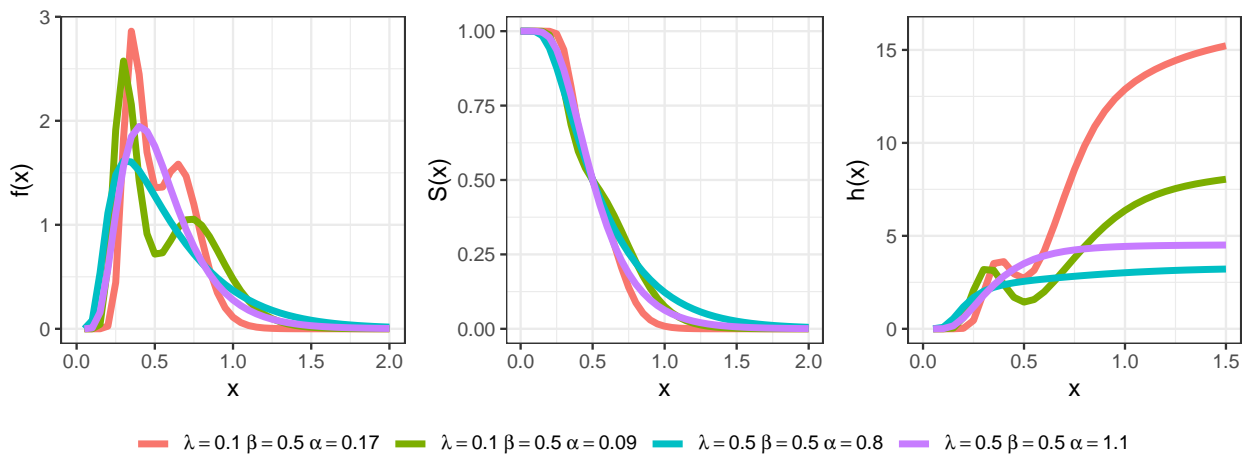


Figura 2.14: Função densidade de probabilidade, de sobrevivência e de taxa de falha, respectivamente, para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição OBS.

### 2.4.1 Modelo de regressão para distribuição log-odd-Birnbaum-Saunders

Nessa seção, será discutido o modelo de regressão para a distribuição log-odd-Birnbaum-Saunders (LOBS), conforme apresentado em Ortega et al. (2016).

Dado  $T$  uma variável aleatória que segue a distribuição OBS, tem-se que  $Y = \log(T)$  segue uma distribuição log-odd-Birnbaum-Saunders. Reparametrizando o parâmetro da OBS,  $\mu = \log(\beta)$ , observa-se que a função densidade de probabilidade de LOBS é dada por:

$$f(y) = \frac{2\alpha\xi_1 \exp(-2\lambda^{-2}\xi_2^2)[\Phi(2\lambda^{-1}\xi_2)\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_2)]^{\alpha-1}}{\lambda\sigma\sqrt{2\pi}[\Phi(2\lambda^{-1}\xi_2)^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_2)^\alpha]^2}, \quad (2.18)$$

para  $\xi_1 = \cosh\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)$ ,  $\xi_2 = \sinh\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)$ ,  $y \in \mathfrak{R}$ ,  $\lambda > 0$ ,  $\alpha > 0$ ,  $\mu \in \mathfrak{R}$  e  $\sigma > 0$ . A sua função de sobrevivência é definida por:

$$S(y) = \frac{\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_2)^\alpha}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_2)^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_2)^\alpha}.$$

Além disso, para  $Z = \frac{y-\mu}{\sigma}$ , podemos reescrever (2.18) da seguinte forma:

$$\pi(z) = \frac{2\alpha}{\lambda\sqrt{2\pi}} \frac{\cosh(z) \exp[-2\lambda^{-2} \sinh^2(z)] \Phi(-2\lambda^{-1} \sinh(z))^{\alpha-1}}{[\Phi(2\lambda^{-1} \sinh(z))^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1} \sinh(z))^\alpha]^2 \Phi(2\lambda^{-1} \sinh(z))^{1-\alpha}}. \quad (2.19)$$

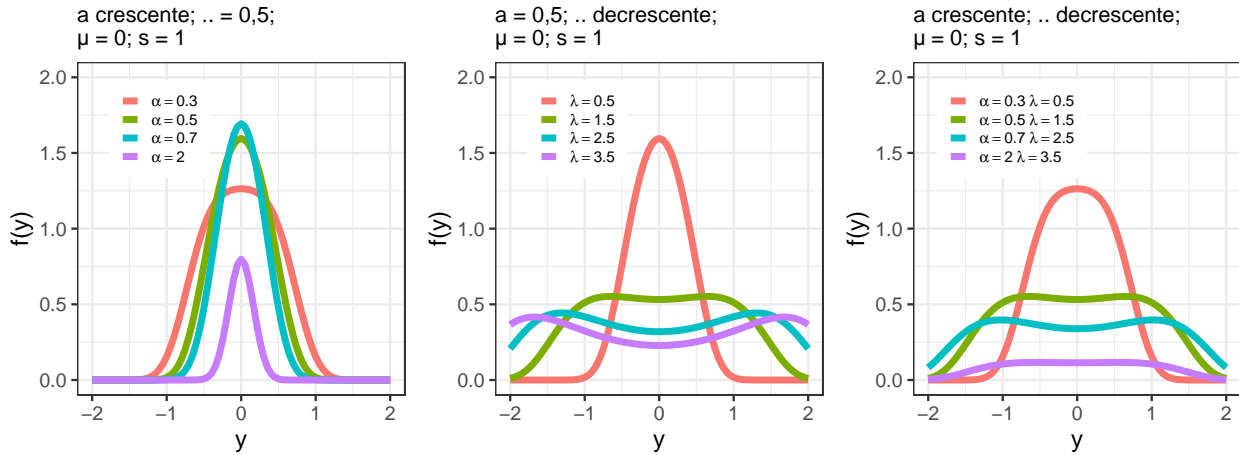


Figura 2.15: Função densidade de probabilidade para algumas combinações dos valores dos parâmetros da distribuição LOBS.

Pela Figura 2.15, nota-se que o comportamento das curvas da função densidade de probabilidade varia de acordo com as estimativas dos parâmetros da distribuição.

Considerando  $n$  como o tamanho de uma amostra e  $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ir})^t$  um vetor de  $p$  variáveis explicativas associado à  $i$ -ésima variável resposta  $y_i = \log(t_i)$ , para  $i = 1, \dots, n$ . Tem-se que o modelo de regressão baseado na distribuição LOBS é expresso por:

$$y_i = \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\gamma} + \sigma z_i,$$



em que  $\boldsymbol{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_r)^t$  representa o vetor de coeficientes,  $\sigma > 0$  e  $z_i$  erro aleatório que segue a distribuição (2.19).

Para dados sujeitos a censura à direita, a função de verossimilhança é dada pela equação:

$$L(\boldsymbol{\theta}) = \prod_{i=1}^n \left[ \frac{2\alpha \xi_{1i} \exp(-2\lambda^{-2}\xi_{2i}^2) [\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})]^{\alpha-1}}{\lambda\sigma\sqrt{2\pi}[\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha]^2} \right]^{\delta_i} \\ \times \left[ \frac{\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha} \right]^{1-\delta_i},$$

para  $\boldsymbol{\theta}$  vetor de parâmetros,  $\xi_{1i} = \cosh\left(\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right)$ ,  $\xi_{2i} = \sinh\left(\frac{y_i - \mu_i}{\sigma}\right)$  e  $\delta_i$  definido em (2.5). Aplicando o logaritmo na equação anterior, obtém-se que:

$$l(\boldsymbol{\theta}) = q \log\left(\frac{2\alpha}{\lambda\sigma\sqrt{2\pi}}\right) + \sum_{i=1}^n \delta_i \log \xi_{1i} - \frac{2}{\lambda^2} \sum_{i=1}^n \delta_i \xi_{2i}^2 + \\ + \sum_{i=1}^n \delta_i \left[ \log\left(\frac{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})[\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha]}\right) \right] + \\ - \sum_{i=1}^n \log\left(\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha[\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha]\right),$$

em que  $q$  é a quantidade de falhas. As derivadas de  $l(\boldsymbol{\theta})$  são apresentadas a seguir:

$$\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \lambda} = -\frac{q}{\lambda} + \frac{4}{\lambda^3} \sum_{i=1}^n \delta_i \xi_{2i}^2 - \frac{2(\alpha-1)}{\lambda^2} \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\xi_{2i}\phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})} + \\ - \frac{2\alpha}{\lambda^2} \sum_{i=1}^n (\delta_i + 1) \xi_{2i} \phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i}) \left[ \frac{-\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^{\alpha-1} + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^{\alpha-1}}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha} \right] + \\ + \frac{2}{\lambda^2} \sum_{i=1}^n (\alpha - \delta_i) \frac{\xi_{2i}\phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})}{\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})},$$

$$\frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \alpha} = \frac{q}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \delta_i \log(\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})) + \sum_{i=1}^n \log(\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})) + \\ - \sum_{i=1}^n (\delta_i + 1) \frac{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha \log(\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i}))}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha} + \\ - \sum_{i=1}^n (\delta_i + 1) \frac{\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha \log(\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i}))}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha},$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \sigma} &= -\frac{q}{\sigma} + \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\xi_{1i,\sigma}}{\xi_{1i}} - \frac{4}{\lambda^2} \sum_{i=1}^n \delta_i \xi_{2i,\sigma} + \\ &+ \frac{2(\alpha-1)}{\lambda} \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\xi_{2i,\sigma} \phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})} + \frac{2}{\lambda} \sum_{i=1}^n (\delta_i - \alpha) \frac{\xi_{2i,\sigma} \phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})}{\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})} + \\ &+ \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^n [-2\alpha\delta_i - 2(\alpha-1+\delta_i)] \xi_{2i,\sigma} \phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i}) \left[ \frac{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^{\alpha-1} - \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^{\alpha-1}}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha} \right] \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} \frac{\partial l(\boldsymbol{\theta})}{\partial \gamma_j} &= \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\xi_{1i,\gamma}}{\xi_{1i}} - \frac{4}{\lambda^2} \sum_{i=1}^n \delta_i \xi_{2i,\gamma} + \\ &+ \frac{2(\alpha-1)}{\lambda} \sum_{i=1}^n \delta_i \frac{\xi_{2i,\gamma} \phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})} + \frac{2}{\lambda} \sum_{i=1}^n (\delta_i - \alpha) \frac{\xi_{2i,\gamma} \phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})}{\Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})} + \\ &+ \frac{4\alpha}{\lambda} \sum_{i=1}^n (4\delta_i - 1) \xi_{2i,\gamma} \phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i}) \left[ \frac{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^{\alpha-1} - \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^{\alpha-1}}{\Phi(2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha + \Phi(-2\lambda^{-1}\xi_{2i})^\alpha} \right], \end{aligned}$$

para  $j = 1, \dots, p$ , em que:

$$\begin{aligned} \xi_{1i,\sigma} &= -\left(\frac{y_i - x_i^t \gamma}{\sigma^2}\right) \sinh\left(\frac{y_i - x_i^t \gamma}{\sigma}\right), \quad \xi_{2i,\sigma} = -\left(\frac{y_i - x_i^t \gamma}{\sigma^2}\right) \cosh\left(\frac{y_i - x_i^t \gamma}{\sigma}\right) \\ \xi_{1i,\gamma} &= -\frac{1}{\sigma} \sinh\left(\frac{y_i - x_i^t \gamma}{\sigma}\right) \quad \text{e} \quad \xi_{2i,\gamma} = -\frac{1}{\sigma} \cosh\left(\frac{y_i - x_i^t \gamma}{\sigma}\right). \end{aligned}$$

A maximização dos parâmetros pode ser realizada pela função *optim* do software R.

Para o modelo de regressão OBS, os resíduos de Cox-Snell são dados por

$$\hat{e}_i = -\log\left(\frac{\Phi(-2\hat{\lambda}^{-1}\hat{\xi}_{2i})^\alpha}{\Phi(2\hat{\lambda}^{-1}\hat{\xi}_{2i})^\alpha + \Phi(-2\hat{\lambda}^{-1}\hat{\xi}_{2i})^\alpha}\right), \quad i = 1, \dots, n,$$

em que  $t_i$  segue a distribuição OBS,  $\hat{\xi}_{2i} = \sinh\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i^t \hat{\gamma}}{\hat{\sigma}}\right)$  e,  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\lambda}$ ,  $\hat{\sigma}$  e  $\hat{\gamma}$  são os respectivos estimador de máxima verossimilhança de  $\alpha$ ,  $\lambda$ ,  $\sigma$  e  $\gamma$ .

## 2.5 Métodos de comparação

Para a seleção do modelo que melhor se ajusta aos dados, é preciso utilizar algum método de comparação. Neste trabalho, foram calculadas quatro medidas de comparação que serão apresentadas a seguir.

### AIC e BIC

O critério de informação de Akaike (AIC) (Akaike, 1998) é amplamente utilizado para selecionar o melhor modelo paramétrico para o ajuste dos dados. A avaliação da qualidade desse ajuste é feita através do logaritmo da função de verossimilhança. Seja  $p$  a quantidade de parâmetros presentes no modelo e  $\hat{L}$  o valor da função de verossimilhança calculada a partir das estimativas de máxima verossimilhança dos parâmetros. Tem-se que:

$$AIC = -2 \log(\hat{L}) + 2p$$

Segundo esse critério, o melhor modelo será aquele que apresentar o menor valor de AIC.

O critério de informação bayesiano (BIC) (Schwarz, 1978), assim como AIC, são bastante usados na escolha dos modelos. A diferença entre esses critérios está na maior penalização para modelos que possuem maior quantidade de parâmetros:

$$BIC = -2 \log(\hat{L}) + n2p$$

para  $p$  quantidade de parâmetros,  $\hat{L}$  valor da função de verossimilhança calculada a partir das estimativas de máxima verossimilhança dos parâmetros do modelo e  $n$  tamanho amostral. O melhor modelo será aquele que apresentar o menor valor de BIC.

### Teste de Kolmogorov-Smirnov modificado

Através de métodos gráficos, os resíduos de Cox-Snell são bastante utilizados para a avaliação do ajuste global de um modelo. Com o intuito de auxiliar a análise visual desses gráficos, um teste de Kolmogorov-Smirnov modificado para dados com a presença de censuras será realizado para cada comparação de distribuições. A hipótese nula do teste é que o estimador de Kaplan-Meier para os resíduos de Cox-Snell é igual à função de sobrevivência da distribuição exponencial padrão. A estatística do Kolmogorov-Smirnov modificada (Fleming et al., 1980) é definida por

$$KS = \sup_x |S_n(\hat{e}_i) - S_0(\hat{e}_i)|, \quad i = 1, \dots, n,$$

para  $\hat{e}_i$  os resíduos de Cox-Snell definidos em (2.7),  $S_n(\cdot)$  a função de distribuição acumulada obtida através da estimativa de Kaplan-Meier e  $S_0(\cdot)$  a função de sobrevivência da exponencial padrão. Assim, para valor-p do teste menor que o nível de significância  $\alpha$ , rejeita-se a hipótese nula, ou seja, o modelo testado não é adequado para o ajuste dos dados.

### Teste de razão de verossimilhança generalizado

O último método de comparação que será usado neste trabalho é o teste de razão de verossimilhança generalizado (TRVG) proposto por Vuong (1989). Sejam  $f$  e  $g$  os modelos que serão testados, a hipótese nula do teste é que  $g$  é o modelo mais indicado para os dados. A estatística do teste é dada por:

$$RV = \frac{l_f(\hat{\theta}) - l_g(\hat{\gamma})}{\sqrt{n\hat{\omega}}}$$

em que  $l_f(\hat{\theta})$  é o logaritmo da função de verossimilhança do modelo  $f$  avaliada a partir do estimativa de máxima verossimilhança de  $\theta$ ,  $l_g(\hat{\gamma})$  é o logaritmo da função de verossimilhança do modelo  $g$  calculada a partir da estimativa de máxima verossimilhança de  $\gamma$  e

$$\hat{\omega} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \log \left( \frac{f(y_i; \hat{\theta})}{g(y_i; \hat{\gamma})} \right) \right\}^2 - \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log \left( \frac{f(y_i; \hat{\theta})}{g(y_i; \hat{\gamma})} \right) \right\}^2.$$

Sob a hipótese nula, a estatística  $RV$  segue assintoticamente a distribuição normal padrão. Assim, se o valor-p do teste for menor que o nível de significância  $\alpha$ , seleciona-se o modelo  $f$ , caso contrário, não possui evidências para rejeitar o modelo  $g$ .

Devido à presença de dados censurados, o cálculo de  $\hat{\omega}$  foi adaptado da seguinte forma: para observações que apresentaram o evento de interesse, utilizou-se a função densidade de probabilidade, já para as observações censuradas, considerou-se a função de sobrevivência. Essa adaptação é uma contribuição deste trabalho e será avaliada no estudo de simulação apresentado no capítulo a seguir.

## Capítulo 3

# Simulação

A simulação foi pensada para avaliar como ou quais ferramentas são melhores para a escolha do modelo paramétrico quando se tem em mãos um conjunto de dados específico. Assim, optou-se por gerar amostras com base nos diversos modelos apresentados e, para cada amostra gerada, ajustar todos os modelos considerados, além de Weibull e log-logístico, que são amplamente difundidos. Com isso, pode-se avaliar quais das medidas de qualidade do ajuste são as melhores para indicar o modelo correto aos dados.

Mais especificamente, foram gerados diversos conjuntos de dados para os cenários obtidos a partir da combinação de diferentes proporções de censuras, tamanhos amostrais e distribuições. Com isso, para cada conjunto de amostras foi ajustado um modelo de regressão e posteriormente feita a comparação dos resultados obtidos. Através dos gráficos de resíduos de Cox-Snell, o ajuste global dos modelos foram avaliados com o auxílio do teste de Kolmogorov-Smirnov, os valores de AIC e BIC desses modelos foram calculados e comparados e, por fim, um teste de razão de verossimilhança generalizado foi feito para cada comparação dois a dois dos modelos com o resultado apresentado nas tabelas do Apêndice. É importante informar que para todos os testes de hipóteses realizados, foi considerado o nível de significância de 10%.

Neste trabalho, vale ressaltar que todo o planejamento da simulação das amostras foi feito com base nas características das variáveis contidas no banco de dados dos pacientes internados por DAC (detalhes no Capítulo 4). Assim, as variáveis explicativas foram geradas da seguinte forma: três covariáveis binárias a partir da distribuição Bernoulli e duas variáveis contínuas através da distribuição Gama. Como é comum em dados reais, as covariáveis não são completamente independentes, então as covariáveis foram geradas com uma certa estrutura de dependência.

A geração das covariáveis pela distribuição Bernoulli, considerando  $n$  como o tamanho da amostra, foi realizada da seguinte forma:

1. Gerou-se uma variável aleatória  $b_i$  com distribuição normal padrão, para  $i = 1, \dots, n$ .
2. Escolheu-se valores inicialmente fixados para  $\alpha_j$  e  $\beta_j$  e calculou-se os preditores lineares  $p_{ji}$ , para  $j = 1, 2, 3$ , dados por:

$$p_{1i} = \frac{\exp\{\alpha_1 + \beta_1 b_i\}}{1 + \exp\{\alpha_1 + \beta_1 b_i\}},$$

$$p_{2i} = \frac{\exp\{\alpha_2 + \beta_2 b_i\}}{1 + \exp\{\alpha_2 + \beta_2 b_i\}}$$

e

$$p_{3i} = \frac{\exp\{\alpha_3 - \beta_3 b_i\}}{1 + \exp\{\alpha_3 - \beta_3 b_i\}}.$$

3. Gerou-se três variáveis  $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$  e  $x_{3i}$  com distribuição Bernoulli e com probabilidades de sucesso  $p_1$ ,  $p_2$  e  $p_3$  respectivamente, gerados no item anterior.
4. Os valores de  $\alpha_j$  e  $\beta_j$  foram calibrados de acordo com a proporção de pacientes segundo três covariáveis presentes no estudo de pacientes com DAC (hipertensão - 75%, diabetes *mellitus* - 42% e IAM prévio - 17%).

Para as covariáveis simuladas através da distribuição Gama, o processo foi feito conforme a seguir:

1. Os mesmos valores de  $b_i$  gerados no processo de simulação das variáveis binárias foram utilizados para gerar  $x_{4i}$  e  $x_{5i}$ .
2. Escolheu-se valores inicialmente fixados para  $\alpha_j$  e  $\beta_j$  e calculou-se os preditores lineares  $p_{ji}$ , para  $j = 4, 5$ , dados por:

$$p_{4i} = \exp\{\alpha_4 + \beta_4 b_i\}$$

e

$$p_{5i} = \exp\{\alpha_5 + \beta_5 b_i\}.$$

3. Gerou-se duas variáveis  $x_{4i}$  e  $x_{5i}$  com distribuição Gama e com parâmetros de escala 1 e de forma  $p_4$  e  $p_5$  respectivamente, gerados no item anterior.
4. Os valores de  $\alpha_j$  e  $\beta_j$  foram calibrados de acordo com média das variáveis contínuas presentes nos dados da aplicação.

Com a geração das variáveis explicativas finalizada, o próximo passo foi a simulação do tempo de falha e da variável indicadora da censura conforme a seguir:

1. Gerou-se os erros aleatórios  $e_i$  segundo cada modelo paramétrico apresentado no Capítulo 2, para  $i = 1, \dots, n$ . Por exemplo, no caso da distribuição Weibull, os erros foram simulados com a distribuição valor extremo padrão.

2. Escolheu-se os valores para os coeficientes das covariáveis e para o parâmetro  $\sigma$ :  $\beta_0 = 5.6$ ,  $\beta_1 = 0$ ,  $\beta_2 = -1.3$ ,  $\beta_3 = -1$ ,  $\beta_4 = -0.05$ ,  $\beta_5 = -0.055$  e  $\sigma = 0.75$ . Essa escolha foi realizada de forma que os tempos de falha calculados a partir desses valores estivessem dentro dos limites dos tempo de falha observados no banco de dados de pacientes internados por DAC. Nota-se que para  $\beta_1$  foi escolhido propositalmente o valor 0, a fim de verificar se os modelos conseguem estimar corretamente o parâmetro de uma variável que não possui relação com a variável resposta. Com isso, espera-se que as estimativas dos parâmetros obtidas a partir dos modelos ajustados sejam próximos dos valores aqui escolhidos.
3. Calculou-se os tempos de falha  $t_i^*$  a partir das variáveis explicativas geradas e dos coeficientes e parâmetro  $\sigma$  escolhidos no item anterior.
4. Por fim, foi introduzida uma variável aleatória auxiliar  $C_i$  com distribuição uniforme no intervalo  $(0, r)$ . Ela foi utilizada para a construção das variáveis  $t_i = \min(t_i^*, C_i)$  e

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{se } t_i \leq c_i, \\ 0, & \text{se } t_i > c_i. \end{cases} \quad (3.1)$$

O valor de  $r$  foi calibrado de acordo com a proporção de censuras desejadas para cada cenário de simulação.

Ao todo, foram simuladas 2000 amostras para cada um dos 45 cenários construídos:

- Três proporções de censura: 50%, 75% e 80%;
- Três tamanhos amostrais: 500, 1500, 2500;
- Seis modelos paramétricos: Weibull e log-logístico (escolhidos por serem distribuições bastante conhecidas e difundidas na literatura), Lomax-Weibull, Weibull-Marshall-Olkin-weibull, Weibull-log-logística generalizada e odd-Birnbaum-Saunders.

Todos os modelos abordados nesse estudo foram ajustados a todos os conjuntos de dados resultando nas estimativas mostradas nas Tabelas A.1 a A.108 do Apêndice A.

Durante o processo da simulação, foram encontradas duas situações de convergência dos modelos que valem ser comentadas: a falta de identificabilidade para o modelo LLW e baixas proporções de amostras convergidas para o modelo LOBS.

A falta de identificabilidade do modelo LLW pode ser vista ao ajustar os dados proposto pelo artigo Cordeiro et al. (2014). Esse conjunto de dados foi retirado do livro Nelson (2009) e tinha como objetivo analisar o tempo, em horas, até a falha de motores com a utilização de um novo isolamento *Class-H*. As estimativas de máxima verossimilhança dos parâmetros apresentados no artigo foram  $\alpha = 0.4837$ ,  $\beta = 0.5578$ ,  $\sigma = 0.1025$ ,  $\gamma_0 = 15.1337$  e  $\gamma_1 = -0.03259$ , obtendo a  $l(\hat{\theta}) = -1.902$ . Reproduzindo o mesmo ajuste aos dados pelo software R, tem-se que para  $\alpha = 0.4837$ ,  $\beta = 0.1352$ ,  $\sigma = 0.1025$ ,  $\gamma_0 = 15.2791$  e  $\gamma_1 = -0.03259$ ,

obtém-se  $l(\hat{\theta}) = -1.902$ , ou seja, para diferentes conjuntos de valores das estimativas foi obtido o mesmo valor da  $l(\hat{\theta})$ , caracterizando um problema de identificabilidade do modelo. Dessa forma, como contorno para este problema do modelo LLW, ajustamos os dados de duas maneiras: primeiramente fixando o parâmetro  $\beta$  do modelo (LLW - alpha) e depois fixando o parâmetro  $\alpha$  (LLW - beta).

Para o modelo LOBS, observa-se que as proporções de convergência segundo a Tabela 3.1 são as mais baixas em relação às dos demais modelos, especialmente para porcentagem de censuras alta e amostras maiores. Além disso, pelas tabelas do Apêndice, observa-se que as estimativas de LOBS para o parâmetro  $\sigma$  apresentam valores muito grandes, prejudicando a interpretação dos resultados dos métodos de comparação dos modelos. Não foi possível provar a falta de identificabilidade neste caso, mas acredita-se que pode ser o motivo de tantos problemas de convergência obtidos.

Nas tabelas ímpares do Apêndice, para cada modelo ajustado são apresentados a média, o viés, o desvio padrão e o erro quadrático médio das estimativas obtidas dos parâmetros. Já para as tabelas pares, são apresentadas as seguintes quantidades:

- Média AIC: média do AIC das amostras;
- Média BIC: média do BIC das amostras;
- % AIC: proporção de vezes em que o modelo ajustado é escolhido pelo critério AIC quando comparado aos demais modelos;
- % BIC: proporção de vezes em que o modelo ajustado é escolhido pelo critério BIC quando comparado aos demais modelos;
- % KS: proporção de vezes em que o teste de hipóteses não rejeitou o modelo ajustado;
- % KS 2: proporção de vezes em que o modelo ajustado é escolhido pelo menor valor da estatística do Kolmogorov-Smirnov quando comparado aos demais modelos;
- % TRVG: proporção de vezes em que o teste de hipóteses não rejeitou o modelo  $f$  descrito no item “Teste de razão de verossimilhança generalizado” do Capítulo 2 (o modelo  $g$  é representado pelos modelos da coluna “Modelo ajustado” das tabelas pares do Apêndice).

Para um melhor entendimento dos valores apresentados nas tabelas pares, a Tabela A.2 será detalhada como exemplo. Essa tabela mostra os resultados obtidos ao ajustar sete diferentes modelos para cada uma das 2000 amostras simuladas através do modelo LLW, com 50% de censura e tamanho amostral de  $n = 500$ . Os valores da coluna “Média AIC” foram obtidos calculando a média de AIC das 2000 amostras, o mesmo acontece para a coluna “Média BIC”, porém considerando os valores de BIC. A coluna “% AIC” traz a informação de proporção de vezes em que aquele modelo ajustado em específico foi escolhido pelo critério AIC quando comparado aos demais modelos também ajustados às mesmas amostras, portanto, a soma das proporções dessa coluna é igual a 100%. O mesmo ocorre para a coluna



Tabela 3.1: Proporção de convergência dos modelos

Modelo	N	% Censura	LLW - alpha	LLW - beta	LOBS	Log-logística	LWLLG	LWMOW	Weibull
LLW - beta	500	50	97	100	28	100	81	95	100
LLW - beta	500	75	95	100	21	100	85	90	100
LLW - beta	500	80	95	100	20	100	85	88	100
LLW - beta	1500	50	98	100	28	100	80	97	100
LLW - beta	1500	75	98	100	9	100	83	95	100
LLW - beta	1500	80	98	100	6	100	84	95	100
LLW - beta	2500	50	99	100	21	100	80	98	100
LLW - beta	2500	75	98	100	7	100	84	97	100
LLW - beta	2500	80	98	100	5	100	84	97	100
LOBS	500	50	69	100	30	100	56	70	100
LOBS	500	75	62	99	20	100	54	67	99
LOBS	500	80	62	100	20	100	55	67	100
LOBS	1500	50	74	100	31	100	57	71	100
LOBS	1500	75	66	100	10	100	53	66	100
LOBS	1500	80	62	96	8	100	48	63	96
LOBS	2500	50	72	100	29	100	54	68	100
LOBS	2500	75	66	99	6	100	52	64	99
LOBS	2500	80	63	99	6	100	54	64	99
Log-logística	500	50	85	98	28	100	79	71	100
Log-logística	500	75	89	98	21	100	83	76	100
Log-logística	500	80	91	99	20	100	84	79	100
Log-logística	1500	50	82	100	26	100	75	62	100
Log-logística	1500	75	84	98	9	100	83	71	100
Log-logística	1500	80	86	98	6	100	85	72	100
Log-logística	2500	50	82	100	20	100	77	64	100
Log-logística	2500	75	85	98	5	100	86	74	100
Log-logística	2500	80	86	99	4	100	87	77	100
LWLLG	500	50	92	100	26	100	84	84	100
LWLLG	500	75	90	99	16	100	84	83	99
LWLLG	500	80	91	98	15	100	82	84	99
LWLLG	1500	50	92	100	30	100	91	86	100
LWLLG	1500	75	94	100	11	100	90	87	100
LWLLG	1500	80	92	99	8	100	88	87	99
LWLLG	2500	50	92	100	24	100	94	87	100
LWLLG	2500	75	93	100	7	100	92	88	100
LWLLG	2500	80	92	98	5	100	89	87	98
LWMOW	500	50	95	100	29	100	77	94	100
LWMOW	500	75	95	100	18	100	86	91	100
LWMOW	500	80	93	99	16	100	82	87	99
LWMOW	1500	50	98	100	30	100	75	98	100
LWMOW	1500	75	98	100	11	100	86	96	100
LWMOW	1500	80	97	100	8	100	85	95	100
LWMOW	2500	50	99	100	25	100	72	99	100
LWMOW	2500	75	99	100	7	100	87	98	100
LWMOW	2500	80	98	100	5	100	85	97	100
Weibull	500	50	96	100	32	100	79	95	100
Weibull	500	75	95	100	20	100	84	90	100
Weibull	500	80	94	100	19	100	82	89	100
Weibull	1500	50	97	100	30	100	76	99	100
Weibull	1500	75	97	100	9	100	81	97	100
Weibull	1500	80	97	100	6	100	82	95	100
Weibull	2500	50	97	100	25	100	77	99	100
Weibull	2500	75	98	100	6	100	83	98	100
Weibull	2500	80	98	100	4	100	82	96	100

“% BIC” mas considerando o critério BIC. A informação de “% KS” representa a proporção de vezes em que o teste de KS modificado não rejeitou a hipótese nula de que o modelo ajustado é adequado às amostras. Já a coluna “% KS 2” traz a proporção de vezes em que o modelo ajustado foi escolhido por possuir o menor valor da estatística do KS modificado quando comparado aos demais modelos, a soma dessa coluna também é igual a 100%. A última coluna dessa tabela “% TRVG” mostra a proporção de vezes em que o TRVG não rejeitou o modelo LLW em que o modelo  $g$  é representado pelos modelos da coluna “Modelo ajustado”.

Devido às questões de convergência e da superestimação do parâmetro  $\sigma$  do modelo LOBS, os resultados da simulação serão resumidos desconsiderando esse modelo para algumas análises.

Simulando os dados pela distribuição LLW, as Tabelas A.1 a A.18 mostram que pelos critérios AIC e BIC, o modelo Weibull sempre será escolhido como o melhor para os dados. Já pelo método da estatística do KS, o modelo escolhido será LWMOW.

Nas Tabelas A.19 a A.36 são apresentados os resultados dos ajustes dos modelos quando utiliza-se o LOBS para a geração das amostras. Nota-se que em geral, a log-logística se sobressai como o melhor modelo para esses dados. O mesmo ocorre quando simulamos os dados pela própria log-logística (Tabelas A.37 a A.54), todos os métodos de comparação apontam esse modelo como o melhor para seu ajuste.

Olhando para as Tabelas A.55 a A.72, as amostras geradas pelo LWLLG são melhores ajustadas com o próprio modelo LWLLG quando considera-se a estatística KS e TRVG como método de comparação. Pelos critérios AIC e BIC, os melhores modelos escolhidos variam de cenário para cenário.

Já nas Tabelas A.73 a A.108, pelos critérios AIC e BIC, percebe-se que independente da simulação das amostras pela Weibull ou LWMOW, a Weibull é sempre escolhida como o melhor modelo para o ajuste dos dados. Apenas para a estatística KS em que o LWMOW é escolhido.

## Capítulo 4

### Aplicação

Em 2018, iniciou-se um programa de acompanhamento pós alta de pacientes que internaram por diferentes condições de saúde no Hospital do Coração da cidade de São Paulo. Esse projeto conta com o apoio de profissionais da saúde que oferecem assistência aos pacientes através de contatos telefônicos. Nessas ligações, é feita uma série de perguntas sobre o estado da saúde do indivíduo e, de acordo com suas respostas, são dadas as devidas orientações. A doença arterial coronariana (DAC), resultado da obstrução das artérias coronárias, é uma das condições de saúde acompanhada pelo programa e, neste capítulo, serão utilizadas as informações provenientes desse projeto como exemplo de aplicação. O objetivo é avaliar a relação entre o tempo até a reinternação dos pacientes e algumas covariáveis observadas no início do acompanhamento. Nesse estudo, o evento de interesse é a reinternação do paciente por quaisquer motivos após a primeira internação por DAC e a censura é caracterizada pelo óbito ou fim do acompanhamento. As informações consideradas nessa aplicação foram:

- Sexo: indica o sexo do paciente, tomando valores feminino (F) ou masculino (M);
- Hipertensão: indica se o paciente apresenta ou não hipertensão arterial, tomando valores “não” (0) ou “sim” (1);
- Diabetes *mellitus* (DM): indica se o paciente apresenta ou não diabetes *mellitus*, tomando valores “não” (0) ou “sim” (1);
- Infarto agudo do miocárdio (IAM) prévio: indica se o paciente apresenta ou não IAM prévio, tomando valores “não” (0) ou “sim” (1);
- Idade: indica a idade (em anos) do paciente no momento da internação, tomando valores contínuos;
- Índice de Charlson: indica o índice de comorbidade de Charlson ([Charlson et al., 1987](#)) em que o paciente apresenta no momento da internação, tomando valores inteiros entre 0 e 10. Esse índice é um método conhecido para avaliação de comorbidades. Quanto maior for a pontuação paciente, maior a chance de óbito do mesmo;

- Censura: indica se o paciente apresentou ou não o evento de interesse, tomando valores “não” ou “sim”;
- Tempo de reinternação: para os pacientes que apresentaram o evento de interesse, indica o tempo (em anos) entre a primeira internação por DAC e a segunda por quaisquer motivos. Para aqueles que não apresentaram o evento de interesse, indica o tempo entre a primeira internação e a censura.

## 4.1 Análise descritiva

O conjunto de dados é composto por 2635 pacientes acompanhados ao longo do período compreendido entre outubro de 2018 (início do estudo) e dezembro de 2022 (término do estudo), dentre os quais 649 apresentaram o evento de reinternação, 18 foram a óbito e 1968 não reinternaram até o fim do estudo. Dessa forma, tem-se um total de 1986 pacientes censurados. Os gráficos na Figura 4.1 mostram a quantidade de pacientes por categorias de cada covariável. É possível perceber que os pacientes que internam por DAC são predominantemente do sexo masculino, uma grande maioria apresenta hipertensão arterial e poucos tem IAM prévio. Além disso, observa-se que 42% das pessoas possuem diabetes *mellitus*.

Nos gráficos de *boxplot* da Figura 4.2, percebe-se que os pacientes do estudo possuem uma mediana de 66 anos. Metade deles possui índice de Charlson até 2 e uma minoria apresenta esse índice superior a 5.

A seguir, são apresentadas as curvas de Kaplan-Meier para todas as covariáveis já comentadas. Pela Figura 4.3, nota-se que a proporção de sobreviventes ao evento reinternação não difere entre pacientes do sexo feminino e masculino. Para a covariável IAM prévio, os indivíduos que apresentam IAM prévio têm um tempo até a reinternação menor em relação àqueles que não possuem. Já para diabetes *mellitus* e hipertensão, é possível observar que até o terceiro ano, os pacientes que apresentam essas condições clínicas têm um tempo até a reinternação menor que aqueles que não possuem, porém do terceiro ano até o final do estudo, as curvas se encontram.

A Figura 4.4 mostra que pacientes mais velhos têm um tempo até a reinternação menor em relação aos mais jovens, não tendo diferença entre as faixas de 0 a 55 e 55 a 70 anos. Já para o índice de Charlson, o comportamento das curvas de sobrevida estão de acordo com o esperado: pacientes com índice maior possuem um tempo até a reinternação menor que àqueles com índice menor.

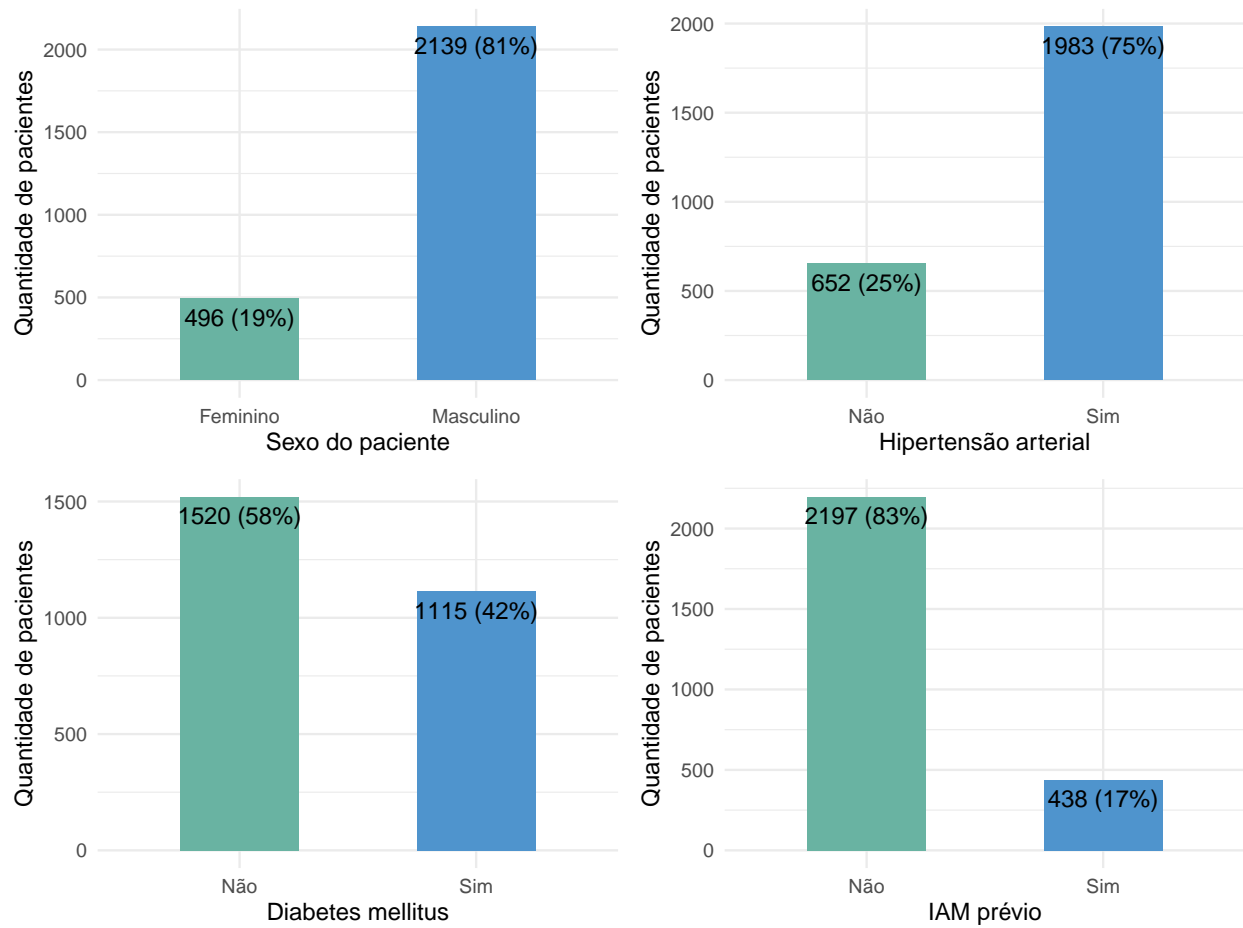


Figura 4.1: Quantidade de pacientes por categorias das covariáveis sexo do paciente, hipertensão, diabetes mellitus e IAM prévio.

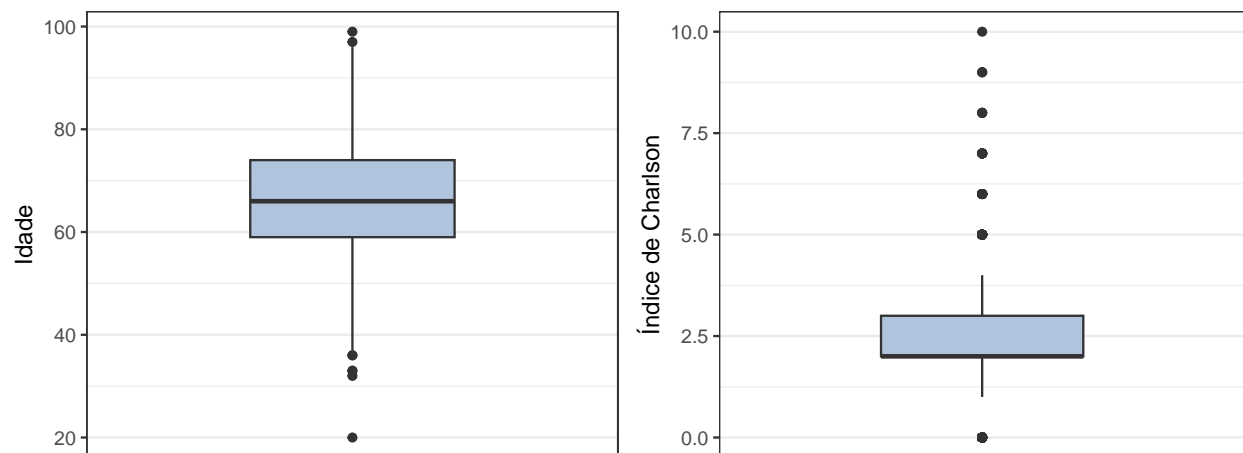


Figura 4.2: Boxplot para as covariáveis idade e índice de Charlson.

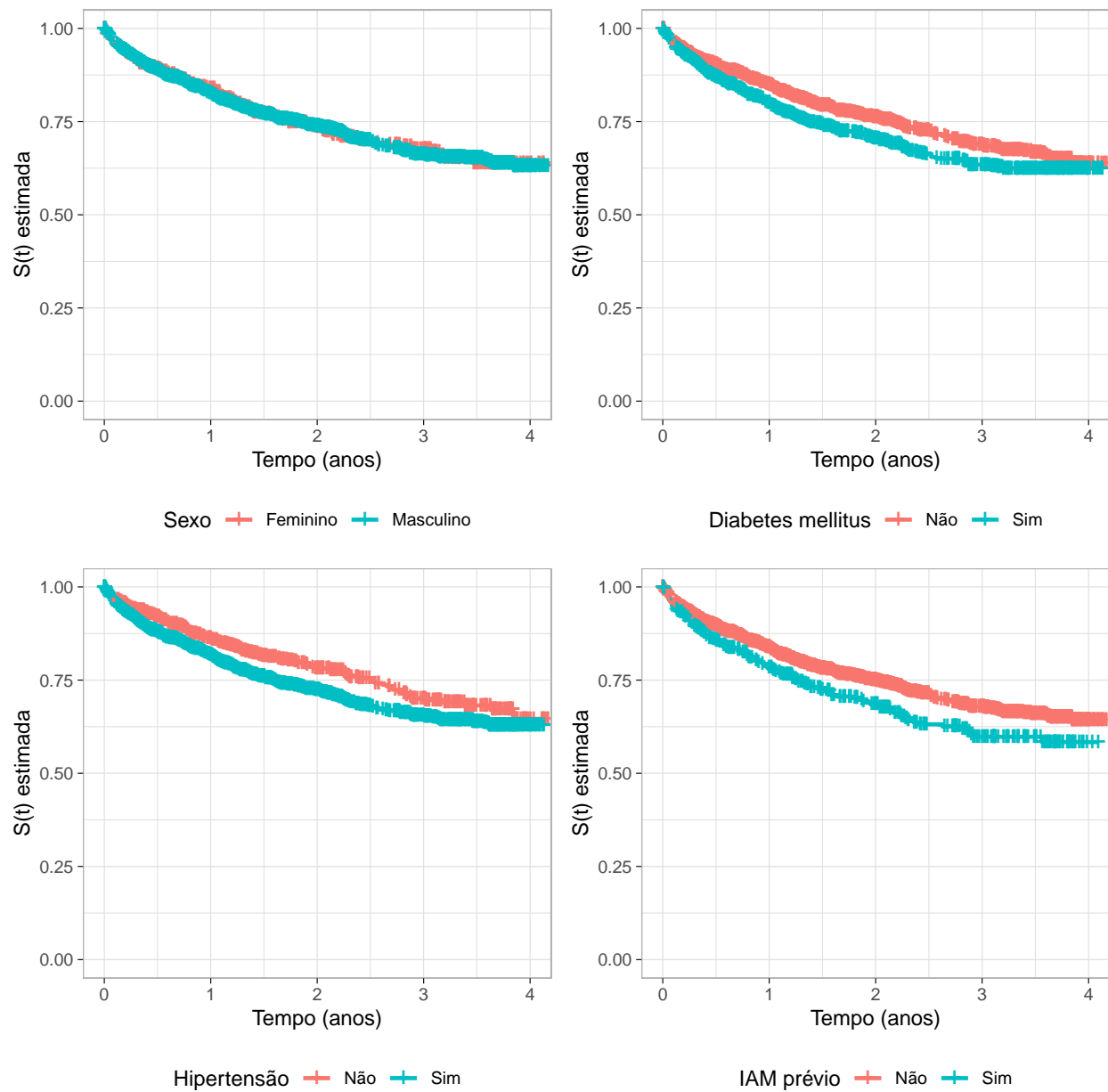


Figura 4.3: Curvas de Kaplan-Meier dos pacientes para as variáveis sexo do paciente, hipertensão, diabetes mellitus e IAM prévio.

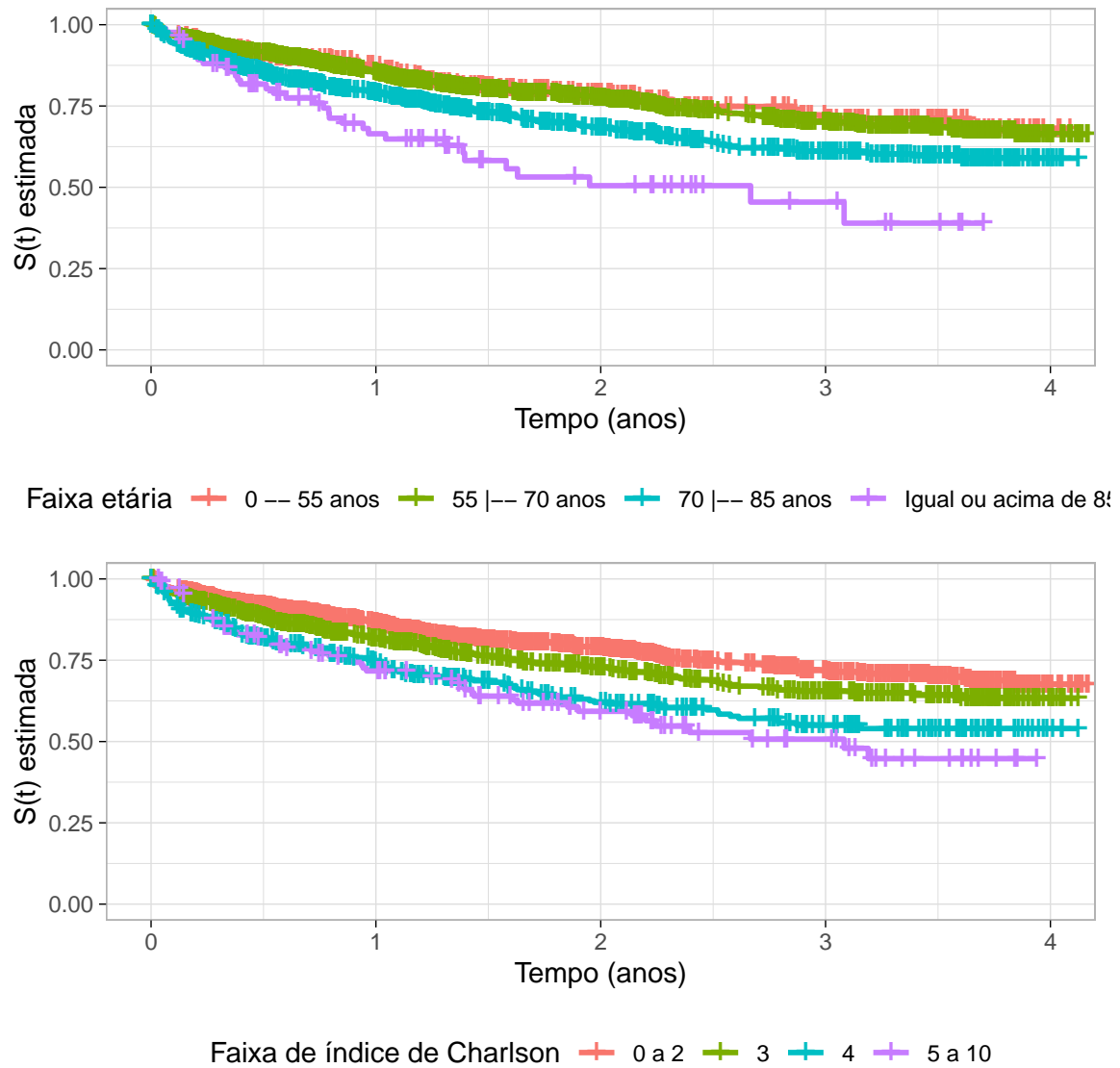


Figura 4.4: Curvas de Kaplan-Meier dos pacientes para as variáveis faixa etária e faixa de índice de Charlson.

## 4.2 Modelagem paramétrica

Para a inferência sobre a relação do tempo até a reinternação de pacientes que internaram por DAC e as covariáveis apresentadas anteriormente, foram ajustados aos dados todos os modelos estudados até o momento. Através das rotinas criadas no software R, as estimativas dos coeficientes e dos parâmetros dos modelos foram calculadas conforme mostra a Tabela 4.1 e a Tabela 4.2. É possível perceber que as estimativas obtidas pelos modelos Weibull, LLW - alpha e LLW - beta são mais próximas entre si exceto para o intercepto. Para LWMOW, a estimativa do intercepto apresenta um valor superior quando comparado a dos demais modelos. Já para LOBS, percebe-se que todas as estimativas apresentam valores muito diferentes em relação aos outros modelos.

Na Tabela 4.3, são apresentados os critérios AIC e BIC obtidos segundo os modelos ajustados, nota-se que, exceto o modelo LOBS que apresenta valores de AIC e BIC muito discrepantes em relação aos mesmos valores para demais modelos, a log-logística apresenta um melhor ajuste. Olhando para os gráficos de resíduos de Cox-Snell da Figura 4.5, fora LLW - alpha e LOBS, todos os outros modelos possuem comportamentos parecidos. Assim, com a ajuda da estatística KS, pode-se concluir também que a log-logística se sobressai. O último método de comparação é o TRVG apresentado na Tabela 4.4. Nota-se que nas comparações dois a dois, log-logística continua sendo o melhor modelo que se ajusta aos dados de DAC.

Tabela 4.1: Estimativa dos coeficientes obtida segundo os modelos paramétricos ajustados.

Modelo	Intercepto	Sexo (M)	Hipertensão (1)	DM (1)	IAM prévio (1)	Idade	Índice de Charlson
LLW - alpha	4.430	-0.166	-0.210	-0.177	-0.347	-0.021	-0.111
LLW - beta	4.994	-0.165	-0.210	-0.175	-0.348	-0.021	-0.109
LOBS	4.292	-0.677	-0.396	0.492	0.494	-0.477	-1.066
Log-logística	4.065	-0.183	-0.243	-0.183	-0.356	-0.019	-0.132
LWLLG	4.140	-0.138	-0.264	-0.183	-0.352	-0.011	-0.183
LWMOW	6.030	-0.158	-0.270	-0.185	-0.362	-0.012	-0.176
Weibull	4.448	-0.161	-0.208	-0.176	-0.345	-0.021	-0.109

Assim, pode-se dizer que pelos critérios de comparação entre os modelos apresentados no presente trabalho, o modelo paramétrico log-logístico é escolhido como o melhor modelo para o ajuste dos dados desses pacientes. Na Tabela 4.5, são apresentadas as estimativas dos coeficientes do modelo. Considerando um nível de significância de 10%, é possível notar que exceto as covariáveis sexo do paciente e diabetes *mellitus*, as demais foram significativas. Interpretando os resultados do modelo, observa-se que a chance dos pacientes que apresentam hipertensão arterial ser reinternada é 1,27 vezes a chance dos pacientes não hipertensos. Para pacientes com IAM prévio, essa chance é 1,43 vezes a chance dos pacientes sem IAM prévio. Além disso, para cada incremento de 1 ano na idade do paciente, a chance dele reinternar



Tabela 4.2: Estimativa dos parâmetros obtida segundo os modelos paramétricos ajustados.

Modelo	$\sigma$	$\alpha$	$\beta$	$\lambda$	$p$
LLW - alpha	1.379	9.747	–	–	–
LLW - beta	1.378	–	6.514	–	–
LOBS	54.405	4.114	–	0.104	–
Log-logística	1.266	–	–	–	–
LWLLG	2.081	1.818	1.696	–	–
LWMOW	1.686	1.333	–	–	0.244
Weibull	1.393	–	–	–	–

Tabela 4.3: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados.

Modelo	AIC	BIC	KS	Valor p
LLW - alpha	4582.4	4635.3	0.84	0.359
LLW - beta	4643.2	4696.1	0.81	0.402
LOBS	-1558700.7	-1558642.0	5.60	< 0.001
Log-logística	4574.1	4621.1	0.54	0.802
LWLLG	4579.2	4638.0	0.78	0.454
LWMOW	4579.7	4638.4	0.77	0.468
Weibull	4581.5	4628.5	0.87	0.324

Tabela 4.4: Valor-p do TRVG obtido segundo as comparações dois a dois dos modelos.

	LLW - alpha	LLW - beta	LOBS	Log-logística	LWLLG	LWMOW	Weibull	Total escolha
LLW - alpha	–	0.954	0.500	0.937	0.940	0.941	0.957	0
LLW - beta	0.046	–	0.500	1.000	1.000	1.000	< 0.001	2
LOBS	0.500	0.500	–	0.500	0.500	0.500	0.500	0
Log-logística	0.063	< 0.001	0.500	–	< 0.001	< 0.001	< 0.001	5
LWLLG	0.060	< 0.001	0.500	1.000	–	< 0.001	< 0.001	4
LWMOW	0.059	< 0.001	0.500	1.000	1.000	–	< 0.001	3
Weibull	0.043	1.000	0.500	1.000	1.000	1.000	–	1

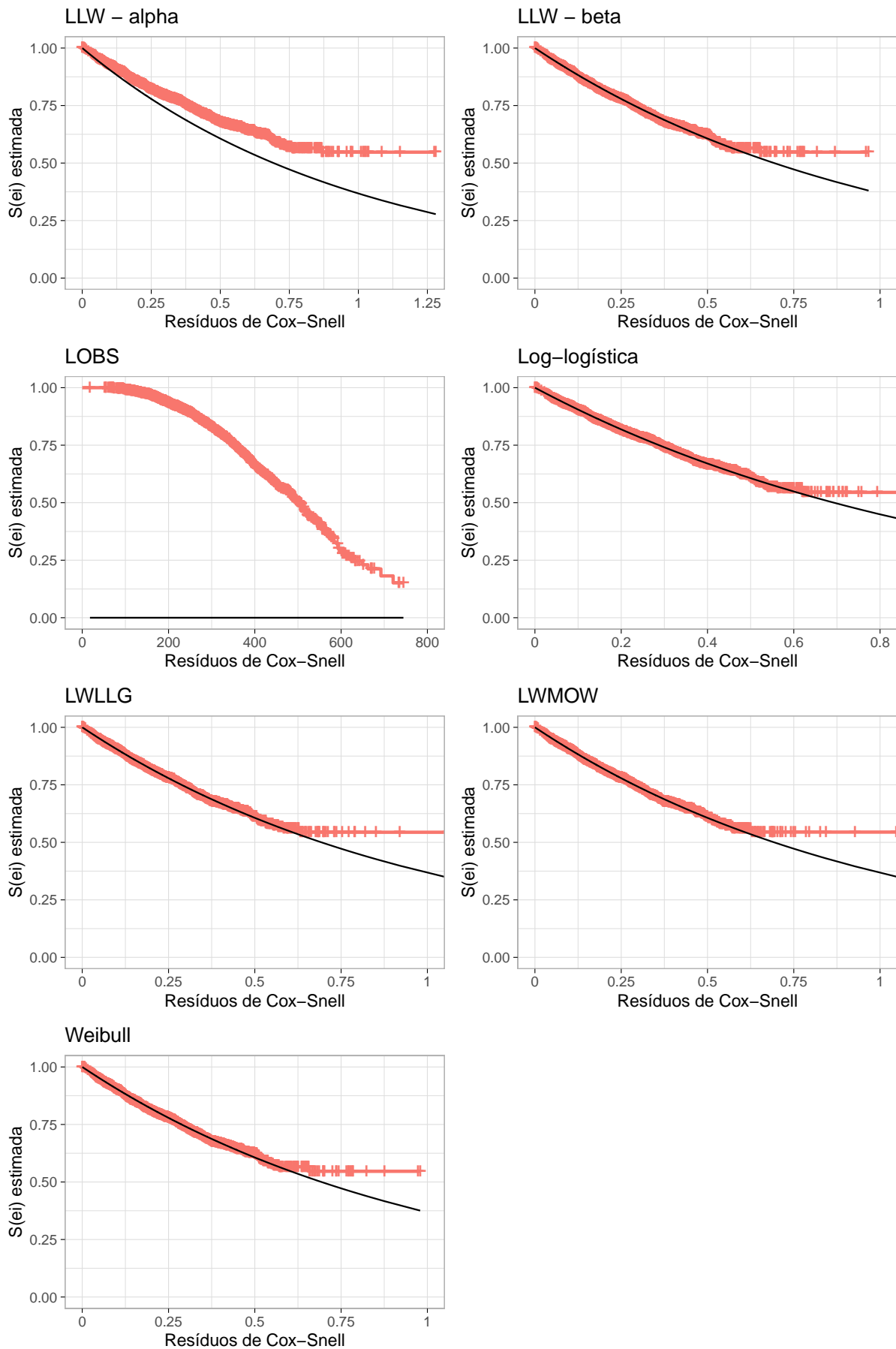


Figura 4.5: Gráfico de resíduos de Cox-Snell para cada modelo paramétrico ajustado.

Tabela 4.5: Estimativa dos coeficientes obtida segundo o modelo log-logístico.

Variável	Estimativa	Erro padrão	Valor p
Intercepto	4.065	0.521	< 0.001
Sexo (M)	-0.183	0.152	0.229
Hipertensão (1)	-0.243	0.143	0.09
DM (1)	-0.183	0.120	0.127
IAM prévio (1)	-0.356	0.148	0.016
Idade	-0.019	0.009	0.031
Índice de Charlson	-0.132	0.069	0.056

aumenta 2% e para cada incremento em uma unidade no índice de Charlson, a chance do paciente reinternar aumenta 14%.



# Capítulo 5

## Discussão

Durante o trabalho desenvolvido e apresentado neste texto, buscou-se verificar e estudar cuidadosamente todas as funções estatísticas dos quatro modelos de regressão paramétricos introduzidos recentemente na literatura. Apesar da maior flexibilidade que os autores propõem ao introduzirem esses novos modelos, observa-se funções de densidade muito complexas ao adicionarem mais parâmetros aos modelos. Além disso, pela simulação dos dados, os modelos clássicos em geral apresentam uma melhor performance.

Para a distribuição Lomax-Weibull, foi verificado que o modelo não é identificável pela presença de dois conjuntos de estimativas dos parâmetros resultando no mesmo valor para o logaritmo da função de verossimilhança. Uma tentativa de solucionar esse problema temporariamente para a estimação dos parâmetros das amostras foi a fixação de um de seus parâmetros.

No modelo LOBS, observou-se uma grande porcentagem de amostras que não convergiram, além da superestimação de um dos parâmetros do modelo, dificultando a análise de comparação de performance com outros modelos.

Já para LWMOW, percebe-se que seu desempenho é muito parecido com a Weibull, sendo possível um estudo mais aprofundado sobre as funções teóricas de ambos os modelos.

Pelos resultados dos métodos de comparação entre os modelos apresentados nas tabelas do Apêndice, observa-se que ao ajustar as amostras simuladas através de um determinado modelo X, os critérios AIC e BIC e o teste KS nem sempre escolhem o modelo X como o modelo utilizado para a geração das amostras. Diferentemente do TRVG que sempre indica o modelo correto utilizado para a simulação das amostras, exceto para os cenários do modelo LOBS. Com isso, pode-se concluir que o teste de razão de verossimilhança generalizado é a melhor ferramenta dentre todas apresentadas no estudo para a escolha do modelo paramétrico.



## Apêndice A - Tabelas

Tabela A.1: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.738	-0.0013	-1.302	-0.997	-0.0500	-0.0550	7.410000e-01
	Viés	0.138	-0.0010	-0.002	0.003	0.0000	0.0000	-9.000000e-03
	Desvio padrão	0.815	0.1209	0.128	0.129	0.0070	0.0070	4.300000e-02
	EQM	0.683	0.0146	0.016	0.017	0.0000	0.0001	2.000000e-03
LLW - beta	Média	5.475	-0.0024	-1.302	-0.995	-0.0500	-0.0550	7.440000e-01
	Viés	-0.125	-0.0020	-0.002	0.005	0.0000	0.0000	-6.000000e-03
	Desvio padrão	0.541	0.1202	0.127	0.128	0.0070	0.0070	3.800000e-02
	EQM	0.308	0.0145	0.016	0.016	0.0000	0.0001	1.000000e-03
LOBS	Média	5.521	0.1010	-1.558	-1.224	-0.2480	-0.1050	9.653263e+05
	Viés	-0.079	0.1010	-0.258	-0.224	-0.1980	-0.0500	9.653256e+05
	Desvio padrão	1.340	2.2495	1.691	2.137	0.1940	0.1290	2.127158e+07
	EQM	1.798	5.0611	2.920	4.607	0.0768	0.0190	4.525938e+14
Log-logística	Média	5.171	-0.0033	-1.319	-1.010	-0.0510	-0.0550	6.020000e-01
	Viés	-0.429	-0.0030	-0.019	-0.010	-0.0010	0.0000	-1.480000e-01
	Desvio padrão	0.531	0.1287	0.133	0.140	0.0070	0.0080	3.400000e-02
	EQM	0.466	0.0166	0.018	0.020	0.0001	0.0001	2.300000e-02
LWLLG	Média	6.419	-0.0032	-1.306	-0.998	-0.0500	-0.0550	7.750000e-01
	Viés	0.819	-0.0030	-0.006	0.002	0.0000	0.0000	2.500000e-02
	Desvio padrão	1.002	0.1216	0.131	0.133	0.0070	0.0080	7.010000e-01
	EQM	1.675	0.0148	0.017	0.018	0.0001	0.0001	4.920000e-01
LWMOW	Média	5.593	-0.0015	-1.297	-0.993	-0.0500	-0.0550	8.440000e-01
	Viés	-0.007	-0.0020	0.003	0.007	0.0000	0.0000	9.400000e-02
	Desvio padrão	0.694	0.1208	0.129	0.129	0.0070	0.0070	2.000000e-01
	EQM	0.481	0.0146	0.017	0.017	0.0000	0.0001	4.900000e-02
Weibull	Média	5.402	-0.0021	-1.293	-0.988	-0.0500	-0.0550	7.700000e-01
	Viés	-0.198	-0.0020	0.007	0.012	0.0000	0.0000	2.000000e-02
	Desvio padrão	0.510	0.1200	0.127	0.128	0.0070	0.0070	3.800000e-02
	EQM	0.299	0.0144	0.016	0.016	0.0000	0.0001	2.000000e-03

Tabela A.2: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	974.21	1007.93	6.1	0.0	100.0	14.8	-
LLW - beta	974.67	1008.39	0.3	0.0	99.9	10.2	-
LOBS	-148965.35	-148927.42	27.2	27.2	35.0	0.0	98.91
Log-logística	985.41	1014.92	2.5	4.8	87.6	1.4	96.2
LWLLG	975.49	1013.43	1.1	0.0	100.0	23.9	43.15
LWMOW	975.10	1013.03	0.9	0.0	100.0	33.7	24
Weibull	972.81	1002.31	61.8	68.0	99.9	16.0	52.75



Tabela A.3: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.662	0.0012	-1.300	-0.999	-0.0500	-0.055	7.470000e-01
	Viés	0.062	0.0010	0.000	0.001	0.0000	0.000	-3.000000e-03
	Desvio padrão	0.499	0.0690	0.069	0.076	0.0040	0.004	2.500000e-02
	EQM	0.253	0.0048	0.005	0.006	0.0000	0.000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.460	0.0011	-1.300	-0.999	-0.0500	-0.055	7.480000e-01
	Viés	-0.140	0.0010	0.000	0.001	0.0000	0.000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.289	0.0687	0.068	0.076	0.0040	0.004	2.200000e-02
	EQM	0.103	0.0047	0.005	0.006	0.0000	0.000	0.000000e+00
LOBS	Média	5.424	0.0752	-1.127	-1.335	-0.2500	-0.070	5.451539e+17
	Viés	-0.176	0.0750	0.173	-0.335	-0.2000	-0.015	5.451539e+17
	Desvio padrão	1.239	1.6669	2.338	2.089	0.2740	0.141	1.286609e+19
	EQM	1.563	2.7792	5.488	4.467	0.1148	0.020	1.655364e+38
Log-logística	Média	5.072	0.0000	-1.311	-1.000	-0.0500	-0.055	5.960000e-01
	Viés	-0.528	0.0000	-0.011	0.000	0.0000	0.000	-1.540000e-01
	Desvio padrão	0.280	0.0742	0.073	0.082	0.0040	0.004	1.900000e-02
	EQM	0.357	0.0055	0.005	0.007	0.0000	0.000	2.400000e-02
LWLLG	Média	6.509	0.0016	-1.302	-0.999	-0.0500	-0.055	8.040000e-01
	Viés	0.909	0.0020	-0.002	0.001	0.0000	0.000	5.400000e-02
	Desvio padrão	0.778	0.0705	0.073	0.079	0.0040	0.004	7.410000e-01
	EQM	1.430	0.0050	0.005	0.006	0.0000	0.000	5.510000e-01
LWMOW	Média	5.610	0.0017	-1.301	-0.999	-0.0500	-0.055	8.620000e-01
	Viés	0.010	0.0020	-0.001	0.001	0.0000	0.000	1.120000e-01
	Desvio padrão	0.373	0.0689	0.069	0.076	0.0040	0.004	1.170000e-01
	EQM	0.139	0.0047	0.005	0.006	0.0000	0.000	2.600000e-02
Weibull	Média	5.390	0.0013	-1.294	-0.997	-0.0500	-0.055	7.780000e-01
	Viés	-0.210	0.0010	0.006	0.003	0.0000	0.000	2.800000e-02
	Desvio padrão	0.261	0.0689	0.068	0.076	0.0040	0.004	2.300000e-02
	EQM	0.112	0.0048	0.005	0.006	0.0000	0.000	1.000000e-03

Tabela A.4: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2792.70	2835.21	18.6	4.2	100.0	17.1	-
LLW - beta	2793.17	2835.67	4.8	0.1	100.0	12.6	-
LOBS	-300406.31	-300358.49	27.4	27.4	2.9	0.0	98.31
Log-logística	2839.03	2876.22	0.0	0.0	6.1	0.0	82.7
LWLLG	2796.41	2844.22	2.6	0.1	99.8	22.2	57.4
LWMOW	2794.45	2842.27	2.2	0.0	100.0	32.7	36.3
Weibull	2792.58	2829.77	44.1	68.2	99.6	15.3	68.6

Tabela A.5: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.673	-0.0023	-1.300	-0.999	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	0.073	-0.0020	0.000	0.001	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.402	0.0522	0.053	0.061	0.0030	0.0030	1.900000e-02
	EQM	0.167	0.0027	0.003	0.004	0.0000	0.0000	0.000000e+00
LLW - beta	Média	5.480	-0.0025	-1.300	-1.000	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	-0.120	-0.0020	0.000	0.000	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.241	0.0521	0.053	0.061	0.0030	0.0030	1.700000e-02
	EQM	0.072	0.0027	0.003	0.004	0.0000	0.0000	0.000000e+00
LOBS	Média	5.490	-0.0008	-1.270	-1.455	-0.2740	-0.1110	1.657419e+14
	Viés	-0.110	-0.0010	0.030	-0.455	-0.2240	-0.0560	1.657419e+14
	Desvio padrão	1.245	2.5105	2.277	2.582	0.2860	0.1810	3.396677e+15
	EQM	1.558	6.2874	5.175	6.860	0.1317	0.0357	1.153741e+31
Log-logística	Média	5.101	-0.0028	-1.313	-1.002	-0.0500	-0.0550	5.980000e-01
	Viés	-0.499	-0.0030	-0.013	-0.002	0.0000	0.0000	-1.520000e-01
	Desvio padrão	0.231	0.0562	0.056	0.066	0.0030	0.0030	1.500000e-02
	EQM	0.302	0.0032	0.003	0.004	0.0000	0.0000	2.300000e-02
LWLLG	Média	6.539	-0.0020	-1.301	-0.999	-0.0500	-0.0550	7.730000e-01
	Viés	0.939	-0.0020	-0.001	0.001	0.0000	0.0000	2.300000e-02
	Desvio padrão	0.682	0.0542	0.058	0.063	0.0030	0.0040	6.960000e-01
	EQM	1.346	0.0029	0.003	0.004	0.0000	0.0000	4.840000e-01
LWMOW	Média	5.611	-0.0021	-1.301	-1.000	-0.0500	-0.0550	8.610000e-01
	Viés	0.011	-0.0020	-0.001	0.000	0.0000	0.0000	1.110000e-01
	Desvio padrão	0.296	0.0525	0.053	0.061	0.0030	0.0030	1.100000e-01
	EQM	0.087	0.0028	0.003	0.004	0.0000	0.0000	2.400000e-02
Weibull	Média	5.403	-0.0026	-1.294	-0.996	-0.0500	-0.0550	7.780000e-01
	Viés	-0.197	-0.0030	0.006	0.004	0.0000	0.0000	2.800000e-02
	Desvio padrão	0.215	0.0522	0.053	0.061	0.0030	0.0030	1.700000e-02
	EQM	0.085	0.0027	0.003	0.004	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.6: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	4682.90	4729.50	23.8	6.8	99.9	19.1	-
LLW - beta	4683.13	4729.72	11.8	0.7	99.9	15.6	-
LOBS	-597999.08	-597946.66	20.6	20.6	1.2	0.0	98.14
Log-logística	4758.31	4799.08	0.0	0.0	0.1	0.0	58.25
LWLLG	4687.10	4739.52	2.0	0.0	99.6	20.4	64.75
LWMOW	4685.28	4737.70	3.8	0.0	100.0	30.1	41.55
Weibull	4683.37	4724.14	38.0	71.9	99.7	14.8	73

Tabela A.7: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.703	0.0016	-1.299	-1.007	-0.0510	-0.0550	7.370000e-01
	Viés	0.103	0.0020	0.001	-0.007	-0.0010	0.0000	-1.300000e-02
	Desvio padrão	1.079	0.1674	0.187	0.168	0.0100	0.0100	6.100000e-02
	EQM	1.175	0.0280	0.035	0.028	0.0001	0.0001	4.000000e-03
LLW - beta	Média	5.461	0.0015	-1.296	-1.003	-0.0500	-0.0550	7.430000e-01
	Viés	-0.139	0.0020	0.004	-0.003	0.0000	0.0000	-7.000000e-03
	Desvio padrão	0.805	0.1664	0.187	0.166	0.0090	0.0100	5.600000e-02
	EQM	0.667	0.0277	0.035	0.028	0.0001	0.0001	3.000000e-03
LOBS	Média	5.306	0.0069	-1.916	-0.956	-0.3260	-0.1070	2.690680e+04
	Viés	-0.294	0.0070	-0.616	0.044	-0.2760	-0.0520	2.690605e+04
	Desvio padrão	1.610	2.1246	2.808	2.684	0.3060	0.1850	2.874618e+05
	EQM	2.673	4.5031	8.248	7.188	0.1696	0.0369	8.316007e+10
Log-logística	Média	5.219	0.0000	-1.311	-1.023	-0.0510	-0.0550	6.470000e-01
	Viés	-0.381	0.0000	-0.011	-0.023	-0.0010	0.0000	-1.030000e-01
	Desvio padrão	0.788	0.1748	0.189	0.174	0.0100	0.0100	5.300000e-02
	EQM	0.766	0.0305	0.036	0.031	0.0001	0.0001	1.300000e-02
LWLLG	Média	6.200	0.0027	-1.297	-1.008	-0.0500	-0.0550	7.760000e-01
	Viés	0.600	0.0030	0.003	-0.008	0.0000	0.0000	2.600000e-02
	Desvio padrão	1.138	0.1695	0.190	0.168	0.0100	0.0100	6.190000e-01
	EQM	1.655	0.0287	0.036	0.028	0.0001	0.0001	3.840000e-01
LWMOW	Média	5.528	0.0024	-1.290	-1.002	-0.0500	-0.0550	8.450000e-01
	Viés	-0.072	0.0020	0.010	-0.002	0.0000	0.0000	9.500000e-02
	Desvio padrão	1.024	0.1680	0.185	0.168	0.0100	0.0100	3.050000e-01
	EQM	1.054	0.0282	0.034	0.028	0.0001	0.0001	1.020000e-01
Weibull	Média	5.389	0.0018	-1.290	-0.996	-0.0500	-0.0540	7.580000e-01
	Viés	-0.211	0.0020	0.010	0.004	0.0000	0.0010	8.000000e-03
	Desvio padrão	0.780	0.1656	0.187	0.165	0.0090	0.0100	5.700000e-02
	EQM	0.653	0.0274	0.035	0.027	0.0001	0.0001	3.000000e-03

Tabela A.8: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	636.80	670.52	0.1	0.0	100.0	14.3	-
LLW - beta	637.24	670.95	0.0	0.0	99.7	9.0	-
LOBS	-168640.54	-168602.61	20.3	20.3	57.4	0.7	98.88
Log-logística	638.92	668.42	14.6	14.8	98.7	13.5	84.7
LWLLG	638.83	676.76	0.1	0.0	100.0	23.0	41.52
LWMOW	637.85	675.78	1.1	0.0	100.0	27.6	18.66
Weibull	635.23	664.73	63.7	65.0	99.6	12.0	46.02

Tabela A.9: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.699	0.0018	-1.304	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.460000e-01
	Viés	0.099	0.0020	-0.004	-0.001	0.0000	0.0000	-4.000000e-03
	Desvio padrão	0.710	0.0958	0.113	0.108	0.0050	0.0050	3.300000e-02
	EQM	0.514	0.0092	0.013	0.012	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.439	0.0017	-1.305	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	-0.161	0.0020	-0.005	-0.001	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.422	0.0956	0.113	0.107	0.0050	0.0050	3.100000e-02
	EQM	0.204	0.0091	0.013	0.012	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.415	-0.3502	-1.151	-1.512	-0.4140	-0.0460	1.602277e+13
	Viés	-0.185	-0.3500	0.149	-0.512	-0.3640	0.0090	1.602277e+13
	Desvio padrão	1.795	3.2930	3.191	4.439	0.4850	0.3640	1.890197e+14
	EQM	3.237	10.9055	10.145	19.855	0.3658	0.1315	3.578444e+28
Log-logística	Média	5.122	0.0018	-1.288	-0.999	-0.0500	-0.0560	6.330000e-01
	Viés	-0.478	0.0020	0.012	0.001	0.0000	-0.0010	-1.170000e-01
	Desvio padrão	0.407	0.1001	0.110	0.113	0.0050	0.0050	2.900000e-02
	EQM	0.394	0.0100	0.012	0.013	0.0000	0.0000	1.400000e-02
LWLLG	Média	6.406	0.0015	-1.302	-0.997	-0.0490	-0.0550	6.790000e-01
	Viés	0.806	0.0010	-0.002	0.003	0.0010	0.0000	-7.100000e-02
	Desvio padrão	0.754	0.0975	0.115	0.111	0.0050	0.0050	5.200000e-01
	EQM	1.218	0.0095	0.013	0.012	0.0000	0.0000	2.750000e-01
LWMOW	Média	5.572	0.0009	-1.304	-0.999	-0.0500	-0.0550	8.510000e-01
	Viés	-0.028	0.0010	-0.004	0.001	0.0000	0.0000	1.010000e-01
	Desvio padrão	0.531	0.0962	0.114	0.108	0.0050	0.0050	1.680000e-01
	EQM	0.282	0.0092	0.013	0.012	0.0000	0.0000	3.800000e-02
Weibull	Média	5.403	0.0018	-1.308	-0.997	-0.0500	-0.0550	7.680000e-01
	Viés	-0.197	0.0020	-0.008	0.003	0.0000	0.0000	1.800000e-02
	Desvio padrão	0.401	0.0953	0.114	0.107	0.0050	0.0050	3.100000e-02
	EQM	0.199	0.0091	0.013	0.012	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.10: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1744.17	1786.67	9.3	0.1	100.0	15.1	-
LLW - beta	1745.01	1787.52	0.5	0.0	99.9	9.6	-
LOBS	-427780.33	-427732.51	8.6	8.6	18.1	0.0	98.92
Log-logística	1759.51	1796.70	0.7	2.9	74.7	0.4	98.55
LWLLG	1746.08	1793.90	2.0	0.0	100.0	25.0	54.55
LWMOW	1746.47	1794.29	2.2	0.0	100.0	35.1	24.9
Weibull	1743.33	1780.52	76.7	88.4	99.8	14.8	58.2

Tabela A.11: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.634	-0.0006	-1.299	-0.998	-0.0500	-0.0550	7.460000e-01
	Viés	0.034	-0.0010	0.001	0.002	0.0000	0.0000	-4.000000e-03
	Desvio padrão	0.529	0.0719	0.086	0.081	0.0040	0.0040	2.700000e-02
	EQM	0.281	0.0052	0.007	0.007	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.438	-0.0005	-1.299	-0.997	-0.0500	-0.0550	7.470000e-01
	Viés	-0.162	-0.0010	0.001	0.003	0.0000	0.0000	-3.000000e-03
	Desvio padrão	0.350	0.0717	0.085	0.081	0.0040	0.0040	2.500000e-02
	EQM	0.149	0.0051	0.007	0.007	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.268	-0.4831	-1.946	-1.061	-0.4380	-0.0670	7.955977e+13
	Viés	-0.332	-0.4830	-0.646	-0.061	-0.3880	-0.0120	7.955977e+13
	Desvio padrão	1.394	3.9964	5.130	4.561	0.5800	0.4700	9.140514e+14
	EQM	2.039	16.0838	26.537	20.653	0.4841	0.2193	8.354903e+29
Log-logística	Média	5.131	-0.0018	-1.289	-0.999	-0.0500	-0.0560	6.370000e-01
	Viés	-0.469	-0.0020	0.011	0.001	0.0000	-0.0010	-1.130000e-01
	Desvio padrão	0.329	0.0760	0.084	0.085	0.0040	0.0040	2.300000e-02
	EQM	0.328	0.0058	0.007	0.007	0.0000	0.0000	1.300000e-02
LWLLG	Média	6.361	0.0002	-1.295	-0.995	-0.0490	-0.0550	6.620000e-01
	Viés	0.761	0.0000	0.005	0.005	0.0010	0.0000	-8.800000e-02
	Desvio padrão	0.691	0.0725	0.088	0.083	0.0050	0.0040	4.680000e-01
	EQM	1.056	0.0053	0.008	0.007	0.0000	0.0000	2.270000e-01
LWMOW	Média	5.545	0.0000	-1.299	-0.996	-0.0500	-0.0550	8.400000e-01
	Viés	-0.055	0.0000	0.001	0.004	0.0000	0.0000	9.000000e-02
	Desvio padrão	0.412	0.0717	0.085	0.081	0.0040	0.0040	1.280000e-01
	EQM	0.172	0.0051	0.007	0.007	0.0000	0.0000	2.400000e-02
Weibull	Média	5.375	-0.0005	-1.299	-0.992	-0.0500	-0.0550	7.660000e-01
	Viés	-0.225	0.0000	0.001	0.008	0.0000	0.0000	1.600000e-02
	Desvio padrão	0.324	0.0714	0.086	0.081	0.0040	0.0040	2.600000e-02
	EQM	0.156	0.0051	0.007	0.007	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.12: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2949.71	2996.30	14.2	0.8	100.0	15.0	-
LLW - beta	2949.89	2996.49	1.6	0.0	100.0	11.2	-
LOBS	-742119.68	-742067.27	6.5	6.5	3.1	0.0	99.26
Log-logística	2972.68	3013.45	0.0	0.9	46.9	0.0	99.75
LWLLG	2952.01	3004.43	2.9	0.0	99.9	23.8	60.9
LWMOW	2950.92	3003.34	2.6	0.0	100.0	33.4	28.45
Weibull	2948.52	2989.29	72.0	91.8	99.9	16.6	61.65

Tabela A.13: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.702	-0.0039	-1.317	-1.008	-0.0500	-0.0560	7.360000e-01
	Viés	0.102	-0.0040	-0.017	-0.008	0.0000	-0.0010	-1.400000e-02
	Desvio padrão	1.189	0.1853	0.210	0.193	0.0110	0.0110	6.600000e-02
	EQM	1.424	0.0343	0.045	0.037	0.0001	0.0001	5.000000e-03
LLW - beta	Média	5.478	-0.0028	-1.313	-1.004	-0.0500	-0.0560	7.430000e-01
	Viés	-0.122	-0.0030	-0.013	-0.004	0.0000	-0.0010	-7.000000e-03
	Desvio padrão	0.905	0.1839	0.211	0.190	0.0100	0.0110	6.200000e-02
	EQM	0.834	0.0338	0.045	0.036	0.0001	0.0001	4.000000e-03
LOBS	Média	5.155	0.0727	-1.991	-1.059	-0.3250	-0.1290	1.560157e+06
	Viés	-0.445	0.0730	-0.691	-0.059	-0.2750	-0.0740	1.560156e+06
	Desvio padrão	1.644	3.3300	3.547	2.346	0.2830	0.2140	2.904619e+07
	EQM	2.893	11.0666	13.026	5.493	0.1552	0.0514	8.440006e+14
Log-logística	Média	5.258	-0.0034	-1.327	-1.026	-0.0510	-0.0560	6.590000e-01
	Viés	-0.342	-0.0030	-0.027	-0.026	-0.0010	-0.0010	-9.100000e-02
	Desvio padrão	0.892	0.1912	0.213	0.198	0.0110	0.0120	5.800000e-02
	EQM	0.913	0.0366	0.046	0.040	0.0001	0.0001	1.200000e-02
LWLLG	Média	6.084	-0.0023	-1.314	-1.011	-0.0500	-0.0560	8.210000e-01
	Viés	0.484	-0.0020	-0.014	-0.011	0.0000	-0.0010	7.100000e-02
	Desvio padrão	1.213	0.1869	0.216	0.194	0.0110	0.0120	6.260000e-01
	EQM	1.706	0.0349	0.047	0.038	0.0001	0.0001	3.970000e-01
LWMOW	Média	5.573	-0.0005	-1.308	-0.999	-0.0500	-0.0550	8.440000e-01
	Viés	-0.027	-0.0010	-0.008	0.001	0.0000	0.0000	9.400000e-02
	Desvio padrão	1.147	0.1853	0.214	0.195	0.0110	0.0110	3.310000e-01
	EQM	1.317	0.0343	0.046	0.038	0.0001	0.0001	1.190000e-01
Weibull	Média	5.412	-0.0026	-1.308	-0.998	-0.0500	-0.0550	7.560000e-01
	Viés	-0.188	-0.0030	-0.008	0.002	0.0000	0.0000	6.000000e-03
	Desvio padrão	0.886	0.1832	0.211	0.190	0.0100	0.0110	6.300000e-02
	EQM	0.820	0.0336	0.045	0.036	0.0001	0.0001	4.000000e-03

Tabela A.14: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	547.38	581.09	0.0	0.0	99.8	14.2	-
LLW - beta	547.14	580.86	0.0	0.0	99.6	8.4	-
LOBS	-168543.10	-168505.17	19.2	19.2	60.7	1.0	98.35
Log-logística	547.31	576.82	19.4	19.4	99.1	19.5	78.75
LWLLG	548.58	586.51	0.0	0.0	100.0	22.6	42.51
LWMOW	547.90	585.83	0.7	0.0	100.0	23.7	20.05
Weibull	545.12	574.63	60.7	61.4	99.4	10.6	46.83

Tabela A.15: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.662	-0.0008	-1.303	-1.000	-0.0500	-0.0550	7.450000e-01
	Viés	0.062	-0.0010	-0.003	0.000	0.0000	0.0000	-5.000000e-03
	Desvio padrão	0.754	0.1081	0.130	0.117	0.0060	0.0050	3.800000e-02
	EQM	0.573	0.0117	0.017	0.014	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.446	-0.0007	-1.303	-0.999	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	-0.154	-0.0010	-0.003	0.001	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.487	0.1079	0.130	0.116	0.0060	0.0050	3.600000e-02
	EQM	0.260	0.0116	0.017	0.013	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.197	0.4677	-1.764	-0.978	-0.3660	-0.0920	7.991161e+03
	Viés	-0.403	0.4680	-0.464	0.022	-0.3160	-0.0370	7.990411e+03
	Desvio padrão	1.649	4.3071	4.718	3.925	0.3330	0.2830	5.441180e+04
	EQM	2.861	18.6248	22.302	15.283	0.2094	0.0808	3.001360e+09
Log-logística	Média	5.122	-0.0020	-1.278	-0.999	-0.0500	-0.0560	6.440000e-01
	Viés	-0.478	-0.0020	0.022	0.001	0.0000	-0.0010	-1.060000e-01
	Desvio padrão	0.479	0.1116	0.125	0.123	0.0060	0.0060	3.300000e-02
	EQM	0.458	0.0125	0.016	0.015	0.0000	0.0000	1.200000e-02
LWLLG	Média	6.217	0.0003	-1.299	-0.997	-0.0490	-0.0550	7.220000e-01
	Viés	0.617	0.0000	0.001	0.003	0.0010	0.0000	-2.800000e-02
	Desvio padrão	0.791	0.1079	0.130	0.118	0.0060	0.0060	5.690000e-01
	EQM	1.006	0.0116	0.017	0.014	0.0000	0.0000	3.250000e-01
LWMOW	Média	5.539	0.0000	-1.302	-0.997	-0.0500	-0.0550	8.460000e-01
	Viés	-0.061	0.0000	-0.002	0.003	0.0000	0.0000	9.600000e-02
	Desvio padrão	0.599	0.1074	0.131	0.117	0.0060	0.0050	2.040000e-01
	EQM	0.363	0.0115	0.017	0.014	0.0000	0.0000	5.100000e-02
Weibull	Média	5.378	-0.0007	-1.308	-0.994	-0.0500	-0.0550	7.650000e-01
	Viés	-0.222	-0.0010	-0.008	0.006	0.0000	0.0000	1.500000e-02
	Desvio padrão	0.468	0.1079	0.131	0.116	0.0060	0.0050	3.600000e-02
	EQM	0.268	0.0116	0.017	0.013	0.0000	0.0000	2.000000e-03

Tabela A.16: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1504.03	1546.54	7.0	0.0	99.9	15.1	-
LLW - beta	1503.80	1546.31	0.1	0.0	100.0	10.7	-
LOBS	-460803.82	-460756.00	6.3	6.3	31.5	0.0	99.47
Log-logística	1513.37	1550.56	3.1	6.1	87.2	1.0	96.35
LWLLG	1505.99	1553.81	1.2	0.0	100.0	25.1	55.35
LWMOW	1504.97	1552.79	1.2	0.0	100.0	34.2	22.4
Weibull	1502.00	1539.19	81.0	87.6	99.8	13.8	54.55

Tabela A.17: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.626	-0.0024	-1.302	-1.002	-0.0500	-0.0550	7.450000e-01
	Viés	0.026	-0.0020	-0.002	-0.002	0.0000	0.0000	-5.000000e-03
	Desvio padrão	0.615	0.0793	0.100	0.089	0.0050	0.0040	2.900000e-02
	EQM	0.378	0.0063	0.010	0.008	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.454	-0.0023	-1.302	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	-0.146	-0.0020	-0.002	-0.001	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.388	0.0788	0.099	0.088	0.0040	0.0040	2.700000e-02
	EQM	0.172	0.0062	0.010	0.008	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.503	-0.5227	-1.163	-1.393	-0.4690	-0.1080	5.277671e+17
	Viés	-0.097	-0.5230	0.137	-0.393	-0.4190	-0.0530	5.277671e+17
	Desvio padrão	1.728	3.7570	3.846	3.680	0.5500	0.3730	5.408004e+18
	EQM	2.967	14.2537	14.667	13.566	0.4745	0.1405	2.924650e+37
Log-logística	Média	5.152	-0.0030	-1.288	-1.006	-0.0500	-0.0560	6.490000e-01
	Viés	-0.448	-0.0030	0.012	-0.006	0.0000	-0.0010	-1.010000e-01
	Desvio padrão	0.376	0.0834	0.097	0.093	0.0050	0.0050	2.500000e-02
	EQM	0.343	0.0070	0.009	0.009	0.0000	0.0000	1.100000e-02
LWLLG	Média	6.252	-0.0008	-1.297	-1.002	-0.0490	-0.0550	7.040000e-01
	Viés	0.652	-0.0010	0.003	-0.002	0.0010	0.0000	-4.600000e-02
	Desvio padrão	0.721	0.0810	0.100	0.090	0.0050	0.0050	4.780000e-01
	EQM	0.945	0.0066	0.010	0.008	0.0000	0.0000	2.300000e-01
LWMOW	Média	5.535	-0.0014	-1.302	-0.999	-0.0500	-0.0550	8.220000e-01
	Viés	-0.065	-0.0010	-0.002	0.001	0.0000	0.0000	7.200000e-02
	Desvio padrão	0.465	0.0785	0.099	0.090	0.0050	0.0040	1.560000e-01
	EQM	0.221	0.0062	0.010	0.008	0.0000	0.0000	3.000000e-02
Weibull	Média	5.376	-0.0022	-1.304	-0.995	-0.0500	-0.0550	7.640000e-01
	Viés	-0.224	-0.0020	-0.004	0.005	0.0000	0.0000	1.400000e-02
	Desvio padrão	0.368	0.0783	0.100	0.088	0.0040	0.0040	2.700000e-02
	EQM	0.186	0.0061	0.010	0.008	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.18: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LLW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2549.02	2595.61	10.7	0.0	100.0	14.2	-
LLW - beta	2548.94	2595.53	0.8	0.0	100.0	11.1	-
LOBS	-779266.97	-779214.55	5.0	5.0	5.9	0.0	99.32
Log-logística	2563.91	2604.68	0.8	3.5	69.3	0.0	98.6
LWLLG	2551.77	2604.19	2.5	0.0	100.0	24.4	60.25
LWMOW	2550.14	2602.56	2.2	0.0	99.9	34.0	26.2
Weibull	2547.34	2588.11	78.0	91.4	99.8	16.2	59.9



Tabela A.19: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.862	0.0006	-1.297	-0.999	-0.0500	-0.0560	3.110000e-01
	Viés	-0.738	0.0010	0.003	0.001	0.0000	-0.0010	-4.390000e-01
	Desvio padrão	0.614	0.0923	0.101	0.103	0.0090	0.0070	7.600000e-02
	EQM	0.921	0.0085	0.010	0.011	0.0001	0.0000	1.980000e-01
LLW - beta	Média	5.681	-0.0002	-1.252	-0.969	-0.0490	-0.0530	4.760000e-01
	Viés	0.081	0.0000	0.048	0.031	0.0010	0.0020	-2.740000e-01
	Desvio padrão	0.387	0.0835	0.091	0.093	0.0050	0.0050	1.900000e-02
	EQM	0.156	0.0070	0.011	0.010	0.0000	0.0000	7.500000e-02
LOBS	Média	5.964	0.1041	-1.476	-1.036	-0.1950	-0.0920	2.651224e+04
	Viés	0.364	0.1040	-0.176	-0.036	-0.1450	-0.0370	2.651149e+04
	Desvio padrão	0.942	1.5742	1.366	1.137	0.1270	0.1030	5.888815e+05
	EQM	1.019	2.4848	1.894	1.291	0.0373	0.0119	3.468965e+11
Log-logística	Média	5.538	-0.0013	-1.283	-0.992	-0.0500	-0.0540	3.510000e-01
	Viés	-0.062	-0.0010	0.017	0.008	0.0000	0.0010	-3.990000e-01
	Desvio padrão	0.346	0.0825	0.088	0.096	0.0050	0.0050	1.400000e-02
	EQM	0.124	0.0068	0.008	0.009	0.0000	0.0000	1.600000e-01
LWLLG	Média	5.164	0.0026	-1.293	-0.996	-0.0490	-0.0560	5.890000e-01
	Viés	-0.436	0.0030	0.007	0.004	0.0010	-0.0010	-1.610000e-01
	Desvio padrão	0.676	0.0847	0.105	0.097	0.0070	0.0070	2.100000e-01
	EQM	0.647	0.0072	0.011	0.009	0.0000	0.0000	7.000000e-02
LWMOW	Média	6.726	0.0037	-1.279	-0.990	-0.0490	-0.0540	3.920000e-01
	Viés	1.126	0.0040	0.021	0.010	0.0010	0.0010	-3.580000e-01
	Desvio padrão	0.830	0.0837	0.093	0.098	0.0060	0.0050	1.420000e-01
	EQM	1.957	0.0070	0.009	0.010	0.0000	0.0000	1.480000e-01
Weibull	Média	5.656	0.0002	-1.243	-0.961	-0.0480	-0.0530	4.990000e-01
	Viés	0.056	0.0000	0.057	0.039	0.0020	0.0020	-2.510000e-01
	Desvio padrão	0.369	0.0837	0.092	0.093	0.0050	0.0050	2.000000e-02
	EQM	0.139	0.0070	0.012	0.010	0.0000	0.0000	6.300000e-02

Tabela A.20: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	665.98	699.70	15.1	8.7	84.9	31.2	36.76
LLW - beta	686.57	720.28	0.0	0.0	23.6	0.4	28.46
LOBS	-123434.40	-123396.46	28.4	28.4	3.5	0.2	-
Log-logística	663.34	692.84	41.5	57.5	85.8	38.0	28.49
LWLLG	663.08	701.01	13.0	5.2	77.1	20.6	41.29
LWMOW	668.65	706.58	2.0	0.1	74.4	9.1	36.47
Weibull	689.66	719.16	0.0	0.0	20.1	0.4	28.45

Tabela A.21: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.985	0.0009	-1.288	-1.001	-0.0510	-0.0550	0.334
	Viés	-0.615	0.0010	0.012	-0.001	-0.0010	0.0000	-0.416
	Desvio padrão	0.536	0.0585	0.058	0.067	0.0070	0.0040	0.063
	EQM	0.665	0.0034	0.003	0.004	0.0001	0.0000	0.177
LLW - beta	Média	5.866	0.0013	-1.270	-0.998	-0.0500	-0.0550	0.487
	Viés	0.266	0.0010	0.030	0.002	0.0000	0.0000	-0.263
	Desvio padrão	0.216	0.0506	0.050	0.056	0.0030	0.0030	0.011
	EQM	0.117	0.0026	0.003	0.003	0.0000	0.0000	0.069
LOBS	Média	5.943	0.1614	-1.124	-1.113	-0.1840	-0.0700	75.434
	Viés	0.343	0.1610	0.176	-0.113	-0.1340	-0.0150	74.684
	Desvio padrão	0.705	1.6465	1.030	2.093	0.1160	0.0800	958.070
	EQM	0.615	2.7327	1.090	4.387	0.0313	0.0067	922009.215
Log-logística	Média	5.588	0.0005	-1.286	-0.998	-0.0500	-0.0550	0.350
	Viés	-0.012	0.0000	0.014	0.002	0.0000	0.0000	-0.400
	Desvio padrão	0.192	0.0507	0.048	0.056	0.0030	0.0030	0.008
	EQM	0.037	0.0026	0.002	0.003	0.0000	0.0000	0.160
LWLLG	Média	5.213	0.0036	-1.290	-0.993	-0.0500	-0.0540	0.610
	Viés	-0.387	0.0040	0.010	0.007	0.0000	0.0010	-0.140
	Desvio padrão	0.603	0.0559	0.060	0.064	0.0050	0.0050	0.192
	EQM	0.513	0.0031	0.004	0.004	0.0000	0.0000	0.057
LWMOW	Média	7.029	0.0050	-1.283	-0.999	-0.0500	-0.0550	0.439
	Viés	1.429	0.0050	0.017	0.001	0.0000	0.0000	-0.311
	Desvio padrão	0.824	0.0520	0.052	0.058	0.0040	0.0030	0.140
	EQM	2.721	0.0027	0.003	0.003	0.0000	0.0000	0.117
Weibull	Média	5.837	0.0014	-1.265	-0.996	-0.0500	-0.0540	0.513
	Viés	0.237	0.0010	0.035	0.004	0.0000	0.0010	-0.237
	Desvio padrão	0.195	0.0504	0.050	0.056	0.0030	0.0030	0.012
	EQM	0.094	0.0025	0.004	0.003	0.0000	0.0000	0.056

Tabela A.22: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1851.30	1893.81	10.6	6.4	5.3	28.9	36.66
LLW - beta	1900.97	1943.48	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4
LOBS	-257920.79	-257872.97	29.4	29.4	0.0	0.0	-
Log-logística	1841.40	1878.59	20.0	50.1	1.6	49.1	29.46
LWLLG	1834.63	1882.44	16.4	12.2	13.9	19.0	42.33
LWMOW	1840.46	1888.28	23.7	1.9	0.4	3.0	36.91
Weibull	1915.63	1952.83	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4

Tabela A.23: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.909	0.0009	-1.288	-0.997	-0.0510	-0.0550	3.180000e-01
	Viés	-0.691	0.0010	0.012	0.003	-0.0010	0.0000	-4.320000e-01
	Desvio padrão	0.507	0.0435	0.052	0.052	0.0070	0.0040	5.900000e-02
	EQM	0.735	0.0019	0.003	0.003	0.0000	0.0000	1.900000e-01
LLW - beta	Média	5.854	-0.0008	-1.264	-0.993	-0.0500	-0.0550	4.860000e-01
	Viés	0.254	-0.0010	0.036	0.007	0.0000	0.0000	-2.640000e-01
	Desvio padrão	0.180	0.0364	0.039	0.044	0.0020	0.0020	9.000000e-03
	EQM	0.097	0.0013	0.003	0.002	0.0000	0.0000	7.000000e-02
LOBS	Média	6.028	0.0859	-1.158	-1.150	-0.1870	-0.0920	5.528907e+08
	Viés	0.428	0.0860	0.142	-0.150	-0.1370	-0.0370	5.528907e+08
	Desvio padrão	0.922	1.2253	1.557	1.811	0.1370	0.0890	1.335293e+10
	EQM	1.032	1.5062	2.439	3.296	0.0374	0.0092	1.783021e+20
Log-logística	Média	5.583	-0.0009	-1.282	-0.994	-0.0500	-0.0550	3.510000e-01
	Viés	-0.017	-0.0010	0.018	0.006	0.0000	0.0000	-3.990000e-01
	Desvio padrão	0.157	0.0361	0.037	0.044	0.0020	0.0020	6.000000e-03
	EQM	0.025	0.0013	0.002	0.002	0.0000	0.0000	1.590000e-01
LWLLG	Média	5.276	0.0016	-1.285	-0.992	-0.0500	-0.0540	6.180000e-01
	Viés	-0.324	0.0020	0.015	0.008	0.0000	0.0010	-1.320000e-01
	Desvio padrão	0.614	0.0423	0.053	0.054	0.0050	0.0040	1.820000e-01
	EQM	0.482	0.0018	0.003	0.003	0.0000	0.0000	5.100000e-02
LWMOW	Média	6.908	0.0042	-1.277	-0.995	-0.0500	-0.0550	4.290000e-01
	Viés	1.308	0.0040	0.023	0.005	0.0000	0.0000	-3.210000e-01
	Desvio padrão	0.775	0.0379	0.046	0.046	0.0040	0.0030	1.420000e-01
	EQM	2.309	0.0015	0.003	0.002	0.0000	0.0000	1.230000e-01
Weibull	Média	5.818	-0.0007	-1.258	-0.992	-0.0500	-0.0540	5.130000e-01
	Viés	0.218	-0.0010	0.042	0.008	0.0000	0.0010	-2.370000e-01
	Desvio padrão	0.161	0.0366	0.040	0.043	0.0020	0.0020	9.000000e-03
	EQM	0.073	0.0013	0.003	0.002	0.0000	0.0000	5.600000e-02

Tabela A.24: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	3113.75	3160.34	16.6	14.2	0.1	28.8	35.05
LLW - beta	3202.69	3249.28	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5
LOBS	-461758.80	-461706.39	27.5	27.5	0.0	0.0	-
Log-logística	3101.08	3141.85	20.9	41.3	0.0	52.6	27.54
LWLLG	3096.33	3148.75	14.6	12.3	1.8	16.0	40.59
LWMOW	3102.12	3154.54	20.5	4.8	0.0	2.6	35.88
Weibull	3228.71	3269.48	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5

Tabela A.25: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.776	-0.0004	-1.319	-1.005	-0.0500	-0.0570	2.520000e-01
	Viés	-0.824	0.0000	-0.019	-0.005	0.0000	-0.0020	-4.980000e-01
	Desvio padrão	0.732	0.1116	0.145	0.121	0.0100	0.0090	7.600000e-02
	EQM	1.214	0.0124	0.021	0.015	0.0001	0.0001	2.540000e-01
LLW - beta	Média	5.653	-0.0006	-1.268	-0.958	-0.0490	-0.0540	4.340000e-01
	Viés	0.053	-0.0010	0.032	0.042	0.0010	0.0010	-3.160000e-01
	Desvio padrão	0.579	0.1108	0.134	0.119	0.0060	0.0070	2.500000e-02
	EQM	0.338	0.0123	0.019	0.016	0.0000	0.0001	1.000000e-01
LOBS	Média	5.848	0.0443	-1.437	-1.402	-0.2640	-0.0950	1.473224e+06
	Viés	0.248	0.0440	-0.137	-0.402	-0.2140	-0.0400	1.473223e+06
	Desvio padrão	1.355	1.3144	2.242	2.518	0.2350	0.1300	2.077364e+07
	EQM	1.893	1.7252	5.032	6.488	0.1006	0.0185	4.326461e+14
Log-logística	Média	5.563	-0.0027	-1.297	-0.992	-0.0500	-0.0550	3.330000e-01
	Viés	-0.037	-0.0030	0.003	0.008	0.0000	0.0000	-4.170000e-01
	Desvio padrão	0.505	0.1071	0.125	0.114	0.0060	0.0070	1.900000e-02
	EQM	0.256	0.0115	0.016	0.013	0.0000	0.0000	1.750000e-01
LWLLG	Média	5.253	-0.0024	-1.323	-1.001	-0.0510	-0.0560	4.630000e-01
	Viés	-0.347	-0.0020	-0.023	-0.001	-0.0010	-0.0010	-2.870000e-01
	Desvio padrão	0.810	0.1131	0.152	0.122	0.0080	0.0090	2.240000e-01
	EQM	0.776	0.0128	0.024	0.015	0.0001	0.0001	1.330000e-01
LWMOW	Média	7.069	0.0048	-1.289	-0.981	-0.0490	-0.0550	4.430000e-01
	Viés	1.469	0.0050	0.011	0.019	0.0010	0.0000	-3.070000e-01
	Desvio padrão	1.132	0.1083	0.132	0.118	0.0080	0.0070	1.710000e-01
	EQM	3.438	0.0117	0.017	0.014	0.0001	0.0000	1.240000e-01
Weibull	Média	5.638	0.0003	-1.260	-0.949	-0.0480	-0.0530	4.520000e-01
	Viés	0.038	0.0000	0.040	0.051	0.0020	0.0020	-2.980000e-01
	Desvio padrão	0.559	0.1117	0.135	0.120	0.0060	0.0070	2.600000e-02
	EQM	0.314	0.0125	0.020	0.017	0.0000	0.0001	8.900000e-02

Tabela A.26: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	385.79	419.50	19.0	11.8	96.0	31.4	31.51
LLW - beta	404.32	438.04	0.0	0.0	54.0	0.6	19.28
LOBS	-142465.09	-142427.16	19.0	19.0	23.1	0.8	-
Log-logística	386.92	416.43	45.2	62.1	91.4	33.0	19.11
LWLLG	387.07	425.01	16.4	6.8	93.1	24.6	30.26
LWMOW	392.67	430.60	0.2	0.1	86.3	8.8	25.95
Weibull	405.42	434.93	0.0	0.1	48.3	0.8	19.25

Tabela A.27: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.927	0.0009	-1.336	-1.021	-0.0510	-0.0560	2.890000e-01
	Viés	-0.673	0.0010	-0.036	-0.021	-0.0010	-0.0010	-4.610000e-01
	Desvio padrão	0.705	0.0795	0.106	0.089	0.0090	0.0050	7.400000e-02
	EQM	0.950	0.0063	0.012	0.008	0.0001	0.0000	2.180000e-01
LLW - beta	Média	5.863	0.0027	-1.344	-1.003	-0.0500	-0.0540	4.610000e-01
	Viés	0.263	0.0030	-0.044	-0.003	0.0000	0.0010	-2.890000e-01
	Desvio padrão	0.301	0.0695	0.083	0.074	0.0040	0.0030	1.400000e-02
	EQM	0.160	0.0048	0.009	0.006	0.0000	0.0000	8.300000e-02
LOBS	Média	6.100	0.2394	-1.082	-1.413	-0.2580	-0.0790	6.545012e+04
	Viés	0.500	0.2390	0.218	-0.413	-0.2080	-0.0240	6.544937e+04
	Desvio padrão	1.291	3.5392	2.534	2.491	0.2340	0.1290	6.843082e+05
	EQM	1.908	12.5188	6.433	6.343	0.0978	0.0171	4.701475e+11
Log-logística	Média	5.625	0.0013	-1.326	-1.010	-0.0500	-0.0550	3.420000e-01
	Viés	0.025	0.0010	-0.026	-0.010	0.0000	0.0000	-4.080000e-01
	Desvio padrão	0.268	0.0675	0.073	0.071	0.0040	0.0030	1.100000e-02
	EQM	0.073	0.0046	0.006	0.005	0.0000	0.0000	1.670000e-01
LWLLG	Média	5.253	0.0006	-1.337	-1.012	-0.0510	-0.0550	5.010000e-01
	Viés	-0.347	0.0010	-0.037	-0.012	-0.0010	0.0000	-2.490000e-01
	Desvio padrão	0.716	0.0800	0.098	0.086	0.0070	0.0050	2.020000e-01
	EQM	0.632	0.0064	0.011	0.008	0.0000	0.0000	1.020000e-01
LWMOW	Média	7.102	0.0050	-1.331	-1.012	-0.0510	-0.0550	4.370000e-01
	Viés	1.502	0.0050	-0.031	-0.012	-0.0010	0.0000	-3.130000e-01
	Desvio padrão	0.898	0.0715	0.083	0.075	0.0050	0.0040	1.750000e-01
	EQM	3.061	0.0051	0.008	0.006	0.0000	0.0000	1.290000e-01
Weibull	Média	5.832	0.0033	-1.347	-0.998	-0.0490	-0.0540	4.840000e-01
	Viés	0.232	0.0030	-0.047	0.002	0.0010	0.0010	-2.660000e-01
	Desvio padrão	0.290	0.0700	0.085	0.075	0.0040	0.0030	1.500000e-02
	EQM	0.138	0.0049	0.009	0.006	0.0000	0.0000	7.100000e-02

Tabela A.28: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1043.64	1086.15	17.6	12.2	52.1	29.8	15.94
LLW - beta	1082.58	1125.09	0.1	0.1	0.0	0.0	9.2
LOBS	-346820.04	-346772.22	9.2	9.2	0.0	0.0	-
Log-logística	1037.18	1074.38	49.0	62.0	20.2	39.8	9.24
LWLLG	1034.16	1081.98	22.6	16.0	47.2	25.9	15.94
LWMOW	1046.78	1094.60	1.5	0.5	8.3	4.4	13.21
Weibull	1090.99	1128.18	0.0	0.0	0.0	0.0	9.19

Tabela A.29: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.057	-0.0009	-1.341	-1.028	-0.0530	-0.0560	0.282
	Viés	-0.543	-0.0010	-0.041	-0.028	-0.0030	-0.0010	-0.468
	Desvio padrão	0.724	0.0680	0.094	0.077	0.0090	0.0050	0.074
	EQM	0.818	0.0046	0.010	0.007	0.0001	0.0000	0.224
LLW - beta	Média	5.825	0.0006	-1.329	-1.001	-0.0490	-0.0540	0.459
	Viés	0.225	0.0010	-0.029	-0.001	0.0010	0.0010	-0.291
	Desvio padrão	0.254	0.0514	0.063	0.058	0.0030	0.0030	0.012
	EQM	0.115	0.0026	0.005	0.003	0.0000	0.0000	0.085
LOBS	Média	6.157	-0.1848	-0.642	-1.931	-0.2550	-0.1410	3379.009
	Viés	0.557	-0.1850	0.658	-0.931	-0.2050	-0.0860	3378.259
	Desvio padrão	1.059	1.9687	7.159	7.131	0.2210	0.3760	31078.761
	EQM	1.423	3.8800	51.285	51.326	0.0905	0.1479	969814519.196
Log-logística	Média	5.624	-0.0001	-1.320	-1.012	-0.0500	-0.0550	0.342
	Viés	0.024	0.0000	-0.020	-0.012	0.0000	0.0000	-0.408
	Desvio padrão	0.225	0.0501	0.056	0.056	0.0030	0.0030	0.009
	EQM	0.051	0.0025	0.004	0.003	0.0000	0.0000	0.166
LWLLG	Média	5.277	-0.0032	-1.335	-1.015	-0.0520	-0.0550	0.491
	Viés	-0.323	-0.0030	-0.035	-0.015	-0.0020	0.0000	-0.259
	Desvio padrão	0.721	0.0639	0.086	0.073	0.0070	0.0050	0.198
	EQM	0.624	0.0041	0.009	0.006	0.0000	0.0000	0.107
LWMOW	Média	7.183	-0.0006	-1.333	-1.013	-0.0520	-0.0550	0.433
	Viés	1.583	-0.0010	-0.033	-0.013	-0.0020	0.0000	-0.317
	Desvio padrão	0.879	0.0541	0.066	0.060	0.0050	0.0030	0.164
	EQM	3.279	0.0029	0.005	0.004	0.0000	0.0000	0.128
Weibull	Média	5.793	0.0008	-1.329	-0.995	-0.0490	-0.0530	0.481
	Viés	0.193	0.0010	-0.029	0.005	0.0010	0.0020	-0.269
	Desvio padrão	0.239	0.0517	0.065	0.059	0.0030	0.0030	0.012
	EQM	0.095	0.0027	0.005	0.003	0.0000	0.0000	0.072

Tabela A.30: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1774.95	1821.55	16.7	14.2	18.7	27.3	11.82
LLW - beta	1844.15	1890.74	0.3	0.3	0.0	0.3	6.15
LOBS	-495882.17	-495829.76	6.1	6.1	0.0	0.0	-
Log-logística	1766.07	1806.84	50.8	58.5	0.2	41.3	6.22
LWLLG	1757.28	1809.70	24.2	19.9	28.2	26.6	11.09
LWMOW	1780.58	1833.00	1.9	0.8	0.0	4.4	9.14
Weibull	1859.94	1900.71	0.1	0.1	0.0	0.1	6.13

Tabela A.31: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.823	-0.0044	-1.337	-1.009	-0.0500	-0.0570	2.420000e-01
	Viés	-0.777	-0.0040	-0.037	-0.009	0.0000	-0.0020	-5.080000e-01
	Desvio padrão	0.795	0.1189	0.156	0.127	0.0100	0.0100	7.400000e-02
	EQM	1.236	0.0142	0.026	0.016	0.0001	0.0001	2.640000e-01
LLW - beta	Média	5.661	-0.0042	-1.282	-0.954	-0.0490	-0.0540	4.200000e-01
	Viés	0.061	-0.0040	0.018	0.046	0.0010	0.0010	-3.300000e-01
	Desvio padrão	0.632	0.1210	0.146	0.124	0.0070	0.0080	2.800000e-02
	EQM	0.402	0.0147	0.022	0.018	0.0000	0.0001	1.100000e-01
LOBS	Média	5.891	-0.0346	-1.771	-1.045	-0.2940	-0.1000	3.409722e+14
	Viés	0.291	-0.0350	-0.471	-0.045	-0.2440	-0.0450	3.409722e+14
	Desvio padrão	1.407	1.9999	4.088	3.247	0.3870	0.2600	6.878720e+15
	EQM	2.059	3.9909	16.889	10.520	0.2085	0.0695	4.731679e+31
Log-logística	Média	5.574	-0.0068	-1.309	-0.986	-0.0500	-0.0550	3.260000e-01
	Viés	-0.026	-0.0070	-0.009	0.014	0.0000	0.0000	-4.240000e-01
	Desvio padrão	0.551	0.1169	0.132	0.117	0.0060	0.0070	2.100000e-02
	EQM	0.305	0.0137	0.018	0.014	0.0000	0.0000	1.810000e-01
LWLLG	Média	5.309	-0.0049	-1.337	-0.998	-0.0510	-0.0570	4.710000e-01
	Viés	-0.291	-0.0050	-0.037	0.002	-0.0010	-0.0020	-2.790000e-01
	Desvio padrão	0.864	0.1214	0.169	0.129	0.0090	0.0100	2.290000e-01
	EQM	0.830	0.0147	0.030	0.017	0.0001	0.0001	1.300000e-01
LWMOW	Média	7.078	-0.0028	-1.299	-0.979	-0.0490	-0.0550	4.340000e-01
	Viés	1.478	-0.0030	0.001	0.021	0.0010	0.0000	-3.160000e-01
	Desvio padrão	1.062	0.1193	0.142	0.119	0.0070	0.0080	1.630000e-01
	EQM	3.312	0.0142	0.020	0.015	0.0001	0.0001	1.260000e-01
Weibull	Média	5.646	-0.0033	-1.274	-0.945	-0.0480	-0.0540	4.360000e-01
	Viés	0.046	-0.0030	0.026	0.055	0.0020	0.0010	-3.140000e-01
	Desvio padrão	0.620	0.1224	0.148	0.126	0.0070	0.0080	2.900000e-02
	EQM	0.386	0.0150	0.023	0.019	0.0001	0.0001	9.900000e-02

Tabela A.32: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	324.69	358.41	16.9	9.8	97.8	28.6	33.71
LLW - beta	341.90	375.62	0.1	0.0	66.4	0.8	19.66
LOBS	-145039.81	-145001.88	19.6	19.6	35.7	0.8	-
Log-logística	326.76	356.26	48.4	64.6	95.3	33.0	19.74
LWLLG	327.20	365.13	14.6	5.2	95.8	26.5	30.89
LWMOW	331.88	369.81	0.2	0.1	90.8	9.3	26.67
Weibull	342.44	371.94	0.2	0.6	61.3	0.9	19.63

Tabela A.33: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.982	0.0001	-1.363	-1.024	-0.0520	-0.0560	2.710000e-01
	Viés	-0.618	0.0000	-0.063	-0.024	-0.0020	-0.0010	-4.790000e-01
	Desvio padrão	0.742	0.0837	0.133	0.101	0.0090	0.0050	7.000000e-02
	EQM	0.933	0.0070	0.022	0.011	0.0001	0.0000	2.350000e-01
LLW - beta	Média	5.839	-0.0012	-1.380	-0.996	-0.0490	-0.0540	4.520000e-01
	Viés	0.239	-0.0010	-0.080	0.004	0.0010	0.0010	-2.980000e-01
	Desvio padrão	0.349	0.0752	0.104	0.086	0.0040	0.0040	1.700000e-02
	EQM	0.178	0.0057	0.017	0.007	0.0000	0.0000	8.900000e-02
LOBS	Média	5.886	0.0480	-1.346	-1.605	-0.2990	-0.0650	2.798189e+04
	Viés	0.286	0.0480	-0.046	-0.605	-0.2490	-0.0100	2.798114e+04
	Desvio padrão	1.578	3.8010	2.954	2.588	0.2960	0.1460	2.920161e+05
	EQM	2.555	14.3545	8.668	7.017	0.1489	0.0212	8.549163e+10
Log-logística	Média	5.637	-0.0015	-1.348	-1.011	-0.0500	-0.0550	3.390000e-01
	Viés	0.037	-0.0020	-0.048	-0.011	0.0000	0.0000	-4.110000e-01
	Desvio padrão	0.310	0.0720	0.091	0.082	0.0040	0.0040	1.300000e-02
	EQM	0.097	0.0052	0.011	0.007	0.0000	0.0000	1.690000e-01
LWLLG	Média	5.363	-0.0041	-1.361	-1.018	-0.0520	-0.0560	4.730000e-01
	Viés	-0.237	-0.0040	-0.061	-0.018	-0.0020	-0.0010	-2.770000e-01
	Desvio padrão	0.709	0.0843	0.122	0.096	0.0070	0.0060	2.020000e-01
	EQM	0.558	0.0071	0.019	0.009	0.0001	0.0000	1.170000e-01
LWMOW	Média	7.477	0.0006	-1.353	-1.008	-0.0500	-0.0550	4.970000e-01
	Viés	1.877	0.0010	-0.053	-0.008	0.0000	0.0000	-2.530000e-01
	Desvio padrão	0.983	0.0737	0.098	0.084	0.0050	0.0040	1.790000e-01
	EQM	4.487	0.0054	0.012	0.007	0.0000	0.0000	9.600000e-02
Weibull	Média	5.823	-0.0008	-1.387	-0.989	-0.0490	-0.0530	4.740000e-01
	Viés	0.223	-0.0010	-0.087	0.011	0.0010	0.0020	-2.760000e-01
	Desvio padrão	0.335	0.0760	0.108	0.087	0.0040	0.0040	1.800000e-02
	EQM	0.162	0.0058	0.019	0.008	0.0000	0.0000	7.700000e-02

Tabela A.34: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	868.54	911.05	17.0	10.8	70.5	26.2	14.94
LLW - beta	908.35	950.86	0.3	0.2	0.4	0.2	7.47
LOBS	-356753.71	-356705.89	7.2	7.2	1.4	0.2	-
Log-logística	868.66	905.86	53.3	67.7	32.1	43.6	7.28
LWLLG	864.81	912.63	21.1	13.5	58.9	26.2	13.65
LWMOW	877.10	924.92	1.3	0.7	16.3	3.7	11.03
Weibull	914.99	952.18	0.0	0.1	0.3	0.1	7.47



Tabela A.35: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.037	0.0012	-1.361	-1.031	-0.0530	-0.0570	0.268
	Viés	-0.563	0.0010	-0.061	-0.031	-0.0030	-0.0020	-0.482
	Desvio padrão	0.788	0.0716	0.119	0.087	0.0090	0.0050	0.074
	EQM	0.937	0.0051	0.018	0.008	0.0001	0.0000	0.237
LLW - beta	Média	5.771	0.0003	-1.360	-0.994	-0.0490	-0.0530	0.449
	Viés	0.171	0.0000	-0.060	0.006	0.0010	0.0020	-0.301
	Desvio padrão	0.276	0.0559	0.077	0.064	0.0030	0.0030	0.012
	EQM	0.105	0.0031	0.010	0.004	0.0000	0.0000	0.091
LOBS	Média	5.806	0.4413	-1.845	-1.219	-0.2930	-0.1010	1831.879
	Viés	0.206	0.4410	-0.545	-0.219	-0.2430	-0.0460	1831.129
	Desvio padrão	1.312	3.9094	3.245	2.460	0.2510	0.1800	9418.169
	EQM	1.750	15.3526	10.738	6.051	0.1217	0.0342	91327877.960
Log-logística	Média	5.620	-0.0003	-1.339	-1.013	-0.0500	-0.0550	0.338
	Viés	0.020	0.0000	-0.039	-0.013	0.0000	0.0000	-0.412
	Desvio padrão	0.247	0.0548	0.067	0.061	0.0030	0.0030	0.009
	EQM	0.061	0.0030	0.006	0.004	0.0000	0.0000	0.169
LWLLG	Média	5.267	0.0003	-1.348	-1.018	-0.0520	-0.0560	0.437
	Viés	-0.333	0.0000	-0.048	-0.018	-0.0020	-0.0010	-0.313
	Desvio padrão	0.734	0.0701	0.106	0.083	0.0070	0.0060	0.191
	EQM	0.649	0.0049	0.014	0.007	0.0001	0.0000	0.134
LWMOW	Média	7.539	0.0015	-1.346	-1.008	-0.0500	-0.0550	0.507
	Viés	1.939	0.0020	-0.046	-0.008	0.0000	0.0000	-0.243
	Desvio padrão	0.980	0.0561	0.078	0.067	0.0050	0.0030	0.168
	EQM	4.720	0.0032	0.008	0.005	0.0000	0.0000	0.087
Weibull	Média	5.762	0.0005	-1.364	-0.985	-0.0490	-0.0530	0.470
	Viés	0.162	0.0010	-0.064	0.015	0.0010	0.0020	-0.280
	Desvio padrão	0.264	0.0562	0.079	0.065	0.0030	0.0030	0.013
	EQM	0.096	0.0032	0.010	0.004	0.0000	0.0000	0.079

Tabela A.36: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LOBS para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1478.23	1524.82	11.8	10.2	38.5	22.6	14.23
LLW - beta	1538.40	1584.99	0.3	0.3	0.0	0.3	5.92
LOBS	-548301.70	-548249.28	5.9	5.9	0.0	0.0	-
Log-logística	1470.77	1511.54	51.7	58.4	1.6	39.7	5.97
LWLLG	1458.29	1510.70	29.3	24.3	45.1	33.2	10.32
LWMOW	1482.09	1534.51	1.2	1.0	0.5	4.3	8.86
Weibull	1551.29	1592.06	0.0	0.0	0.0	0.0	5.92

Tabela A.37: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.227	-0.0063	-1.276	-0.969	-0.0520	-0.0540	8.510000e-01
	Viés	-0.373	-0.0060	0.024	0.031	-0.0020	0.0010	1.010000e-01
	Desvio padrão	1.047	0.1591	0.177	0.196	0.0120	0.0110	9.900000e-02
	EQM	1.234	0.0253	0.032	0.039	0.0001	0.0001	2.000000e-02
LLW - beta	Média	5.759	-0.0042	-1.214	-0.920	-0.0470	-0.0510	9.310000e-01
	Viés	0.159	-0.0040	0.086	0.080	0.0030	0.0040	1.810000e-01
	Desvio padrão	1.022	0.1532	0.162	0.180	0.0090	0.0090	4.500000e-02
	EQM	1.069	0.0235	0.034	0.039	0.0001	0.0001	3.500000e-02
LOBS	Média	5.795	0.0026	-1.545	-1.090	-0.3090	-0.1140	1.539086e+07
	Viés	0.195	0.0030	-0.245	-0.090	-0.2590	-0.0590	1.539086e+07
	Desvio padrão	1.567	2.1661	2.351	2.035	0.2760	0.1680	2.552483e+08
	EQM	2.488	4.6837	5.578	4.143	0.1431	0.0318	6.527262e+16
Log-logística	Média	5.606	-0.0073	-1.296	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.440000e-01
	Viés	0.006	-0.0070	0.004	-0.001	0.0000	0.0000	-6.000000e-03
	Desvio padrão	0.643	0.1522	0.161	0.181	0.0090	0.0090	3.900000e-02
	EQM	0.413	0.0232	0.026	0.033	0.0001	0.0001	2.000000e-03
LWLLG	Média	5.792	-0.0074	-1.285	-0.983	-0.0500	-0.0550	1.128000e+00
	Viés	0.192	-0.0070	0.015	0.017	0.0000	0.0000	3.780000e-01
	Desvio padrão	0.921	0.1553	0.168	0.187	0.0100	0.0100	3.870000e-01
	EQM	0.884	0.0241	0.028	0.035	0.0001	0.0001	2.930000e-01
LWMOW	Média	7.237	0.0013	-1.268	-0.964	-0.0480	-0.0530	7.970000e-01
	Viés	1.637	0.0010	0.032	0.036	0.0020	0.0020	4.700000e-02
	Desvio padrão	1.198	0.1558	0.168	0.184	0.0100	0.0100	3.430000e-01
	EQM	4.115	0.0243	0.029	0.035	0.0001	0.0001	1.200000e-01
Weibull	Média	5.580	-0.0049	-1.192	-0.895	-0.0460	-0.0510	9.630000e-01
	Viés	-0.020	-0.0050	0.108	0.105	0.0040	0.0040	2.130000e-01
	Desvio padrão	0.675	0.1543	0.164	0.181	0.0090	0.0100	4.600000e-02
	EQM	0.455	0.0238	0.038	0.044	0.0001	0.0001	4.700000e-02

Tabela A.38: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1141.75	1175.46	1.4	0.1	98.1	16.6	66.35
LLW - beta	1145.98	1179.70	0.0	0.0	92.3	0.8	92.25
LOBS	-171311.37	-171273.43	27.9	27.9	19.9	0.0	98.1
Log-logística	1134.89	1164.39	66.6	68.5	100.0	40.1	-
LWLLG	1139.97	1177.90	0.8	0.0	99.9	23.0	27.8
LWMOW	1139.81	1177.74	0.3	0.0	99.6	19.2	45.65
Weibull	1146.77	1176.27	3.0	3.5	88.7	0.2	94.65

Tabela A.39: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.969	0.0083	-1.275	-0.993	-0.0540	-0.0550	8.350000e-01
	Viés	-0.631	0.0080	0.025	0.007	-0.0040	0.0000	8.500000e-02
	Desvio padrão	0.925	0.1054	0.107	0.127	0.0110	0.0080	9.100000e-02
	EQM	1.253	0.0112	0.012	0.016	0.0001	0.0001	1.500000e-02
LLW - beta	Média	5.874	0.0045	-1.242	-0.963	-0.0480	-0.0520	9.760000e-01
	Viés	0.274	0.0050	0.058	0.037	0.0020	0.0030	2.260000e-01
	Desvio padrão	0.496	0.0936	0.092	0.116	0.0050	0.0050	2.700000e-02
	EQM	0.321	0.0088	0.012	0.015	0.0000	0.0000	5.200000e-02
LOBS	Média	5.762	0.0432	-0.602	-1.650	-0.3780	-0.0640	2.720269e+11
	Viés	0.162	0.0430	0.698	-0.650	-0.3280	-0.0090	2.720269e+11
	Desvio padrão	1.528	2.8314	5.113	3.040	0.3830	0.2050	6.179045e+12
	EQM	2.355	8.0033	26.576	9.646	0.2543	0.0419	3.818060e+25
Log-logística	Média	5.606	0.0039	-1.295	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	0.006	0.0040	0.005	-0.001	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.333	0.0889	0.087	0.110	0.0050	0.0050	2.300000e-02
	EQM	0.111	0.0079	0.008	0.012	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LWLLG	Média	5.813	0.0061	-1.278	-0.991	-0.0510	-0.0550	1.007000e+00
	Viés	0.213	0.0060	0.022	0.009	-0.0010	0.0000	2.570000e-01
	Desvio padrão	0.686	0.0970	0.095	0.117	0.0060	0.0060	2.910000e-01
	EQM	0.516	0.0094	0.009	0.014	0.0000	0.0000	1.510000e-01
LWMOW	Média	7.886	0.0177	-1.285	-0.980	-0.0480	-0.0540	7.970000e-01
	Viés	2.286	0.0180	0.015	0.020	0.0020	0.0010	4.700000e-02
	Desvio padrão	1.030	0.0949	0.099	0.121	0.0080	0.0060	2.900000e-01
	EQM	6.283	0.0093	0.010	0.015	0.0001	0.0000	8.600000e-02
Weibull	Média	5.708	0.0047	-1.229	-0.941	-0.0470	-0.0500	1.022000e+00
	Viés	0.108	0.0050	0.071	0.059	0.0030	0.0050	2.720000e-01
	Desvio padrão	0.366	0.0966	0.094	0.121	0.0050	0.0060	2.900000e-02
	EQM	0.146	0.0093	0.014	0.018	0.0000	0.0001	7.500000e-02

Tabela A.40: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	3321.46	3363.97	1.1	0.0	82.8	20.0	49.05
LLW - beta	3348.45	3390.95	0.0	0.0	18.8	0.0	99.95
LOBS	-418827.39	-418779.57	25.8	25.8	0.4	0.0	97.25
Log-logística	3302.39	3339.58	70.5	74.2	100.0	46.1	-
LWLLG	3311.73	3359.55	1.6	0.0	96.5	17.6	24.85
LWMOW	3313.49	3361.30	1.1	0.0	96.5	16.1	41.6
Weibull	3363.07	3400.27	0.0	0.0	6.5	0.0	100

Tabela A.41: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.937	-0.0017	-1.284	-0.995	-0.0540	-0.0560	8.290000e-01
	Viés	-0.663	-0.0020	0.016	0.005	-0.0040	-0.0010	7.900000e-02
	Desvio padrão	0.926	0.0812	0.090	0.100	0.0110	0.0070	8.800000e-02
	EQM	1.297	0.0066	0.008	0.010	0.0001	0.0000	1.400000e-02
LLW - beta	Média	5.862	0.0002	-1.240	-0.953	-0.0470	-0.0520	9.690000e-01
	Viés	0.262	0.0000	0.060	0.047	0.0030	0.0030	2.190000e-01
	Desvio padrão	0.401	0.0693	0.071	0.084	0.0040	0.0040	2.200000e-02
	EQM	0.230	0.0048	0.009	0.009	0.0000	0.0000	4.800000e-02
LOBS	Média	5.711	-0.1173	-0.966	-1.605	-0.4050	-0.1420	5.269026e+05
	Viés	0.111	-0.1170	0.334	-0.605	-0.3550	-0.0870	5.269019e+05
	Desvio padrão	1.774	2.9811	3.884	3.589	0.3280	0.2260	9.514090e+06
	EQM	3.153	8.8788	15.158	13.217	0.2332	0.0585	9.057203e+13
Log-logística	Média	5.594	-0.0004	-1.302	-0.999	-0.0500	-0.0550	7.490000e-01
	Viés	-0.006	0.0000	-0.002	0.001	0.0000	0.0000	-1.000000e-03
	Desvio padrão	0.284	0.0674	0.069	0.081	0.0040	0.0040	1.800000e-02
	EQM	0.081	0.0045	0.005	0.007	0.0000	0.0000	0.000000e+00
LWLLG	Média	5.799	-0.0011	-1.286	-0.989	-0.0510	-0.0550	1.031000e+00
	Viés	0.199	-0.0010	0.014	0.011	-0.0010	0.0000	2.810000e-01
	Desvio padrão	0.648	0.0750	0.079	0.091	0.0060	0.0050	2.870000e-01
	EQM	0.459	0.0056	0.006	0.008	0.0000	0.0000	1.610000e-01
LWMOW	Média	7.820	0.0097	-1.287	-0.982	-0.0480	-0.0540	7.860000e-01
	Viés	2.220	0.0100	0.013	0.018	0.0020	0.0010	3.600000e-02
	Desvio padrão	1.065	0.0744	0.082	0.086	0.0070	0.0050	2.820000e-01
	EQM	6.063	0.0056	0.007	0.008	0.0001	0.0000	8.100000e-02
Weibull	Média	5.649	0.0003	-1.223	-0.929	-0.0460	-0.0500	1.011000e+00
	Viés	0.049	0.0000	0.077	0.071	0.0040	0.0050	2.610000e-01
	Desvio padrão	0.305	0.0709	0.072	0.087	0.0040	0.0040	2.200000e-02
	EQM	0.095	0.0050	0.011	0.013	0.0000	0.0000	6.900000e-02

Tabela A.42: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	5563.02	5609.62	1.3	0.1	75.2	17.4	46.65
LLW - beta	5604.70	5651.29	0.0	0.0	2.7	0.0	99.95
LOBS	-861285.61	-861233.19	20.2	20.2	0.7	0.0	97.26
Log-logística	5534.39	5575.16	76.3	79.7	100.0	53.4	-
LWLLG	5546.76	5599.18	1.4	0.0	90.9	14.4	23.45
LWMOW	5550.73	5603.14	0.8	0.0	93.4	14.8	40.05
Weibull	5627.48	5668.25	0.0	0.0	0.4	0.0	100

Tabela A.43: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.249	-0.0087	-1.293	-0.977	-0.0500	-0.0550	8.080000e-01
	Viés	-0.351	-0.0090	0.007	0.023	0.0000	0.0000	5.800000e-02
	Desvio padrão	1.193	0.2015	0.222	0.217	0.0130	0.0130	8.900000e-02
	EQM	1.546	0.0407	0.049	0.048	0.0002	0.0002	1.100000e-02
LLW - beta	Média	5.755	-0.0090	-1.255	-0.941	-0.0480	-0.0530	8.570000e-01
	Viés	0.155	-0.0090	0.045	0.059	0.0020	0.0020	1.070000e-01
	Desvio padrão	1.174	0.1944	0.212	0.207	0.0110	0.0120	6.100000e-02
	EQM	1.401	0.0378	0.047	0.046	0.0001	0.0001	1.500000e-02
LOBS	Média	5.547	-0.0851	-1.458	-1.096	-0.3270	-0.1180	2.006209e+06
	Viés	-0.053	-0.0850	-0.158	-0.096	-0.2770	-0.0630	2.006208e+06
	Desvio padrão	1.648	2.9517	3.402	2.267	0.3090	0.2070	3.451832e+07
	EQM	2.714	8.6997	11.570	5.136	0.1720	0.0467	1.192762e+15
Log-logística	Média	5.625	-0.0087	-1.303	-1.000	-0.0500	-0.0550	7.430000e-01
	Viés	0.025	-0.0090	-0.003	0.000	0.0000	0.0000	-7.000000e-03
	Desvio padrão	0.872	0.1973	0.211	0.211	0.0110	0.0120	5.700000e-02
	EQM	0.761	0.0390	0.044	0.044	0.0001	0.0001	3.000000e-03
LWLLG	Média	5.798	-0.0095	-1.299	-0.994	-0.0500	-0.0550	1.174000e+00
	Viés	0.198	-0.0090	0.001	0.006	0.0000	0.0000	4.240000e-01
	Desvio padrão	1.156	0.1994	0.216	0.215	0.0120	0.0120	5.400000e-01
	EQM	1.374	0.0398	0.047	0.046	0.0001	0.0002	4.710000e-01
LWMOW	Média	6.733	-0.0021	-1.271	-0.965	-0.0480	-0.0540	8.360000e-01
	Viés	1.133	-0.0020	0.029	0.035	0.0020	0.0010	8.600000e-02
	Desvio padrão	1.273	0.1982	0.211	0.211	0.0110	0.0120	3.300000e-01
	EQM	2.904	0.0393	0.045	0.046	0.0001	0.0001	1.160000e-01
Weibull	Média	5.656	-0.0088	-1.244	-0.928	-0.0470	-0.0520	8.750000e-01
	Viés	0.056	-0.0090	0.056	0.072	0.0030	0.0030	1.250000e-01
	Desvio padrão	0.889	0.1944	0.213	0.208	0.0110	0.0120	6.200000e-02
	EQM	0.793	0.0378	0.048	0.048	0.0001	0.0001	2.000000e-02

Tabela A.44: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	693.40	727.12	1.3	0.0	99.3	19.0	58.1
LLW - beta	694.43	728.15	0.0	0.0	96.5	2.8	76.7
LOBS	-159683.92	-159645.99	21.0	21.0	55.4	0.3	98.26
Log-logística	690.09	719.59	60.6	62.3	100.0	36.8	-
LWLLG	694.01	731.94	0.4	0.0	99.8	23.6	36.55
LWMOW	694.32	732.26	0.0	0.0	99.9	14.2	50.55
Weibull	693.45	722.95	16.7	16.7	94.8	3.3	79.25

Tabela A.45: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.793	-0.0061	-1.307	-0.999	-0.0500	-0.0550	8.040000e-01
	Viés	-0.807	-0.0060	-0.007	0.001	0.0000	0.0000	5.400000e-02
	Desvio padrão	0.942	0.1226	0.136	0.139	0.0110	0.0080	7.600000e-02
	EQM	1.537	0.0151	0.019	0.019	0.0001	0.0001	9.000000e-03
LLW - beta	Média	5.929	-0.0030	-1.310	-0.960	-0.0480	-0.0520	8.960000e-01
	Viés	0.329	-0.0030	-0.010	0.040	0.0020	0.0030	1.460000e-01
	Desvio padrão	0.959	0.1199	0.131	0.134	0.0060	0.0060	3.600000e-02
	EQM	1.028	0.0144	0.017	0.020	0.0000	0.0000	2.300000e-02
LOBS	Média	5.626	-0.3037	-0.996	-1.710	-0.5700	-0.0410	4.293127e+10
	Viés	0.026	-0.3040	0.304	-0.710	-0.5200	0.0140	4.293127e+10
	Desvio padrão	2.075	3.6953	4.508	5.666	0.7240	0.5070	4.615653e+11
	EQM	4.282	13.6705	20.303	32.425	0.7906	0.2554	2.136820e+23
Log-logística	Média	5.594	-0.0042	-1.301	-0.996	-0.0500	-0.0550	7.470000e-01
	Viés	-0.006	-0.0040	-0.001	0.004	0.0000	0.0000	-3.000000e-03
	Desvio padrão	0.465	0.1188	0.122	0.131	0.0060	0.0060	3.200000e-02
	EQM	0.216	0.0141	0.015	0.017	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LWLLG	Média	5.725	-0.0041	-1.310	-0.996	-0.0510	-0.0550	1.135000e+00
	Viés	0.125	-0.0040	-0.010	0.004	-0.0010	0.0000	3.850000e-01
	Desvio padrão	0.718	0.1221	0.126	0.136	0.0070	0.0070	3.380000e-01
	EQM	0.531	0.0149	0.016	0.018	0.0001	0.0000	2.620000e-01
LWMOW	Média	7.402	0.0045	-1.300	-0.983	-0.0490	-0.0540	7.870000e-01
	Viés	1.802	0.0050	0.000	0.017	0.0010	0.0010	3.700000e-02
	Desvio padrão	1.007	0.1218	0.127	0.135	0.0080	0.0070	2.960000e-01
	EQM	4.261	0.0148	0.016	0.018	0.0001	0.0000	8.900000e-02
Weibull	Média	5.699	-0.0023	-1.313	-0.943	-0.0470	-0.0510	9.220000e-01
	Viés	0.099	-0.0020	-0.013	0.057	0.0030	0.0040	1.720000e-01
	Desvio padrão	0.485	0.1215	0.133	0.137	0.0070	0.0060	3.700000e-02
	EQM	0.244	0.0147	0.018	0.022	0.0001	0.0001	3.100000e-02

Tabela A.46: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1960.43	2002.93	2.5	0.0	96.7	23.4	54.95
LLW - beta	1968.95	2011.46	0.0	0.0	77.5	0.1	96.5
LOBS	-558608.19	-558560.37	8.7	8.7	12.1	0.0	99.19
Log-logística	1953.09	1990.29	85.3	89.4	100.0	37.1	-
LWLLG	1956.62	2004.44	2.0	0.0	99.7	23.6	19.5
LWMOW	1958.62	2006.43	0.4	0.0	99.0	15.7	41.15
Weibull	1972.07	2009.26	1.1	2.0	64.4	0.0	97.85

Tabela A.47: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.822	-0.0035	-1.299	-0.990	-0.0500	-0.0550	8.050000e-01
	Viés	-0.778	-0.0040	0.001	0.010	0.0000	0.0000	5.500000e-02
	Desvio padrão	0.925	0.0941	0.103	0.105	0.0090	0.0060	7.000000e-02
	EQM	1.460	0.0089	0.011	0.011	0.0001	0.0000	8.000000e-03
LLW - beta	Média	5.950	-0.0027	-1.292	-0.956	-0.0480	-0.0520	8.890000e-01
	Viés	0.350	-0.0030	0.008	0.044	0.0020	0.0030	1.390000e-01
	Desvio padrão	0.963	0.0886	0.097	0.099	0.0050	0.0050	2.800000e-02
	EQM	1.049	0.0078	0.009	0.012	0.0000	0.0000	2.000000e-02
LOBS	Média	5.503	-0.2121	-2.424	-0.570	-0.4980	-0.1210	7.797998e+10
	Viés	-0.097	-0.2120	-1.124	0.430	-0.4480	-0.0660	7.797998e+10
	Desvio padrão	1.797	7.0019	7.565	4.378	0.5590	0.2480	5.786474e+11
	EQM	3.205	48.5762	57.922	19.162	0.5100	0.0654	3.375315e+23
Log-logística	Média	5.610	-0.0026	-1.299	-0.997	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	0.010	-0.0030	0.001	0.003	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.384	0.0888	0.092	0.097	0.0050	0.0050	2.500000e-02
	EQM	0.148	0.0079	0.009	0.009	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LWLLG	Média	5.692	-0.0014	-1.309	-0.995	-0.0510	-0.0550	1.161000e+00
	Viés	0.092	-0.0010	-0.009	0.005	-0.0010	0.0000	4.110000e-01
	Desvio padrão	0.598	0.0909	0.096	0.102	0.0060	0.0050	3.010000e-01
	EQM	0.365	0.0083	0.009	0.010	0.0000	0.0000	2.600000e-01
LWMOW	Média	7.433	0.0008	-1.293	-0.982	-0.0490	-0.0540	7.880000e-01
	Viés	1.833	0.0010	0.007	0.018	0.0010	0.0010	3.800000e-02
	Desvio padrão	0.964	0.0921	0.097	0.102	0.0070	0.0060	2.840000e-01
	EQM	4.287	0.0085	0.010	0.011	0.0000	0.0000	8.200000e-02
Weibull	Média	5.671	-0.0025	-1.290	-0.939	-0.0470	-0.0510	9.130000e-01
	Viés	0.071	-0.0020	0.010	0.061	0.0030	0.0040	1.630000e-01
	Desvio padrão	0.399	0.0888	0.098	0.100	0.0050	0.0050	2.800000e-02
	EQM	0.164	0.0079	0.010	0.014	0.0000	0.0000	2.700000e-02

Tabela A.48: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	3313.04	3359.63	2.9	0.0	92.3	23.5	58.55
LLW - beta	3326.94	3373.53	0.0	0.0	61.8	0.1	98.25
LOBS	-871361.18	-871308.76	4.9	4.9	3.1	0.0	99.11
Log-logística	3304.17	3344.94	89.0	94.4	100.0	42.0	-
LWLLG	3310.45	3362.87	2.3	0.0	99.5	18.7	15.45
LWMOW	3310.89	3363.30	0.8	0.0	97.8	15.7	39.45
Weibull	3332.65	3373.41	0.0	0.7	43.4	0.0	99.2

Tabela A.49: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.375	-0.0007	-1.298	-0.978	-0.0500	-0.0550	8.010000e-01
	Viés	-0.225	-0.0010	0.002	0.022	0.0000	0.0000	5.100000e-02
	Desvio padrão	1.234	0.2164	0.244	0.233	0.0130	0.0140	9.000000e-02
	EQM	1.572	0.0468	0.060	0.055	0.0002	0.0002	1.100000e-02
LLW - beta	Média	5.710	-0.0001	-1.264	-0.944	-0.0480	-0.0530	8.370000e-01
	Viés	0.110	0.0000	0.036	0.056	0.0020	0.0020	8.700000e-02
	Desvio padrão	1.204	0.2104	0.234	0.222	0.0120	0.0130	6.800000e-02
	EQM	1.461	0.0443	0.056	0.052	0.0001	0.0002	1.200000e-02
LOBS	Média	5.397	0.1227	-1.445	-1.132	-0.3370	-0.1250	3.613861e+04
	Viés	-0.203	0.1230	-0.145	-0.132	-0.2870	-0.0700	3.613786e+04
	Desvio padrão	1.592	3.5435	3.204	2.446	0.3230	0.2450	6.517848e+05
	EQM	2.568	12.5396	10.263	5.986	0.1865	0.0647	4.250620e+11
Log-logística	Média	5.617	-0.0001	-1.305	-0.995	-0.0500	-0.0550	7.410000e-01
	Viés	0.017	0.0000	-0.005	0.005	0.0000	0.0000	-9.000000e-03
	Desvio padrão	0.958	0.2145	0.232	0.227	0.0120	0.0130	6.400000e-02
	EQM	0.917	0.0460	0.054	0.051	0.0001	0.0002	4.000000e-03
LWLLG	Média	5.881	0.0040	-1.302	-0.984	-0.0500	-0.0550	1.192000e+00
	Viés	0.281	0.0040	-0.002	0.016	0.0000	0.0000	4.420000e-01
	Desvio padrão	1.225	0.2155	0.240	0.231	0.0120	0.0140	5.660000e-01
	EQM	1.578	0.0464	0.058	0.054	0.0002	0.0002	5.150000e-01
LWMOW	Média	6.596	0.0050	-1.278	-0.960	-0.0480	-0.0540	8.400000e-01
	Viés	0.996	0.0050	0.022	0.040	0.0020	0.0010	9.000000e-02
	Desvio padrão	1.325	0.2111	0.238	0.221	0.0120	0.0130	3.240000e-01
	EQM	2.747	0.0446	0.057	0.050	0.0001	0.0002	1.130000e-01
Weibull	Média	5.652	-0.0006	-1.255	-0.933	-0.0480	-0.0520	8.520000e-01
	Viés	0.052	-0.0010	0.045	0.067	0.0020	0.0030	1.020000e-01
	Desvio padrão	0.970	0.2106	0.234	0.222	0.0120	0.0130	6.900000e-02
	EQM	0.943	0.0443	0.057	0.054	0.0001	0.0002	1.500000e-02

Tabela A.50: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	590.39	624.10	1.1	0.0	99.4	18.8	54.8
LLW - beta	590.93	624.65	0.0	0.0	97.3	3.9	69.15
LOBS	-157535.37	-157497.44	19.4	19.4	61.8	1.0	98.23
Log-logística	587.30	616.80	56.8	58.1	100.0	37.5	-
LWLLG	590.60	628.53	0.1	0.0	99.9	19.4	40.6
LWMOW	592.86	630.79	0.1	0.0	99.9	14.5	49.25
Weibull	589.35	618.85	22.5	22.5	96.3	5.0	71.9



Tabela A.51: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.881	-0.0100	-1.314	-0.995	-0.0510	-0.0550	8.000000e-01
	Viés	-0.719	-0.0100	-0.014	0.005	-0.0010	0.0000	5.000000e-02
	Desvio padrão	0.957	0.1315	0.143	0.152	0.0100	0.0080	7.200000e-02
	EQM	1.433	0.0174	0.021	0.023	0.0001	0.0001	8.000000e-03
LLW - beta	Média	5.831	-0.0068	-1.324	-0.960	-0.0480	-0.0520	8.770000e-01
	Viés	0.231	-0.0070	-0.024	0.040	0.0020	0.0030	1.270000e-01
	Desvio padrão	1.016	0.1281	0.142	0.144	0.0070	0.0070	3.900000e-02
	EQM	1.085	0.0164	0.021	0.022	0.0001	0.0001	1.800000e-02
LOBS	Média	5.447	0.2740	-1.703	-1.097	-0.5380	-0.0690	5.533270e+11
	Viés	-0.153	0.2740	-0.403	-0.097	-0.4880	-0.0140	5.533270e+11
	Desvio padrão	2.218	4.3762	5.568	4.629	0.5540	0.2990	6.051316e+12
	EQM	4.903	19.0665	30.911	21.258	0.5419	0.0891	3.661944e+25
Log-logística	Média	5.623	-0.0070	-1.304	-0.996	-0.0500	-0.0550	7.470000e-01
	Viés	0.023	-0.0070	-0.004	0.004	0.0000	0.0000	-3.000000e-03
	Desvio padrão	0.526	0.1263	0.135	0.143	0.0070	0.0070	3.600000e-02
	EQM	0.277	0.0160	0.018	0.020	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LWLLG	Média	5.784	-0.0071	-1.316	-0.991	-0.0510	-0.0550	1.218000e+00
	Viés	0.184	-0.0070	-0.016	0.009	-0.0010	0.0000	4.680000e-01
	Desvio padrão	0.764	0.1281	0.138	0.145	0.0070	0.0070	3.730000e-01
	EQM	0.618	0.0165	0.019	0.021	0.0001	0.0000	3.580000e-01
LWMOW	Média	7.224	-0.0005	-1.303	-0.981	-0.0480	-0.0540	8.540000e-01
	Viés	1.624	-0.0010	-0.003	0.019	0.0020	0.0010	1.040000e-01
	Desvio padrão	1.041	0.1301	0.141	0.147	0.0080	0.0070	3.190000e-01
	EQM	3.723	0.0169	0.020	0.022	0.0001	0.0001	1.120000e-01
Weibull	Média	5.717	-0.0069	-1.329	-0.945	-0.0480	-0.0510	8.980000e-01
	Viés	0.117	-0.0070	-0.029	0.055	0.0020	0.0040	1.480000e-01
	Desvio padrão	0.549	0.1295	0.145	0.146	0.0070	0.0070	4.000000e-02
	EQM	0.315	0.0168	0.022	0.024	0.0001	0.0001	2.400000e-02

Tabela A.52: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1661.78	1704.29	2.7	0.0	98.0	24.4	56.85
LLW - beta	1668.12	1710.63	0.0	0.0	84.6	0.8	92.7
LOBS	-562403.17	-562355.35	5.7	5.7	16.8	0.0	99.42
Log-logística	1656.71	1693.90	87.0	89.7	100.0	40.1	-
LWLLG	1661.18	1709.00	0.9	0.0	99.7	20.6	29.1
LWMOW	1662.73	1710.55	0.1	0.0	98.6	13.8	48.2
Weibull	1669.53	1706.72	3.6	4.7	76.8	0.2	94.95

Tabela A.53: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.872	-0.0048	-1.307	-0.993	-0.0510	-0.0550	8.000000e-01
	Viés	-0.728	-0.0050	-0.007	0.007	-0.0010	0.0000	5.000000e-02
	Desvio padrão	0.920	0.1012	0.119	0.116	0.0090	0.0070	6.400000e-02
	EQM	1.376	0.0103	0.014	0.013	0.0001	0.0000	7.000000e-03
LLW - beta	Média	5.721	-0.0019	-1.303	-0.956	-0.0480	-0.0520	8.690000e-01
	Viés	0.121	-0.0020	-0.003	0.044	0.0020	0.0030	1.190000e-01
	Desvio padrão	0.909	0.0951	0.115	0.109	0.0060	0.0050	3.100000e-02
	EQM	0.840	0.0090	0.013	0.014	0.0000	0.0000	1.500000e-02
LOBS	Média	5.315	-0.3523	-2.018	0.160	-0.5980	-0.0960	1.992756e+21
	Viés	-0.285	-0.3520	-0.718	1.160	-0.5480	-0.0410	1.992756e+21
	Desvio padrão	1.757	4.0280	4.497	10.780	0.8580	0.4140	1.667259e+22
	EQM	3.124	16.1171	20.449	115.887	1.0266	0.1708	2.779754e+44
Log-logística	Média	5.608	-0.0034	-1.301	-0.998	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	0.008	-0.0030	-0.001	0.002	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.424	0.0960	0.109	0.109	0.0050	0.0050	2.800000e-02
	EQM	0.180	0.0092	0.012	0.012	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LWLLG	Média	5.754	-0.0030	-1.309	-0.992	-0.0500	-0.0540	1.221000e+00
	Viés	0.154	-0.0030	-0.009	0.008	0.0000	0.0010	4.710000e-01
	Desvio padrão	0.624	0.0980	0.114	0.111	0.0060	0.0060	3.170000e-01
	EQM	0.413	0.0096	0.013	0.012	0.0000	0.0000	3.220000e-01
LWMOW	Média	7.208	0.0027	-1.297	-0.982	-0.0480	-0.0540	7.970000e-01
	Viés	1.608	0.0030	0.003	0.018	0.0020	0.0010	4.700000e-02
	Desvio padrão	1.028	0.0985	0.112	0.112	0.0070	0.0060	3.010000e-01
	EQM	3.641	0.0097	0.013	0.013	0.0000	0.0000	9.300000e-02
Weibull	Média	5.654	-0.0017	-1.304	-0.941	-0.0470	-0.0510	8.880000e-01
	Viés	0.054	-0.0020	-0.004	0.059	0.0030	0.0040	1.380000e-01
	Desvio padrão	0.435	0.0954	0.116	0.110	0.0050	0.0060	3.100000e-02
	EQM	0.192	0.0091	0.014	0.016	0.0000	0.0000	2.000000e-02

Tabela A.54: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo log-logística para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2798.19	2844.78	3.0	0.0	95.1	22.0	61.4
LLW - beta	2806.41	2853.01	0.0	0.0	74.1	0.0	96.15
LOBS	-865867.22	-865814.80	3.5	3.5	0.0	0.0	99.64
Log-logística	2790.85	2831.62	90.7	94.7	100.0	45.8	-
LWLLG	2797.20	2849.62	1.6	0.0	98.9	16.9	25.7
LWMOW	2796.10	2848.51	0.3	0.0	97.9	15.3	44.45
Weibull	2809.71	2850.48	0.8	1.8	60.2	0.0	98.1

Tabela A.55: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.099	-0.0031	-1.298	-1.001	-0.0500	-0.0550	5.460000e-01
	Viés	-0.501	-0.0030	0.002	-0.001	0.0000	0.0000	-2.040000e-01
	Desvio padrão	0.617	0.0994	0.102	0.106	0.0060	0.0060	4.200000e-02
	EQM	0.632	0.0099	0.010	0.011	0.0000	0.0000	4.300000e-02
LLW - beta	Média	5.323	-0.0008	-1.284	-0.993	-0.0500	-0.0550	5.790000e-01
	Viés	-0.277	-0.0010	0.016	0.007	0.0000	0.0000	-1.710000e-01
	Desvio padrão	0.430	0.0981	0.100	0.105	0.0050	0.0060	2.800000e-02
	EQM	0.262	0.0096	0.010	0.011	0.0000	0.0000	3.000000e-02
LOBS	Média	5.459	-0.0044	-1.472	-1.260	-0.2380	-0.0950	2.109342e+05
	Viés	-0.141	-0.0040	-0.172	-0.260	-0.1880	-0.0400	2.109335e+05
	Desvio padrão	1.223	1.1059	1.400	1.854	0.2020	0.1920	4.438215e+06
	EQM	1.512	1.2207	1.986	3.497	0.0758	0.0382	1.970480e+13
Log-logística	Média	5.119	-0.0024	-1.302	-1.008	-0.0500	-0.0550	4.490000e-01
	Viés	-0.481	-0.0020	-0.002	-0.008	0.0000	0.0000	-3.010000e-01
	Desvio padrão	0.420	0.0999	0.102	0.108	0.0050	0.0060	2.300000e-02
	EQM	0.408	0.0100	0.010	0.012	0.0000	0.0000	9.100000e-02
LWLLG	Média	5.627	-0.0010	-1.300	-1.005	-0.0500	-0.0550	7.430000e-01
	Viés	0.027	-0.0010	0.000	-0.005	0.0000	0.0000	-7.000000e-03
	Desvio padrão	0.668	0.0992	0.101	0.104	0.0050	0.0060	3.510000e-01
	EQM	0.447	0.0098	0.010	0.011	0.0000	0.0000	1.230000e-01
LWMOW	Média	6.030	-0.0001	-1.293	-0.999	-0.0500	-0.0550	6.550000e-01
	Viés	0.430	0.0000	0.007	0.001	0.0000	0.0000	-9.500000e-02
	Desvio padrão	0.739	0.0989	0.102	0.107	0.0060	0.0060	1.680000e-01
	EQM	0.731	0.0098	0.010	0.011	0.0000	0.0000	3.700000e-02
Weibull	Média	5.299	-0.0002	-1.275	-0.985	-0.0490	-0.0540	6.050000e-01
	Viés	-0.301	0.0000	0.025	0.015	0.0010	0.0010	-1.450000e-01
	Desvio padrão	0.423	0.0998	0.102	0.107	0.0050	0.0060	2.900000e-02
	EQM	0.270	0.0100	0.011	0.012	0.0000	0.0000	2.200000e-02

Tabela A.56: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	802.44	836.16	21.1	1.6	100.0	21.1	49.67
LLW - beta	804.43	838.14	0.7	0.0	99.2	6.6	73.55
LOBS	-149632.25	-149594.32	25.6	25.6	17.4	0.0	92.61
Log-logística	806.26	835.76	17.2	31.6	95.9	6.7	72.3
LWLLG	803.37	841.30	7.2	0.0	100.0	32.4	-
LWMOW	803.27	841.20	3.9	0.0	100.0	27.6	36.84
Weibull	804.97	834.47	24.4	41.2	98.1	5.8	75.75

Tabela A.57: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.986	-0.0024	-1.296	-1.001	-0.0500	-0.0550	5.480000e-01
	Viés	-0.614	-0.0020	0.004	-0.001	0.0000	0.0000	-2.020000e-01
	Desvio padrão	0.387	0.0561	0.057	0.063	0.0040	0.0030	2.900000e-02
	EQM	0.527	0.0032	0.003	0.004	0.0000	0.0000	4.200000e-02
LLW - beta	Média	5.381	-0.0002	-1.292	-0.997	-0.0500	-0.0550	5.880000e-01
	Viés	-0.219	0.0000	0.008	0.003	0.0000	0.0000	-1.620000e-01
	Desvio padrão	0.237	0.0549	0.055	0.062	0.0030	0.0030	1.600000e-02
	EQM	0.104	0.0030	0.003	0.004	0.0000	0.0000	2.700000e-02
LOBS	Média	5.730	0.0584	-1.068	-1.378	-0.2350	-0.0740	4.782991e+10
	Viés	0.130	0.0580	0.232	-0.378	-0.1850	-0.0190	4.782991e+10
	Desvio padrão	1.113	1.3670	1.635	1.673	0.2600	0.1500	1.078840e+12
	EQM	1.253	1.8691	2.722	2.938	0.1018	0.0228	1.164215e+24
Log-logística	Média	5.079	-0.0002	-1.300	-0.996	-0.0500	-0.0550	4.470000e-01
	Viés	-0.521	0.0000	0.000	0.004	0.0000	0.0000	-3.030000e-01
	Desvio padrão	0.217	0.0566	0.055	0.063	0.0030	0.0030	1.300000e-02
	EQM	0.318	0.0032	0.003	0.004	0.0000	0.0000	9.200000e-02
LWLLG	Média	5.575	0.0004	-1.300	-0.999	-0.0500	-0.0550	7.450000e-01
	Viés	-0.025	0.0000	0.000	0.001	0.0000	0.0000	-5.000000e-03
	Desvio padrão	0.412	0.0547	0.055	0.061	0.0030	0.0030	2.170000e-01
	EQM	0.170	0.0030	0.003	0.004	0.0000	0.0000	4.700000e-02
LWMOW	Média	6.183	0.0010	-1.298	-0.998	-0.0500	-0.0550	6.760000e-01
	Viés	0.583	0.0010	0.002	0.002	0.0000	0.0000	-7.400000e-02
	Desvio padrão	0.508	0.0546	0.055	0.063	0.0040	0.0030	1.410000e-01
	EQM	0.598	0.0030	0.003	0.004	0.0000	0.0000	2.500000e-02
Weibull	Média	5.354	0.0002	-1.286	-0.995	-0.0500	-0.0540	6.200000e-01
	Viés	-0.246	0.0000	0.014	0.005	0.0000	0.0010	-1.300000e-01
	Desvio padrão	0.219	0.0569	0.056	0.065	0.0030	0.0030	1.800000e-02
	EQM	0.109	0.0032	0.003	0.004	0.0000	0.0000	1.700000e-02

Tabela A.58: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2283.92	2326.42	30.9	51.0	99.5	25.1	37.56
LLW - beta	2290.09	2332.60	0.7	1.8	92.0	2.5	88.05
LOBS	-Inf	-Inf	21.0	21.0	0.9	0.0	93.08
Log-logística	2301.89	2339.08	0.3	5.4	50.7	0.2	84.6
LWLLG	2281.91	2329.73	30.2	8.6	100.0	42.8	-
LWMOW	2285.36	2333.18	16.4	3.6	99.8	29.0	29.2
Weibull	2299.41	2336.60	0.4	8.5	71.0	0.2	90.65

Tabela A.59: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	4.976	-0.0020	-1.295	-1.002	-0.0500	-0.055	5.490000e-01
	Viés	-0.624	-0.0020	0.005	-0.002	0.0000	0.000	-2.010000e-01
	Desvio padrão	0.360	0.0451	0.044	0.049	0.0030	0.003	2.700000e-02
	EQM	0.519	0.0020	0.002	0.002	0.0000	0.000	4.100000e-02
LLW - beta	Média	5.371	0.0005	-1.289	-0.998	-0.0500	-0.055	5.880000e-01
	Viés	-0.229	0.0000	0.011	0.002	0.0000	0.000	-1.620000e-01
	Desvio padrão	0.202	0.0434	0.042	0.048	0.0020	0.002	1.300000e-02
	EQM	0.093	0.0019	0.002	0.002	0.0000	0.000	2.600000e-02
LOBS	Média	5.414	0.0697	-1.200	-1.355	-0.2510	-0.107	2.950602e+06
	Viés	-0.186	0.0700	0.100	-0.355	-0.2010	-0.052	2.950601e+06
	Desvio padrão	1.306	1.6544	2.093	2.480	0.2280	0.124	4.869698e+07
	EQM	1.736	2.7361	4.380	6.266	0.0921	0.018	2.375120e+15
Log-logística	Média	5.075	0.0001	-1.301	-0.999	-0.0500	-0.055	4.490000e-01
	Viés	-0.525	0.0000	-0.001	0.001	0.0000	0.000	-3.010000e-01
	Desvio padrão	0.179	0.0435	0.041	0.050	0.0020	0.002	1.100000e-02
	EQM	0.308	0.0019	0.002	0.002	0.0000	0.000	9.100000e-02
LWLLG	Média	5.562	0.0010	-1.299	-1.001	-0.0500	-0.055	7.440000e-01
	Viés	-0.038	0.0010	0.001	-0.001	0.0000	0.000	-6.000000e-03
	Desvio padrão	0.340	0.0428	0.041	0.048	0.0020	0.002	1.840000e-01
	EQM	0.117	0.0018	0.002	0.002	0.0000	0.000	3.400000e-02
LWMOW	Média	6.276	0.0014	-1.299	-1.000	-0.0500	-0.055	6.960000e-01
	Viés	0.676	0.0010	0.001	0.000	0.0000	0.000	-5.400000e-02
	Desvio padrão	0.511	0.0430	0.043	0.049	0.0030	0.003	1.390000e-01
	EQM	0.718	0.0019	0.002	0.002	0.0000	0.000	2.200000e-02
Weibull	Média	5.338	0.0007	-1.283	-0.994	-0.0500	-0.054	6.200000e-01
	Viés	-0.262	0.0010	0.017	0.006	0.0000	0.001	-1.300000e-01
	Desvio padrão	0.185	0.0450	0.043	0.050	0.0020	0.003	1.400000e-02
	EQM	0.103	0.0020	0.002	0.003	0.0000	0.000	1.700000e-02

Tabela A.60: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	3843.73	3890.32	21.2	49.0	97.5	23.2	33.13
LLW - beta	3853.69	3900.28	0.4	1.6	79.8	0.4	92.7
LOBS	-588685.54	-588633.12	23.2	23.2	0.0	0.0	96.1
Log-logística	3873.36	3914.12	0.1	0.5	16.9	0.1	90.55
LWLLG	3839.44	3891.86	40.1	18.5	100.0	47.9	-
LWMOW	3844.00	3896.42	14.9	6.0	99.8	28.3	20.99
Weibull	3870.15	3910.92	0.0	1.2	40.6	0.0	94.1

Tabela A.61: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.196	-0.0059	-1.310	-0.996	-0.0510	-0.0550	5.320000e-01
	Viés	-0.404	-0.0060	-0.010	0.004	-0.0010	0.0000	-2.180000e-01
	Desvio padrão	0.812	0.1296	0.158	0.135	0.0080	0.0080	4.700000e-02
	EQM	0.823	0.0168	0.025	0.018	0.0001	0.0001	5.000000e-02
LLW - beta	Média	5.300	-0.0032	-1.294	-0.981	-0.0500	-0.0540	5.550000e-01
	Viés	-0.300	-0.0030	0.006	0.019	0.0000	0.0010	-1.950000e-01
	Desvio padrão	0.634	0.1281	0.152	0.131	0.0070	0.0080	3.800000e-02
	EQM	0.493	0.0164	0.023	0.018	0.0001	0.0001	3.900000e-02
LOBS	Média	5.402	0.0567	-1.473	-1.401	-0.2700	-0.0760	2.325728e+06
	Viés	-0.198	0.0570	-0.173	-0.401	-0.2200	-0.0210	2.325727e+06
	Desvio padrão	1.389	1.6317	1.293	2.218	0.2570	0.1670	3.866838e+07
	EQM	1.963	2.6571	1.695	5.064	0.1144	0.0284	1.495876e+15
Log-logística	Média	5.139	-0.0052	-1.304	-1.002	-0.0500	-0.0550	4.640000e-01
	Viés	-0.461	-0.0050	-0.004	-0.002	0.0000	0.0000	-2.860000e-01
	Desvio padrão	0.610	0.1316	0.152	0.135	0.0070	0.0080	3.400000e-02
	EQM	0.585	0.0173	0.023	0.018	0.0001	0.0001	8.300000e-02
LWLLG	Média	5.587	-0.0033	-1.304	-0.997	-0.0500	-0.0550	7.410000e-01
	Viés	-0.013	-0.0030	-0.004	0.003	0.0000	0.0000	-9.000000e-03
	Desvio padrão	0.892	0.1291	0.155	0.133	0.0080	0.0080	3.920000e-01
	EQM	0.796	0.0167	0.024	0.018	0.0001	0.0001	1.540000e-01
LWMOW	Média	5.767	-0.0021	-1.295	-0.991	-0.0500	-0.0550	5.840000e-01
	Viés	0.167	-0.0020	0.005	0.009	0.0000	0.0000	-1.660000e-01
	Desvio padrão	0.850	0.1307	0.154	0.134	0.0080	0.0080	1.870000e-01
	EQM	0.750	0.0171	0.024	0.018	0.0001	0.0001	6.200000e-02
Weibull	Média	5.289	-0.0020	-1.289	-0.973	-0.0490	-0.0540	5.710000e-01
	Viés	-0.311	-0.0020	0.011	0.027	0.0010	0.0010	-1.790000e-01
	Desvio padrão	0.617	0.1287	0.153	0.132	0.0070	0.0080	3.900000e-02
	EQM	0.477	0.0166	0.024	0.018	0.0001	0.0001	3.400000e-02

Tabela A.62: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	514.05	547.77	1.2	0.0	100.0	17.0	57.02
LLW - beta	514.93	548.65	0.0	0.0	99.2	6.2	70.37
LOBS	-139448.52	-139410.59	15.0	15.0	57.3	0.3	95.57
Log-logística	513.89	543.39	39.6	40.2	99.7	21.9	68.1
LWLLG	515.36	553.29	0.1	0.0	99.9	24.8	-
LWMOW	515.70	553.64	0.0	0.0	100.0	21.4	40.87
Weibull	513.71	543.21	44.0	44.8	98.9	8.3	67.75

Tabela A.63: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.032	0.0006	-1.304	-1.003	-0.0500	-0.0550	5.410000e-01
	Viés	-0.568	0.0010	-0.004	-0.003	0.0000	0.0000	-2.090000e-01
	Desvio padrão	0.516	0.0779	0.097	0.091	0.0050	0.0040	3.300000e-02
	EQM	0.589	0.0061	0.009	0.008	0.0000	0.0000	4.500000e-02
LLW - beta	Média	5.350	0.0010	-1.309	-0.997	-0.0500	-0.0550	5.710000e-01
	Viés	-0.250	0.0010	-0.009	0.003	0.0000	0.0000	-1.790000e-01
	Desvio padrão	0.346	0.0763	0.095	0.089	0.0040	0.0040	2.200000e-02
	EQM	0.182	0.0058	0.009	0.008	0.0000	0.0000	3.200000e-02
LOBS	Média	5.515	-0.0901	-1.225	-1.512	-0.3020	-0.0340	2.580448e+06
	Viés	-0.085	-0.0900	0.075	-0.512	-0.2520	0.0210	2.580448e+06
	Desvio padrão	1.383	1.6401	1.991	2.599	0.3820	0.4800	3.739790e+07
	EQM	1.911	2.6852	3.951	6.988	0.2086	0.2296	1.398664e+15
Log-logística	Média	5.085	0.0006	-1.281	-0.996	-0.0500	-0.0550	4.600000e-01
	Viés	-0.515	0.0010	0.019	0.004	0.0000	0.0000	-2.900000e-01
	Desvio padrão	0.325	0.0792	0.091	0.090	0.0040	0.0040	1.900000e-02
	EQM	0.371	0.0063	0.009	0.008	0.0000	0.0000	8.400000e-02
LWLLG	Média	5.553	0.0007	-1.300	-1.003	-0.0500	-0.0550	7.420000e-01
	Viés	-0.047	0.0010	0.000	-0.003	0.0000	0.0000	-8.000000e-03
	Desvio padrão	0.539	0.0767	0.093	0.089	0.0040	0.0040	3.080000e-01
	EQM	0.292	0.0059	0.009	0.008	0.0000	0.0000	9.500000e-02
LWMOW	Média	5.883	0.0024	-1.297	-0.997	-0.0490	-0.0550	5.850000e-01
	Viés	0.283	0.0020	0.003	0.003	0.0010	0.0000	-1.650000e-01
	Desvio padrão	0.525	0.0772	0.094	0.090	0.0050	0.0040	1.440000e-01
	EQM	0.355	0.0060	0.009	0.008	0.0000	0.0000	4.800000e-02
Weibull	Média	5.331	0.0011	-1.314	-0.992	-0.0490	-0.0540	5.930000e-01
	Viés	-0.269	0.0010	-0.014	0.008	0.0010	0.0010	-1.570000e-01
	Desvio padrão	0.336	0.0773	0.097	0.091	0.0040	0.0040	2.300000e-02
	EQM	0.185	0.0060	0.010	0.008	0.0000	0.0000	2.500000e-02

Tabela A.64: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1382.03	1424.53	33.6	4.4	99.8	20.7	53.22
LLW - beta	1385.59	1428.10	1.0	0.0	97.1	4.7	82.14
LOBS	-329931.98	-329884.16	10.1	10.1	1.5	0.0	97.39
Log-logística	1387.24	1424.43	12.3	42.7	92.6	3.2	79.9
LWLLG	1382.38	1430.20	18.0	0.0	100.0	36.4	-
LWMOW	1383.36	1431.18	13.2	0.0	100.0	32.9	35.37
Weibull	1387.84	1425.04	11.8	42.8	93.0	2.1	86.19

Tabela A.65: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.020	-0.0019	-1.307	-1.003	-0.0500	-0.0550	5.430000e-01
	Viés	-0.580	-0.0020	-0.007	-0.003	0.0000	0.0000	-2.070000e-01
	Desvio padrão	0.458	0.0574	0.074	0.066	0.0040	0.0030	2.800000e-02
	EQM	0.546	0.0033	0.005	0.004	0.0000	0.0000	4.400000e-02
LLW - beta	Média	5.330	-0.0010	-1.308	-0.995	-0.0500	-0.0540	5.710000e-01
	Viés	-0.270	-0.0010	-0.008	0.005	0.0000	0.0010	-1.790000e-01
	Desvio padrão	0.279	0.0559	0.071	0.064	0.0030	0.0030	1.700000e-02
	EQM	0.151	0.0031	0.005	0.004	0.0000	0.0000	3.200000e-02
LOBS	Média	5.394	0.2306	-1.339	-1.828	-0.3770	-0.1540	3.741729e+13
	Viés	-0.206	0.2310	-0.039	-0.828	-0.3270	-0.0990	3.741729e+13
	Desvio padrão	1.821	2.3597	5.190	3.872	0.4690	0.3390	4.311039e+14
	EQM	3.332	5.5795	26.738	15.562	0.3254	0.1237	1.858533e+29
Log-logística	Média	5.088	-0.0012	-1.287	-0.995	-0.0500	-0.0550	4.640000e-01
	Viés	-0.512	-0.0010	0.013	0.005	0.0000	0.0000	-2.860000e-01
	Desvio padrão	0.266	0.0567	0.068	0.065	0.0030	0.0030	1.500000e-02
	EQM	0.333	0.0032	0.005	0.004	0.0000	0.0000	8.200000e-02
LWLLG	Média	5.557	-0.0005	-1.301	-0.999	-0.0500	-0.0550	7.330000e-01
	Viés	-0.043	0.0000	-0.001	0.001	0.0000	0.0000	-1.700000e-02
	Desvio padrão	0.457	0.0557	0.070	0.064	0.0030	0.0030	2.750000e-01
	EQM	0.211	0.0031	0.005	0.004	0.0000	0.0000	7.600000e-02
LWMOW	Média	5.835	0.0009	-1.298	-0.994	-0.0490	-0.0550	5.740000e-01
	Viés	0.235	0.0010	0.002	0.006	0.0010	0.0000	-1.760000e-01
	Desvio padrão	0.451	0.0566	0.071	0.065	0.0040	0.0030	1.330000e-01
	EQM	0.259	0.0032	0.005	0.004	0.0000	0.0000	4.800000e-02
Weibull	Média	5.307	-0.0008	-1.311	-0.988	-0.0490	-0.0540	5.920000e-01
	Viés	-0.293	-0.0010	-0.011	0.012	0.0010	0.0010	-1.580000e-01
	Desvio padrão	0.274	0.0571	0.072	0.065	0.0030	0.0030	1.800000e-02
	EQM	0.161	0.0033	0.005	0.004	0.0000	0.0000	2.500000e-02

Tabela A.66: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2361.32	2407.91	36.0	24.3	99.4	21.8	52.26
LLW - beta	2364.45	2411.04	1.6	0.1	95.7	3.0	85.7
LOBS	-735361.49	-735309.07	6.3	6.3	0.0	0.0	98.74
Log-logística	2369.19	2409.96	4.3	32.7	83.0	1.5	84.35
LWLLG	2359.39	2411.81	28.1	0.1	100.0	39.1	-
LWMOW	2360.15	2412.57	19.3	0.0	100.0	33.8	33.72
Weibull	2369.05	2409.82	4.2	36.4	85.2	0.8	90.1



Tabela A.67: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.243	-0.0051	-1.307	-1.006	-0.0500	-0.0560	5.310000e-01
	Viés	-0.357	-0.0050	-0.007	-0.006	0.0000	-0.0010	-2.190000e-01
	Desvio padrão	0.921	0.1396	0.177	0.147	0.0090	0.0090	5.100000e-02
	EQM	0.975	0.0195	0.031	0.022	0.0001	0.0001	5.000000e-02
LLW - beta	Média	5.282	-0.0029	-1.293	-0.989	-0.0490	-0.0550	5.510000e-01
	Viés	-0.318	-0.0030	0.007	0.011	0.0010	0.0000	-1.990000e-01
	Desvio padrão	0.720	0.1362	0.170	0.143	0.0080	0.0090	4.200000e-02
	EQM	0.619	0.0185	0.029	0.020	0.0001	0.0001	4.100000e-02
LOBS	Média	5.478	-0.2501	-1.492	-1.039	-0.2810	-0.1160	5.006615e+24
	Viés	-0.122	-0.2500	-0.192	-0.039	-0.2310	-0.0610	5.006615e+24
	Desvio padrão	1.495	2.4993	2.057	1.796	0.2870	0.2460	8.729331e+25
	EQM	2.243	6.2885	4.256	3.217	0.1356	0.0643	7.620122e+51
Log-logística	Média	5.135	-0.0056	-1.301	-1.011	-0.0500	-0.0550	4.700000e-01
	Viés	-0.465	-0.0060	-0.001	-0.011	0.0000	0.0000	-2.800000e-01
	Desvio padrão	0.693	0.1404	0.168	0.146	0.0080	0.0090	3.800000e-02
	EQM	0.696	0.0197	0.028	0.021	0.0001	0.0001	8.000000e-02
LWLLG	Média	5.563	-0.0045	-1.301	-1.006	-0.0500	-0.0550	7.370000e-01
	Viés	-0.037	-0.0050	-0.001	-0.006	0.0000	0.0000	-1.300000e-02
	Desvio padrão	0.974	0.1398	0.174	0.145	0.0090	0.0090	4.280000e-01
	EQM	0.948	0.0196	0.030	0.021	0.0001	0.0001	1.830000e-01
LWMOW	Média	5.735	-0.0029	-1.301	-0.999	-0.0490	-0.0550	5.700000e-01
	Viés	0.135	-0.0030	-0.001	0.001	0.0010	0.0000	-1.800000e-01
	Desvio padrão	0.946	0.1399	0.173	0.146	0.0090	0.0090	1.970000e-01
	EQM	0.913	0.0196	0.030	0.021	0.0001	0.0001	7.100000e-02
Weibull	Média	5.271	-0.0020	-1.289	-0.981	-0.0490	-0.0540	5.650000e-01
	Viés	-0.329	-0.0020	0.011	0.019	0.0010	0.0010	-1.850000e-01
	Desvio padrão	0.706	0.1365	0.171	0.143	0.0080	0.0090	4.300000e-02
	EQM	0.606	0.0186	0.029	0.021	0.0001	0.0001	3.600000e-02

Tabela A.68: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	445.53	479.24	0.2	0.0	99.8	16.4	53.76
LLW - beta	446.53	480.25	0.0	0.0	98.6	7.3	65.6
LOBS	-137530.70	-137492.77	14.7	14.7	63.5	0.2	96.01
Log-logística	445.43	474.93	38.3	38.6	99.7	23.4	64.1
LWLLG	447.45	485.38	0.1	0.0	100.0	23.1	-
LWMOW	447.08	485.02	0.0	0.0	99.9	20.4	39.01
Weibull	445.06	474.56	46.6	46.8	98.2	9.2	60.53

Tabela A.69: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.065	-0.0002	-1.313	-1.003	-0.050	-0.0550	5.400000e-01
	Viés	-0.535	0.0000	-0.013	-0.003	0.000	0.0000	-2.100000e-01
	Desvio padrão	0.558	0.0884	0.115	0.099	0.005	0.0040	3.500000e-02
	EQM	0.598	0.0078	0.013	0.010	0.000	0.0000	4.500000e-02
LLW - beta	Média	5.336	0.0000	-1.319	-0.996	-0.050	-0.0550	5.660000e-01
	Viés	-0.264	0.0000	-0.019	0.004	0.000	0.0000	-1.840000e-01
	Desvio padrão	0.394	0.0864	0.114	0.095	0.005	0.0040	2.400000e-02
	EQM	0.225	0.0075	0.013	0.009	0.000	0.0000	3.400000e-02
LOBS	Média	5.458	-0.1337	-1.465	-1.244	-0.342	-0.1030	1.697052e+20
	Viés	-0.142	-0.1340	-0.165	-0.244	-0.292	-0.0480	1.697052e+20
	Desvio padrão	1.491	1.7705	2.603	2.555	0.371	0.2010	2.119617e+21
	EQM	2.228	3.1324	6.758	6.544	0.222	0.0427	4.492775e+42
Log-logística	Média	5.088	-0.0020	-1.280	-0.997	-0.050	-0.0550	4.650000e-01
	Viés	-0.512	-0.0020	0.020	0.003	0.000	0.0000	-2.850000e-01
	Desvio padrão	0.374	0.0881	0.106	0.096	0.005	0.0040	2.100000e-02
	EQM	0.402	0.0078	0.012	0.009	0.000	0.0000	8.200000e-02
LWLLG	Média	5.549	-0.0007	-1.304	-1.002	-0.050	-0.0550	7.500000e-01
	Viés	-0.051	-0.0010	-0.004	-0.002	0.000	0.0000	0.000000e+00
	Desvio padrão	0.602	0.0871	0.111	0.095	0.005	0.0040	3.420000e-01
	EQM	0.365	0.0076	0.012	0.009	0.000	0.0000	1.170000e-01
LWMOW	Média	5.886	0.0000	-1.302	-0.998	-0.049	-0.0550	5.920000e-01
	Viés	0.286	0.0000	-0.002	0.002	0.001	0.0000	-1.580000e-01
	Desvio padrão	0.633	0.0860	0.111	0.096	0.005	0.0040	1.420000e-01
	EQM	0.482	0.0074	0.012	0.009	0.000	0.0000	4.500000e-02
Weibull	Média	5.322	0.0007	-1.327	-0.990	-0.049	-0.0540	5.860000e-01
	Viés	-0.278	0.0010	-0.027	0.010	0.001	0.0010	-1.640000e-01
	Desvio padrão	0.388	0.0874	0.117	0.096	0.005	0.0040	2.500000e-02
	EQM	0.228	0.0076	0.014	0.009	0.000	0.0000	2.700000e-02

Tabela A.70: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1181.57	1224.07	27.0	0.6	99.7	19.4	57.33
LLW - beta	1184.33	1226.84	1.1	0.0	98.3	5.7	78.01
LOBS	-376760.79	-376712.97	7.6	7.6	4.6	0.0	98.02
Log-logística	1184.54	1221.73	22.1	45.8	95.9	6.6	76.7
LWLLG	1183.18	1231.00	11.4	0.0	100.0	35.3	-
LWMOW	1182.97	1230.79	8.5	0.0	100.0	30.1	36.61
Weibull	1185.34	1222.54	22.2	46.0	95.5	2.9	82.2

Tabela A.71: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.045	-0.0003	-1.310	-1.002	-0.0500	-0.0550	5.410000e-01
	Viés	-0.555	0.0000	-0.010	-0.002	0.0000	0.0000	-2.090000e-01
	Desvio padrão	0.490	0.0638	0.087	0.075	0.0040	0.0040	2.900000e-02
	EQM	0.548	0.0041	0.008	0.006	0.0000	0.0000	4.400000e-02
LLW - beta	Média	5.317	0.0003	-1.312	-0.994	-0.0490	-0.0540	5.650000e-01
	Viés	-0.283	0.0000	-0.012	0.006	0.0010	0.0010	-1.850000e-01
	Desvio padrão	0.320	0.0628	0.084	0.072	0.0040	0.0030	2.000000e-02
	EQM	0.182	0.0039	0.007	0.005	0.0000	0.0000	3.500000e-02
LOBS	Média	5.501	-0.5162	-0.824	-1.856	-0.3410	-0.1440	4.469711e+08
	Viés	-0.099	-0.5160	0.476	-0.856	-0.2910	-0.0890	4.469711e+08
	Desvio padrão	1.423	4.1453	6.012	3.313	0.3920	0.2740	3.926615e+09
	EQM	2.015	17.2817	36.016	11.601	0.2371	0.0822	1.546692e+19
Log-logística	Média	5.094	0.0001	-1.285	-0.998	-0.0500	-0.0550	4.680000e-01
	Viés	-0.506	0.0000	0.015	0.002	0.0000	0.0000	-2.820000e-01
	Desvio padrão	0.300	0.0632	0.080	0.074	0.0040	0.0030	1.700000e-02
	EQM	0.346	0.0040	0.007	0.005	0.0000	0.0000	8.000000e-02
LWLLG	Média	5.545	0.0005	-1.302	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.410000e-01
	Viés	-0.055	0.0000	-0.002	-0.001	0.0000	0.0000	-9.000000e-03
	Desvio padrão	0.480	0.0626	0.082	0.073	0.0040	0.0030	2.980000e-01
	EQM	0.233	0.0039	0.007	0.005	0.0000	0.0000	8.900000e-02
LWMOW	Média	5.886	0.0023	-1.301	-0.998	-0.0500	-0.0550	6.000000e-01
	Viés	0.286	0.0020	-0.001	0.002	0.0000	0.0000	-1.500000e-01
	Desvio padrão	0.523	0.0633	0.082	0.073	0.0040	0.0030	1.400000e-01
	EQM	0.355	0.0040	0.007	0.005	0.0000	0.0000	4.200000e-02
Weibull	Média	5.297	0.0006	-1.317	-0.987	-0.0490	-0.0540	5.840000e-01
	Viés	-0.303	0.0010	-0.017	0.013	0.0010	0.0010	-1.660000e-01
	Desvio padrão	0.308	0.0641	0.085	0.073	0.0040	0.0030	2.000000e-02
	EQM	0.187	0.0041	0.008	0.006	0.0000	0.0000	2.800000e-02

Tabela A.72: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWLLG para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2022.25	2068.84	31.4	6.7	99.6	19.4	59.05
LLW - beta	2026.00	2072.60	1.6	0.0	96.5	4.3	82.74
LOBS	-662485.96	-662433.55	4.7	4.7	1.1	0.0	99.01
Log-logística	2027.12	2067.89	12.2	46.3	91.6	5.2	79.75
LWLLG	2023.13	2075.55	22.4	0.0	100.0	36.2	-
LWMOW	2022.97	2075.38	18.9	0.0	99.9	33.4	32.55
Weibull	2028.84	2069.61	8.8	42.4	90.0	1.5	87.87

Tabela A.73: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.739	0.0024	-1.297	-1.001	-0.0500	-0.055	6.340000e-01
	Viés	0.139	0.0020	0.003	-0.001	0.0000	0.000	-1.160000e-01
	Desvio padrão	0.750	0.1031	0.109	0.110	0.0060	0.006	3.600000e-02
	EQM	0.581	0.0106	0.012	0.012	0.0000	0.000	1.500000e-02
LLW - beta	Média	5.429	0.0019	-1.297	-1.001	-0.0500	-0.055	6.360000e-01
	Viés	-0.171	0.0020	0.003	-0.001	0.0000	0.000	-1.140000e-01
	Desvio padrão	0.456	0.1019	0.108	0.109	0.0060	0.006	3.100000e-02
	EQM	0.237	0.0104	0.012	0.012	0.0000	0.000	1.400000e-02
LOBS	Média	5.457	0.0435	-1.583	-1.137	-0.2450	-0.096	1.017919e+09
	Viés	-0.143	0.0440	-0.283	-0.137	-0.1950	-0.041	1.017919e+09
	Desvio padrão	1.285	1.2350	1.603	1.920	0.2450	0.136	1.881978e+10
	EQM	1.669	1.5245	2.647	3.701	0.0977	0.020	3.546108e+20
Log-logística	Média	5.164	0.0017	-1.309	-1.008	-0.0500	-0.056	5.100000e-01
	Viés	-0.436	0.0020	-0.009	-0.008	0.0000	-0.001	-2.400000e-01
	Desvio padrão	0.459	0.1110	0.113	0.122	0.0060	0.007	2.800000e-02
	EQM	0.400	0.0123	0.013	0.015	0.0000	0.000	5.800000e-02
LWLLG	Média	6.372	0.0037	-1.298	-0.999	-0.0500	-0.055	8.170000e-01
	Viés	0.772	0.0040	0.002	0.001	0.0000	0.000	6.700000e-02
	Desvio padrão	0.983	0.1049	0.111	0.111	0.0060	0.007	6.620000e-01
	EQM	1.562	0.0110	0.012	0.012	0.0000	0.000	4.430000e-01
LWMOW	Média	5.588	0.0021	-1.296	-1.001	-0.0500	-0.055	7.250000e-01
	Viés	-0.012	0.0020	0.004	-0.001	0.0000	0.000	-2.500000e-02
	Desvio padrão	0.575	0.1030	0.108	0.110	0.0060	0.006	1.650000e-01
	EQM	0.331	0.0106	0.012	0.012	0.0000	0.000	2.800000e-02
Weibull	Média	5.398	0.0019	-1.290	-0.996	-0.0500	-0.055	6.590000e-01
	Viés	-0.202	0.0020	0.010	0.004	0.0000	0.000	-9.100000e-02
	Desvio padrão	0.438	0.1011	0.108	0.109	0.0060	0.006	3.200000e-02
	EQM	0.233	0.0102	0.012	0.012	0.0000	0.000	9.000000e-03

Tabela A.74: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	870.00	903.72	5.8	0.0	100.0	14.6	77.04
LLW - beta	870.50	904.22	0.2	0.0	100.0	11.8	80.05
LOBS	-144811.83	-144773.89	27.9	27.9	28.7	0.2	96.98
Log-logística	882.85	912.36	1.0	3.1	82.8	0.9	93.2
LWLLG	872.42	910.35	1.4	0.0	100.0	20.4	74.47
LWMOW	871.56	909.49	1.2	0.0	100.0	34.8	-
Weibull	868.53	898.04	62.5	69.0	100.0	17.4	86.5

Tabela A.75: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.721	0.0006	-1.296	-0.998	-0.050	-0.0550	6.400000e-01
	Viés	0.121	0.0010	0.004	0.002	0.000	0.0000	-1.100000e-01
	Desvio padrão	0.462	0.0601	0.058	0.066	0.003	0.0030	2.000000e-02
	EQM	0.228	0.0036	0.003	0.004	0.000	0.0000	1.200000e-02
LLW - beta	Média	5.457	0.0004	-1.297	-0.999	-0.050	-0.0550	6.380000e-01
	Viés	-0.143	0.0000	0.003	0.001	0.000	0.0000	-1.120000e-01
	Desvio padrão	0.246	0.0601	0.058	0.066	0.003	0.0030	1.800000e-02
	EQM	0.081	0.0036	0.003	0.004	0.000	0.0000	1.300000e-02
LOBS	Média	5.557	0.0592	-1.088	-1.354	-0.205	-0.0750	6.282274e+06
	Viés	-0.043	0.0590	0.212	-0.354	-0.155	-0.0200	6.282273e+06
	Desvio padrão	1.020	1.2515	1.240	1.832	0.164	0.0940	1.503782e+08
	EQM	1.041	1.5672	1.580	3.477	0.051	0.0092	2.261473e+16
Log-logística	Média	5.103	0.0003	-1.303	-0.996	-0.050	-0.0550	5.050000e-01
	Viés	-0.497	0.0000	-0.003	0.004	0.000	0.0000	-2.450000e-01
	Desvio padrão	0.234	0.0651	0.062	0.072	0.003	0.0030	1.500000e-02
	EQM	0.302	0.0042	0.004	0.005	0.000	0.0000	6.000000e-02
LWLLG	Média	6.480	0.0017	-1.300	-0.995	-0.049	-0.0550	9.720000e-01
	Viés	0.880	0.0020	0.000	0.005	0.001	0.0000	2.220000e-01
	Desvio padrão	0.803	0.0613	0.062	0.066	0.003	0.0040	7.520000e-01
	EQM	1.419	0.0038	0.004	0.004	0.000	0.0000	6.140000e-01
LWMOW	Média	5.595	0.0003	-1.298	-0.999	-0.050	-0.0550	7.290000e-01
	Viés	-0.005	0.0000	0.002	0.001	0.000	0.0000	-2.100000e-02
	Desvio padrão	0.286	0.0601	0.058	0.066	0.003	0.0030	6.800000e-02
	EQM	0.082	0.0036	0.003	0.004	0.000	0.0000	5.000000e-03
Weibull	Média	5.412	0.0004	-1.293	-0.997	-0.050	-0.0550	6.640000e-01
	Viés	-0.188	0.0000	0.007	0.003	0.000	0.0000	-8.600000e-02
	Desvio padrão	0.216	0.0599	0.058	0.066	0.003	0.0030	1.800000e-02
	EQM	0.082	0.0036	0.003	0.004	0.000	0.0000	8.000000e-03

Tabela A.76: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2476.71	2519.22	9.5	1.3	99.9	14.0	77.54
LLW - beta	2477.30	2519.81	2.9	0.0	99.8	12.3	80.45
LOBS	-268356.62	-268308.80	28.2	28.2	1.4	0.0	97.71
Log-logística	2529.19	2566.39	0.0	0.0	2.9	0.0	68.85
LWLLG	2480.07	2527.89	0.9	0.0	99.7	15.0	85.74
LWMOW	2478.05	2525.87	5.5	0.0	100.0	41.0	-
Weibull	2475.57	2512.77	53.0	70.3	99.8	17.8	91.1

Tabela A.77: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.715	0.0002	-1.299	-1.000	-0.0500	-0.0550	6.410000e-01
	Viés	0.115	0.0000	0.001	0.000	0.0000	0.0000	-1.090000e-01
	Desvio padrão	0.389	0.0452	0.046	0.049	0.0030	0.0030	1.600000e-02
	EQM	0.165	0.0020	0.002	0.002	0.0000	0.0000	1.200000e-02
LLW - beta	Média	5.466	-0.0002	-1.299	-1.001	-0.0500	-0.0550	6.390000e-01
	Viés	-0.134	0.0000	0.001	-0.001	0.0000	0.0000	-1.110000e-01
	Desvio padrão	0.217	0.0453	0.046	0.049	0.0020	0.0030	1.400000e-02
	EQM	0.065	0.0020	0.002	0.002	0.0000	0.0000	1.300000e-02
LOBS	Média	5.654	0.0667	-1.272	-1.225	-0.2350	-0.1050	1.298942e+08
	Viés	0.054	0.0670	0.028	-0.225	-0.1850	-0.0500	1.298942e+08
	Desvio padrão	1.096	1.2074	1.384	1.708	0.2140	0.1190	2.825010e+09
	EQM	1.201	1.4595	1.913	2.962	0.0801	0.0168	7.981719e+18
Log-logística	Média	5.123	-0.0010	-1.306	-1.000	-0.0500	-0.0550	5.070000e-01
	Viés	-0.477	-0.0010	-0.006	0.000	0.0000	0.0000	-2.430000e-01
	Desvio padrão	0.195	0.0489	0.048	0.053	0.0030	0.0030	1.200000e-02
	EQM	0.266	0.0024	0.002	0.003	0.0000	0.0000	5.900000e-02
LWLLG	Média	6.606	0.0036	-1.302	-0.998	-0.0490	-0.0540	9.500000e-01
	Viés	1.006	0.0040	-0.002	0.002	0.0010	0.0010	2.000000e-01
	Desvio padrão	0.745	0.0472	0.051	0.051	0.0030	0.0030	6.580000e-01
	EQM	1.568	0.0022	0.003	0.003	0.0000	0.0000	4.730000e-01
LWMOW	Média	5.605	-0.0002	-1.300	-1.002	-0.0500	-0.0550	7.340000e-01
	Viés	0.005	0.0000	0.000	-0.002	0.0000	0.0000	-1.600000e-02
	Desvio padrão	0.238	0.0450	0.046	0.048	0.0020	0.0030	5.500000e-02
	EQM	0.057	0.0020	0.002	0.002	0.0000	0.0000	3.000000e-03
Weibull	Média	5.418	-0.0001	-1.294	-0.999	-0.0500	-0.0550	6.650000e-01
	Viés	-0.182	0.0000	0.006	0.001	0.0000	0.0000	-8.500000e-02
	Desvio padrão	0.181	0.0451	0.046	0.049	0.0020	0.0020	1.400000e-02
	EQM	0.066	0.0020	0.002	0.002	0.0000	0.0000	7.000000e-03

Tabela A.78: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	4162.27	4208.87	9.9	1.8	99.9	14.3	78.19
LLW - beta	4162.90	4209.49	7.8	0.0	99.9	10.7	80.55
LOBS	-512432.49	-512380.07	24.6	24.6	0.2	0.0	97.46
Log-logística	4248.28	4289.05	0.0	0.0	0.0	0.0	36.2
LWLLG	4163.56	4215.98	0.7	0.0	99.7	11.8	87.71
LWMOW	4163.04	4215.46	9.3	0.1	100.0	47.2	-
Weibull	4161.56	4202.33	47.6	73.4	99.6	16.0	92.3

Tabela A.79: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.653	-0.0047	-1.301	-1.005	-0.0500	-0.0550	6.270000e-01
	Viés	0.053	-0.0050	-0.001	-0.005	0.0000	0.0000	-1.230000e-01
	Desvio padrão	0.947	0.1448	0.166	0.152	0.0080	0.0090	5.100000e-02
	EQM	0.900	0.0210	0.028	0.023	0.0001	0.0001	1.800000e-02
LLW - beta	Média	5.429	-0.0030	-1.299	-1.002	-0.0500	-0.0550	6.330000e-01
	Viés	-0.171	-0.0030	0.001	-0.002	0.0000	0.0000	-1.170000e-01
	Desvio padrão	0.704	0.1428	0.165	0.151	0.0080	0.0090	4.600000e-02
	EQM	0.525	0.0204	0.027	0.023	0.0001	0.0001	1.600000e-02
LOBS	Média	5.481	0.0452	-1.754	-1.217	-0.3210	-0.0950	1.281658e+15
	Viés	-0.119	0.0450	-0.454	-0.217	-0.2710	-0.0400	1.281658e+15
	Desvio padrão	1.573	2.1581	2.778	2.472	0.3590	0.1970	1.726701e+16
	EQM	2.481	4.6467	7.902	6.143	0.2019	0.0401	2.989731e+32
Log-logística	Média	5.233	-0.0058	-1.308	-1.018	-0.0510	-0.0560	5.440000e-01
	Viés	-0.367	-0.0060	-0.008	-0.018	-0.0010	-0.0010	-2.060000e-01
	Desvio padrão	0.696	0.1502	0.168	0.159	0.0080	0.0090	4.300000e-02
	EQM	0.620	0.0226	0.028	0.026	0.0001	0.0001	4.400000e-02
LWLLG	Média	6.131	-0.0015	-1.299	-1.007	-0.0500	-0.0550	6.730000e-01
	Viés	0.531	-0.0020	0.001	-0.007	0.0000	0.0000	-7.700000e-02
	Desvio padrão	1.025	0.1449	0.169	0.155	0.0080	0.0090	4.970000e-01
	EQM	1.333	0.0210	0.028	0.024	0.0001	0.0001	2.530000e-01
LWMOW	Média	5.599	-0.0023	-1.298	-1.003	-0.0500	-0.0550	7.070000e-01
	Viés	-0.001	-0.0020	0.002	-0.003	0.0000	0.0000	-4.300000e-02
	Desvio padrão	0.874	0.1448	0.167	0.154	0.0080	0.0090	2.370000e-01
	EQM	0.764	0.0209	0.028	0.024	0.0001	0.0001	5.800000e-02
Weibull	Média	5.404	-0.0022	-1.294	-0.995	-0.0500	-0.0550	6.480000e-01
	Viés	-0.196	-0.0020	0.006	0.005	0.0000	0.0000	-1.020000e-01
	Desvio padrão	0.682	0.1424	0.165	0.150	0.0080	0.0090	4.600000e-02
	EQM	0.504	0.0203	0.027	0.023	0.0001	0.0001	1.300000e-02

Tabela A.80: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	569.54	603.25	0.4	0.0	100.0	14.2	77.54
LLW - beta	569.55	603.27	0.0	0.0	99.9	10.2	81.51
LOBS	-164300.63	-164262.70	17.6	17.6	55.6	0.7	97.45
Log-logística	571.60	601.10	15.2	15.4	98.5	11.9	84.3
LWLLG	571.19	609.12	0.1	0.0	99.9	23.4	66.82
LWMOW	571.04	608.97	0.7	0.0	99.9	28.0	-
Weibull	567.60	597.10	66.0	67.0	99.7	11.7	83.82

Tabela A.81: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.691	0.0023	-1.297	-1.002	-0.0500	-0.055	6.370000e-01
	Viés	0.091	0.0020	0.003	-0.002	0.0000	0.000	-1.130000e-01
	Desvio padrão	0.630	0.0817	0.099	0.090	0.0050	0.004	2.800000e-02
	EQM	0.405	0.0067	0.010	0.008	0.0000	0.000	1.400000e-02
LLW - beta	Média	5.425	0.0024	-1.297	-1.002	-0.0500	-0.055	6.370000e-01
	Viés	-0.175	0.0020	0.003	-0.002	0.0000	0.000	-1.130000e-01
	Desvio padrão	0.386	0.0817	0.099	0.089	0.0040	0.004	2.600000e-02
	EQM	0.179	0.0067	0.010	0.008	0.0000	0.000	1.300000e-02
LOBS	Média	5.305	-0.2100	-1.437	-1.505	-0.3130	-0.105	1.616205e+09
	Viés	-0.295	-0.2100	-0.137	-0.505	-0.2630	-0.050	1.616205e+09
	Desvio padrão	1.658	3.7506	3.038	3.523	0.3750	0.322	2.248300e+10
	EQM	2.823	14.0475	9.208	12.609	0.2094	0.106	5.058203e+20
Log-logística	Média	5.128	0.0021	-1.275	-0.995	-0.0500	-0.055	5.320000e-01
	Viés	-0.472	0.0020	0.025	0.005	0.0000	0.000	-2.180000e-01
	Desvio padrão	0.375	0.0865	0.098	0.097	0.0050	0.005	2.400000e-02
	EQM	0.363	0.0075	0.010	0.009	0.0000	0.000	4.800000e-02
LWLLG	Média	6.323	0.0039	-1.292	-0.999	-0.0500	-0.055	5.740000e-01
	Viés	0.723	0.0040	0.008	0.001	0.0000	0.000	-1.760000e-01
	Desvio padrão	0.683	0.0834	0.099	0.093	0.0050	0.005	3.990000e-01
	EQM	0.990	0.0070	0.010	0.009	0.0000	0.000	1.900000e-01
LWMOW	Média	5.564	0.0027	-1.297	-1.001	-0.0500	-0.055	7.090000e-01
	Viés	-0.036	0.0030	0.003	-0.001	0.0000	0.000	-4.100000e-02
	Desvio padrão	0.430	0.0823	0.100	0.090	0.0050	0.004	1.150000e-01
	EQM	0.186	0.0068	0.010	0.008	0.0000	0.000	1.500000e-02
Weibull	Média	5.409	0.0024	-1.301	-0.999	-0.0500	-0.055	6.560000e-01
	Viés	-0.191	0.0020	-0.001	0.001	0.0000	0.000	-9.400000e-02
	Desvio padrão	0.359	0.0815	0.100	0.089	0.0040	0.004	2.600000e-02
	EQM	0.166	0.0066	0.010	0.008	0.0000	0.000	9.000000e-03

Tabela A.82: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1546.80	1589.31	9.2	0.1	100.0	13.0	76.68
LLW - beta	1546.58	1589.09	1.1	0.0	100.0	10.2	80.2
LOBS	-401988.90	-401941.08	10.4	10.4	5.3	0.0	98.56
Log-logística	1563.87	1601.07	0.2	1.4	65.3	0.1	95.7
LWLLG	1547.87	1595.69	2.4	0.0	100.0	21.9	77.63
LWMOW	1547.85	1595.67	2.4	0.0	100.0	38.5	-
Weibull	1544.88	1582.08	74.3	88.1	100.0	16.3	87.65



Tabela A.83: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.644	0.0019	-1.299	-1.001	-0.0500	-0.055	6.370000e-01
	Viés	0.044	0.0020	0.001	-0.001	0.0000	0.000	-1.130000e-01
	Desvio padrão	0.508	0.0613	0.078	0.069	0.0040	0.004	2.200000e-02
	EQM	0.260	0.0038	0.006	0.005	0.0000	0.000	1.300000e-02
LLW - beta	Média	5.406	0.0016	-1.299	-1.000	-0.0500	-0.055	6.380000e-01
	Viés	-0.194	0.0020	0.001	0.000	0.0000	0.000	-1.120000e-01
	Desvio padrão	0.311	0.0610	0.078	0.069	0.0030	0.003	2.000000e-02
	EQM	0.134	0.0037	0.006	0.005	0.0000	0.000	1.300000e-02
LOBS	Média	5.595	0.3651	-1.725	-2.161	-0.3570	-0.116	2.119707e+05
	Viés	-0.005	0.3650	-0.425	-1.161	-0.3070	-0.061	2.119700e+05
	Desvio padrão	1.523	4.2702	3.380	5.356	0.3900	0.273	2.040227e+06
	EQM	2.303	18.2386	11.527	29.831	0.2449	0.078	4.177938e+12
Log-logística	Média	5.139	0.0011	-1.283	-0.996	-0.0500	-0.055	5.360000e-01
	Viés	-0.461	0.0010	0.017	0.004	0.0000	0.000	-2.140000e-01
	Desvio padrão	0.292	0.0647	0.076	0.073	0.0040	0.004	1.900000e-02
	EQM	0.298	0.0042	0.006	0.005	0.0000	0.000	4.600000e-02
LWLLG	Média	6.356	0.0023	-1.297	-0.999	-0.0500	-0.055	5.670000e-01
	Viés	0.756	0.0020	0.003	0.001	0.0000	0.000	-1.830000e-01
	Desvio padrão	0.571	0.0620	0.079	0.071	0.0040	0.004	3.680000e-01
	EQM	0.897	0.0039	0.006	0.005	0.0000	0.000	1.690000e-01
LWMOW	Média	5.557	0.0020	-1.300	-1.000	-0.0500	-0.055	7.110000e-01
	Viés	-0.043	0.0020	0.000	0.000	0.0000	0.000	-3.900000e-02
	Desvio padrão	0.338	0.0610	0.078	0.069	0.0040	0.003	1.080000e-01
	EQM	0.116	0.0037	0.006	0.005	0.0000	0.000	1.300000e-02
Weibull	Média	5.395	0.0016	-1.301	-0.997	-0.0500	-0.055	6.560000e-01
	Viés	-0.205	0.0020	-0.001	0.003	0.0000	0.000	-9.400000e-02
	Desvio padrão	0.282	0.0608	0.078	0.068	0.0030	0.003	2.000000e-02
	EQM	0.121	0.0037	0.006	0.005	0.0000	0.000	9.000000e-03

Tabela A.84: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2613.22	2659.82	12.8	0.9	99.9	13.8	75.24
LLW - beta	2613.57	2660.16	2.6	0.0	99.9	10.4	79.7
LOBS	-729869.38	-729816.96	7.0	7.0	0.7	0.0	99.08
Log-logística	2640.87	2681.64	0.0	0.6	34.9	0.0	97.7
LWLLG	2616.84	2669.26	2.0	0.0	99.9	21.4	80
LWMOW	2614.29	2666.71	5.1	0.0	100.0	39.6	-
Weibull	2612.13	2652.90	70.4	91.5	99.7	14.8	90.15

Tabela A.85: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.653	0.0012	-1.306	-1.009	-0.0500	-0.0550	6.240000e-01
	Viés	0.053	0.0010	-0.006	-0.009	0.0000	0.0000	-1.260000e-01
	Desvio padrão	1.056	0.1586	0.198	0.166	0.0090	0.0100	5.600000e-02
	EQM	1.117	0.0251	0.039	0.027	0.0001	0.0001	1.900000e-02
LLW - beta	Média	5.430	0.0014	-1.303	-1.003	-0.0500	-0.0550	6.310000e-01
	Viés	-0.170	0.0010	-0.003	-0.003	0.0000	0.0000	-1.190000e-01
	Desvio padrão	0.798	0.1577	0.195	0.162	0.0090	0.0100	5.200000e-02
	EQM	0.666	0.0249	0.038	0.026	0.0001	0.0001	1.700000e-02
LOBS	Média	5.443	-0.2328	-1.875	-0.827	-0.3330	-0.0930	1.121214e+09
	Viés	-0.157	-0.2330	-0.575	0.173	-0.2830	-0.0380	1.121214e+09
	Desvio padrão	1.560	3.3091	2.840	2.183	0.3920	0.2820	2.005101e+10
	EQM	2.450	10.9703	8.369	4.779	0.2332	0.0805	4.020437e+20
Log-logística	Média	5.235	0.0009	-1.309	-1.023	-0.0510	-0.0550	5.510000e-01
	Viés	-0.365	0.0010	-0.009	-0.023	-0.0010	0.0000	-1.990000e-01
	Desvio padrão	0.786	0.1657	0.197	0.169	0.0090	0.0100	4.800000e-02
	EQM	0.751	0.0275	0.039	0.029	0.0001	0.0001	4.200000e-02
LWLLG	Média	6.041	0.0051	-1.302	-1.007	-0.0500	-0.0550	7.170000e-01
	Viés	0.441	0.0050	-0.002	-0.007	0.0000	0.0000	-3.300000e-02
	Desvio padrão	1.107	0.1599	0.198	0.168	0.0090	0.0100	5.060000e-01
	EQM	1.418	0.0256	0.039	0.028	0.0001	0.0001	2.570000e-01
LWMOW	Média	5.591	0.0024	-1.304	-1.003	-0.0500	-0.0550	6.850000e-01
	Viés	-0.009	0.0020	-0.004	-0.003	0.0000	0.0000	-6.500000e-02
	Desvio padrão	0.972	0.1614	0.198	0.165	0.0090	0.0100	2.520000e-01
	EQM	0.944	0.0261	0.039	0.027	0.0001	0.0001	6.800000e-02
Weibull	Média	5.399	0.0016	-1.299	-0.997	-0.0500	-0.0550	6.440000e-01
	Viés	-0.201	0.0020	0.001	0.003	0.0000	0.0000	-1.060000e-01
	Desvio padrão	0.779	0.1570	0.195	0.162	0.0090	0.0100	5.300000e-02
	EQM	0.648	0.0246	0.038	0.026	0.0001	0.0001	1.400000e-02

Tabela A.86: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	495.72	529.44	0.0	0.0	99.9	15.1	77.03
LLW - beta	496.04	529.76	0.0	0.0	99.8	8.8	80.81
LOBS	-165000.33	-164962.40	15.4	15.4	59.5	0.7	96.63
Log-logística	496.82	526.32	18.7	18.7	99.3	18.8	78.65
LWLLG	497.51	535.45	0.0	0.0	99.9	20.1	66.92
LWMOW	497.23	535.16	0.8	0.0	99.9	26.0	-
Weibull	494.06	523.56	65.0	65.8	99.7	10.6	81.52

Tabela A.87: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.642	0.0020	-1.301	-0.999	-0.0500	-0.0550	6.360000e-01
	Viés	0.042	0.0020	-0.001	0.001	0.0000	0.0000	-1.140000e-01
	Desvio padrão	0.647	0.0944	0.121	0.101	0.0050	0.0050	3.100000e-02
	EQM	0.420	0.0089	0.015	0.010	0.0000	0.0000	1.400000e-02
LLW - beta	Média	5.399	0.0016	-1.302	-0.998	-0.0500	-0.0550	6.380000e-01
	Viés	-0.201	0.0020	-0.002	0.002	0.0000	0.0000	-1.120000e-01
	Desvio padrão	0.427	0.0940	0.121	0.100	0.0050	0.0050	2.900000e-02
	EQM	0.223	0.0088	0.015	0.010	0.0000	0.0000	1.300000e-02
LOBS	Média	5.371	0.1372	-1.574	-1.323	-0.3570	-0.0690	2.569076e+08
	Viés	-0.229	0.1370	-0.274	-0.323	-0.3070	-0.0140	2.569076e+08
	Desvio padrão	1.513	2.6053	3.792	2.984	0.4210	0.2970	3.137457e+09
	EQM	2.325	6.7614	14.360	8.952	0.2702	0.0878	9.844449e+18
Log-logística	Média	5.132	0.0007	-1.271	-0.994	-0.0500	-0.0560	5.410000e-01
	Viés	-0.468	0.0010	0.029	0.006	0.0000	-0.0010	-2.090000e-01
	Desvio padrão	0.406	0.0989	0.116	0.107	0.0050	0.0050	2.700000e-02
	EQM	0.384	0.0098	0.014	0.011	0.0000	0.0000	4.400000e-02
LWLLG	Média	6.232	0.0018	-1.298	-0.997	-0.0500	-0.0550	6.470000e-01
	Viés	0.632	0.0020	0.002	0.003	0.0000	0.0000	-1.030000e-01
	Desvio padrão	0.778	0.0960	0.122	0.101	0.0050	0.0050	4.920000e-01
	EQM	1.005	0.0092	0.015	0.010	0.0000	0.0000	2.520000e-01
LWMOW	Média	5.566	0.0018	-1.301	-0.997	-0.0500	-0.0550	7.170000e-01
	Viés	-0.034	0.0020	-0.001	0.003	0.0000	0.0000	-3.300000e-02
	Desvio padrão	0.487	0.0939	0.122	0.101	0.0050	0.0050	1.380000e-01
	EQM	0.238	0.0088	0.015	0.010	0.0000	0.0000	2.000000e-02
Weibull	Média	5.402	0.0017	-1.308	-0.995	-0.0500	-0.0550	6.550000e-01
	Viés	-0.198	0.0020	-0.008	0.005	0.0000	0.0000	-9.500000e-02
	Desvio padrão	0.408	0.0938	0.122	0.099	0.0050	0.0050	2.900000e-02
	EQM	0.205	0.0088	0.015	0.010	0.0000	0.0000	1.000000e-02

Tabela A.88: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1320.16	1362.67	7.3	0.0	99.9	14.3	76.43
LLW - beta	1320.39	1362.89	0.1	0.0	99.9	10.5	80.31
LOBS	-387113.23	-387065.41	7.2	7.2	11.9	0.0	98.88
Log-logística	1331.49	1368.68	2.1	4.4	83.1	0.9	94.8
LWLLG	1321.75	1369.57	2.5	0.0	99.9	25.1	73.83
LWMOW	1321.36	1369.18	1.4	0.0	100.0	32.6	-
Weibull	1318.61	1355.80	79.2	88.4	99.9	16.4	87.63

Tabela A.89: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	5.629	0.0013	-1.300	-1.002	-0.050	-0.0550	6.370000e-01
	Viés	0.029	0.0010	0.000	-0.002	0.000	0.0000	-1.130000e-01
	Desvio padrão	0.528	0.0679	0.092	0.077	0.004	0.0040	2.400000e-02
	EQM	0.279	0.0046	0.008	0.006	0.000	0.0000	1.300000e-02
LLW - beta	Média	5.396	0.0015	-1.300	-1.001	-0.050	-0.0550	6.380000e-01
	Viés	-0.204	0.0010	0.000	-0.001	0.000	0.0000	-1.120000e-01
	Desvio padrão	0.352	0.0675	0.092	0.076	0.004	0.0040	2.200000e-02
	EQM	0.166	0.0046	0.008	0.006	0.000	0.0000	1.300000e-02
LOBS	Média	5.409	-0.5980	-1.597	-0.818	-0.386	-0.0880	9.276368e+09
	Viés	-0.191	-0.5980	-0.297	0.182	-0.336	-0.0330	9.276368e+09
	Desvio padrão	1.366	3.3928	3.923	4.022	0.448	0.1660	9.320724e+10
	EQM	1.885	11.7550	15.328	16.048	0.311	0.0283	8.687624e+21
Log-logística	Média	5.163	0.0019	-1.278	-1.000	-0.050	-0.0560	5.450000e-01
	Viés	-0.437	0.0020	0.022	0.000	0.000	-0.0010	-2.050000e-01
	Desvio padrão	0.331	0.0716	0.089	0.080	0.004	0.0040	2.100000e-02
	EQM	0.301	0.0051	0.008	0.006	0.000	0.0000	4.200000e-02
LWLLG	Média	6.268	0.0019	-1.298	-1.001	-0.050	-0.0550	5.960000e-01
	Viés	0.668	0.0020	0.002	-0.001	0.000	0.0000	-1.540000e-01
	Desvio padrão	0.643	0.0681	0.093	0.079	0.004	0.0040	3.940000e-01
	EQM	0.859	0.0046	0.009	0.006	0.000	0.0000	1.790000e-01
LWMOW	Média	5.575	0.0015	-1.301	-1.001	-0.050	-0.0550	7.150000e-01
	Viés	-0.025	0.0020	-0.001	-0.001	0.000	0.0000	-3.500000e-02
	Desvio padrão	0.402	0.0677	0.092	0.077	0.004	0.0040	1.020000e-01
	EQM	0.162	0.0046	0.008	0.006	0.000	0.0000	1.200000e-02
Weibull	Média	5.402	0.0014	-1.303	-0.997	-0.050	-0.0550	6.540000e-01
	Viés	-0.198	0.0010	-0.003	0.003	0.000	0.0000	-9.600000e-02
	Desvio padrão	0.322	0.0672	0.092	0.076	0.004	0.0040	2.300000e-02
	EQM	0.143	0.0045	0.009	0.006	0.000	0.0000	1.000000e-02

Tabela A.90: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo LWMOW para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2258.00	2304.60	11.4	0.2	100.0	13.6	76.79
LLW - beta	2258.08	2304.67	0.8	0.0	100.0	10.3	80.75
LOBS	-781266.03	-781213.62	4.8	4.8	2.1	0.0	99.46
Log-logística	2276.51	2317.28	0.0	2.0	60.3	0.2	97.3
LWLLG	2259.90	2312.31	2.3	0.0	100.0	23.5	79.07
LWMOW	2259.10	2311.52	3.9	0.0	100.0	36.9	-
Weibull	2256.54	2297.31	76.8	93.0	99.7	15.4	89.35

Tabela A.91: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.149	0.0015	-1.302	-1.008	-0.0500	-0.0550	7.230000e-01
	Viés	0.549	0.0020	-0.002	-0.008	0.0000	0.0000	-2.700000e-02
	Desvio padrão	0.850	0.1146	0.120	0.123	0.0070	0.0070	3.900000e-02
	EQM	1.023	0.0131	0.014	0.015	0.0000	0.0000	2.000000e-03
LLW - beta	Média	5.683	0.0018	-1.306	-1.009	-0.0510	-0.0550	7.190000e-01
	Viés	0.083	0.0020	-0.006	-0.009	-0.0010	0.0000	-3.100000e-02
	Desvio padrão	0.516	0.1147	0.120	0.123	0.0060	0.0070	3.600000e-02
	EQM	0.273	0.0132	0.014	0.015	0.0000	0.0000	2.000000e-03
LOBS	Média	5.767	0.0279	-1.620	-1.164	-0.2470	-0.0990	3.299514e+07
	Viés	0.167	0.0280	-0.320	-0.164	-0.1970	-0.0440	3.299514e+07
	Desvio padrão	1.337	1.1736	2.008	2.108	0.1950	0.1180	6.835229e+08
	EQM	1.812	1.3760	4.129	4.463	0.0768	0.0157	4.675656e+17
Log-logística	Média	5.369	0.0005	-1.319	-1.018	-0.0510	-0.0560	5.870000e-01
	Viés	-0.231	0.0010	-0.019	-0.018	-0.0010	-0.0010	-1.630000e-01
	Desvio padrão	0.531	0.1266	0.129	0.137	0.0070	0.0070	3.200000e-02
	EQM	0.336	0.0160	0.017	0.019	0.0000	0.0001	2.800000e-02
LWLLG	Média	6.833	0.0022	-1.302	-1.006	-0.0500	-0.0550	6.530000e-01
	Viés	1.233	0.0020	-0.002	-0.006	0.0000	0.0000	-9.700000e-02
	Desvio padrão	1.036	0.1179	0.125	0.123	0.0070	0.0070	7.070000e-01
	EQM	2.593	0.0139	0.016	0.015	0.0000	0.0000	5.080000e-01
LWMOW	Média	5.620	0.0024	-1.300	-1.003	-0.0500	-0.0550	8.320000e-01
	Viés	0.020	0.0020	0.000	-0.003	0.0000	0.0000	8.200000e-02
	Desvio padrão	0.630	0.1141	0.120	0.122	0.0060	0.0070	1.890000e-01
	EQM	0.397	0.0130	0.014	0.015	0.0000	0.0000	4.300000e-02
Weibull	Média	5.612	0.0020	-1.299	-1.003	-0.0500	-0.0550	7.430000e-01
	Viés	0.012	0.0020	0.001	-0.003	0.0000	0.0000	-7.000000e-03
	Desvio padrão	0.499	0.1136	0.119	0.121	0.0060	0.0070	3.600000e-02
	EQM	0.249	0.0129	0.014	0.015	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.92: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	955.77	989.48	1.6	0.0	99.9	12.4	68.8
LLW - beta	956.46	990.17	0.0	0.0	100.0	9.6	69.35
LOBS	-146529.44	-146491.50	31.5	31.5	38.9	0.1	98.49
Log-logística	970.92	1000.42	0.4	0.8	76.7	0.4	97.95
LWLLG	958.36	996.29	0.3	0.0	99.9	18.1	72.3
LWMOW	957.10	995.03	1.4	0.0	100.0	41.2	12.3
Weibull	953.92	983.42	64.7	67.7	100.0	18.1	-

Tabela A.93: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.158	0.0030	-1.304	-1.000	-0.0500	-0.055	7.270000e-01
	Viés	0.558	0.0030	-0.004	0.000	0.0000	0.000	-2.300000e-02
	Desvio padrão	0.612	0.0670	0.066	0.073	0.0040	0.003	2.300000e-02
	EQM	0.685	0.0045	0.004	0.005	0.0000	0.000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.653	0.0032	-1.305	-1.001	-0.0500	-0.055	7.200000e-01
	Viés	0.053	0.0030	-0.005	-0.001	0.0000	0.000	-3.000000e-02
	Desvio padrão	0.263	0.0667	0.066	0.074	0.0030	0.003	2.100000e-02
	EQM	0.072	0.0045	0.004	0.005	0.0000	0.000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.778	0.0319	-1.260	-1.228	-0.2340	-0.071	3.935740e+20
	Viés	0.178	0.0320	0.040	-0.228	-0.1840	-0.016	3.935740e+20
	Desvio padrão	0.961	1.3951	2.798	1.617	0.3100	0.141	9.680641e+21
	EQM	0.954	1.9440	7.818	2.663	0.1298	0.020	9.371480e+43
Log-logística	Média	5.274	0.0038	-1.313	-0.999	-0.0500	-0.055	5.790000e-01
	Viés	-0.326	0.0040	-0.013	0.001	0.0000	0.000	-1.710000e-01
	Desvio padrão	0.265	0.0731	0.070	0.080	0.0040	0.004	1.900000e-02
	EQM	0.176	0.0053	0.005	0.006	0.0000	0.000	3.000000e-02
LWLLG	Média	6.963	0.0023	-1.302	-0.998	-0.0500	-0.055	6.240000e-01
	Viés	1.363	0.0020	-0.002	0.002	0.0000	0.000	-1.260000e-01
	Desvio padrão	0.812	0.0693	0.071	0.077	0.0040	0.004	7.610000e-01
	EQM	2.516	0.0048	0.005	0.006	0.0000	0.000	5.950000e-01
LWMOW	Média	5.609	0.0029	-1.301	-1.000	-0.0500	-0.055	8.140000e-01
	Viés	0.009	0.0030	-0.001	0.000	0.0000	0.000	6.400000e-02
	Desvio padrão	0.308	0.0663	0.066	0.074	0.0030	0.003	1.030000e-01
	EQM	0.095	0.0044	0.004	0.005	0.0000	0.000	1.500000e-02
Weibull	Média	5.600	0.0029	-1.301	-1.000	-0.0500	-0.055	7.470000e-01
	Viés	0.000	0.0030	-0.001	0.000	0.0000	0.000	-3.000000e-03
	Desvio padrão	0.246	0.0662	0.066	0.073	0.0030	0.003	2.200000e-02
	EQM	0.060	0.0044	0.004	0.005	0.0000	0.000	0.000000e+00

Tabela A.94: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2725.26	2767.77	2.9	0.1	99.9	11.5	75.4
LLW - beta	2726.59	2769.09	1.2	0.0	99.2	7.6	78.65
LOBS	-280469.79	-280421.97	29.9	29.9	3.2	0.0	98.25
Log-logística	2786.41	2823.60	0.0	0.0	0.8	0.0	40.65
LWLLG	2728.23	2776.05	0.1	0.0	99.5	13.5	83.75
LWMOW	2725.84	2773.66	2.2	0.0	99.9	47.8	13.15
Weibull	2722.87	2760.06	63.6	70.0	100.0	19.6	-

Tabela A.95: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.139	0.0008	-1.303	-1.001	-0.0490	-0.0550	7.300000e-01
	Viés	0.539	0.0010	-0.003	-0.001	0.0010	0.0000	-2.000000e-02
	Desvio padrão	0.557	0.0494	0.051	0.057	0.0030	0.0030	1.700000e-02
	EQM	0.601	0.0024	0.003	0.003	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.666	0.0003	-1.305	-1.003	-0.0500	-0.0550	7.220000e-01
	Viés	0.066	0.0000	-0.005	-0.003	0.0000	0.0000	-2.800000e-02
	Desvio padrão	0.217	0.0495	0.051	0.056	0.0030	0.0030	1.600000e-02
	EQM	0.051	0.0024	0.003	0.003	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.713	0.0450	-1.139	-1.377	-0.2370	-0.0970	7.768015e+11
	Viés	0.113	0.0450	0.161	-0.377	-0.1870	-0.0420	7.768015e+11
	Desvio padrão	1.061	1.2292	1.481	1.903	0.2370	0.1130	1.716136e+13
	EQM	1.137	1.5100	2.214	3.757	0.0913	0.0146	2.945183e+26
Log-logística	Média	5.294	0.0003	-1.314	-1.002	-0.0500	-0.0550	5.820000e-01
	Viés	-0.306	0.0000	-0.014	-0.002	0.0000	0.0000	-1.680000e-01
	Desvio padrão	0.220	0.0545	0.054	0.062	0.0030	0.0030	1.400000e-02
	EQM	0.142	0.0030	0.003	0.004	0.0000	0.0000	2.800000e-02
LWLLG	Média	6.994	0.0008	-1.303	-0.999	-0.0500	-0.0550	5.780000e-01
	Viés	1.394	0.0010	-0.003	0.001	0.0000	0.0000	-1.720000e-01
	Desvio padrão	0.725	0.0530	0.057	0.059	0.0030	0.0040	7.010000e-01
	EQM	2.469	0.0028	0.003	0.004	0.0000	0.0000	5.200000e-01
LWMOW	Média	5.615	0.0004	-1.300	-1.001	-0.0500	-0.0550	8.200000e-01
	Viés	0.015	0.0000	0.000	-0.001	0.0000	0.0000	7.000000e-02
	Desvio padrão	0.259	0.0493	0.051	0.056	0.0030	0.0030	9.100000e-02
	EQM	0.067	0.0024	0.003	0.003	0.0000	0.0000	1.300000e-02
Weibull	Média	5.606	0.0003	-1.300	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.490000e-01
	Viés	0.006	0.0000	0.000	-0.001	0.0000	0.0000	-1.000000e-03
	Desvio padrão	0.202	0.0490	0.051	0.056	0.0030	0.0030	1.600000e-02
	EQM	0.041	0.0024	0.003	0.003	0.0000	0.0000	0.000000e+00

Tabela A.96: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 50% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	4589.58	4636.18	2.5	0.1	99.8	11.3	77.69
LLW - beta	4591.28	4637.87	2.6	0.0	99.2	7.6	80.85
LOBS	-501814.14	-501761.72	24.2	24.2	0.6	0.0	98.51
Log-logística	4688.92	4729.69	0.0	0.0	0.0	0.0	9.05
LWLLG	4594.77	4647.19	0.1	0.0	98.8	10.8	85
LWMOW	4589.62	4642.04	2.5	0.0	100.0	48.0	12.55
Weibull	4586.76	4627.53	68.0	75.7	100.0	22.2	-

Tabela A.97: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.062	0.0039	-1.309	-1.013	-0.0500	-0.0550	7.240000e-01
	Viés	0.462	0.0040	-0.009	-0.013	0.0000	0.0000	-2.600000e-02
	Desvio padrão	1.077	0.1605	0.183	0.168	0.0090	0.0100	5.900000e-02
	EQM	1.371	0.0257	0.034	0.028	0.0001	0.0001	4.000000e-03
LLW - beta	Média	5.690	0.0044	-1.311	-1.012	-0.0500	-0.0560	7.270000e-01
	Viés	0.090	0.0040	-0.011	-0.012	0.0000	-0.0010	-2.300000e-02
	Desvio padrão	0.768	0.1610	0.183	0.166	0.0090	0.0100	5.500000e-02
	EQM	0.598	0.0259	0.034	0.028	0.0001	0.0001	4.000000e-03
LOBS	Média	5.526	-0.1841	-1.762	-1.040	-0.3380	-0.1130	2.653192e+07
	Viés	-0.074	-0.1840	-0.462	-0.040	-0.2880	-0.0580	2.653192e+07
	Desvio padrão	1.691	3.8746	3.571	2.378	0.3280	0.2660	4.168116e+08
	EQM	2.858	15.0086	12.931	5.644	0.1900	0.0739	1.739949e+17
Log-logística	Média	5.439	0.0037	-1.321	-1.030	-0.0510	-0.0560	6.350000e-01
	Viés	-0.161	0.0040	-0.021	-0.030	-0.0010	-0.0010	-1.150000e-01
	Desvio padrão	0.765	0.1688	0.186	0.177	0.0090	0.0100	5.200000e-02
	EQM	0.611	0.0285	0.035	0.032	0.0001	0.0001	1.600000e-02
LWLLG	Média	6.623	0.0065	-1.307	-1.012	-0.0500	-0.0550	6.700000e-01
	Viés	1.023	0.0060	-0.007	-0.012	0.0000	0.0000	-8.000000e-02
	Desvio padrão	1.165	0.1635	0.186	0.173	0.0090	0.0100	5.660000e-01
	EQM	2.403	0.0268	0.035	0.030	0.0001	0.0001	3.260000e-01
LWMOW	Média	5.644	0.0055	-1.306	-1.007	-0.0500	-0.0550	8.570000e-01
	Viés	0.044	0.0060	-0.006	-0.007	0.0000	0.0000	1.070000e-01
	Desvio padrão	0.978	0.1617	0.185	0.169	0.0090	0.0100	3.170000e-01
	EQM	0.957	0.0262	0.034	0.029	0.0001	0.0001	1.120000e-01
Weibull	Média	5.627	0.0046	-1.307	-1.006	-0.0500	-0.0550	7.420000e-01
	Viés	0.027	0.0050	-0.007	-0.006	0.0000	0.0000	-8.000000e-03
	Desvio padrão	0.752	0.1604	0.183	0.165	0.0090	0.0100	5.600000e-02
	EQM	0.567	0.0257	0.033	0.027	0.0001	0.0001	3.000000e-03

Tabela A.98: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	627.69	661.41	0.0	0.0	99.9	12.8	66.95
LLW - beta	627.57	661.28	0.0	0.0	99.7	9.6	65.45
LOBS	-179938.52	-179900.59	18.8	18.8	57.2	0.8	98.84
Log-logística	630.32	659.82	9.7	9.7	97.4	8.9	88.75
LWLLG	629.57	667.50	0.0	0.0	100.0	22.8	69.35
LWMOW	628.89	666.82	1.3	0.0	100.0	30.3	17.58
Weibull	625.38	654.88	70.2	71.4	99.7	14.8	-



Tabela A.99: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.144	-0.0006	-1.302	-1.000	-0.0500	-0.0550	7.320000e-01
	Viés	0.544	-0.0010	-0.002	0.000	0.0000	0.0000	-1.800000e-02
	Desvio padrão	0.732	0.0934	0.115	0.101	0.0050	0.0050	3.100000e-02
	EQM	0.832	0.0087	0.013	0.010	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.617	-0.0008	-1.302	-1.001	-0.0500	-0.0550	7.290000e-01
	Viés	0.017	-0.0010	-0.002	-0.001	0.0000	0.0000	-2.100000e-02
	Desvio padrão	0.429	0.0935	0.115	0.100	0.0050	0.0050	3.000000e-02
	EQM	0.184	0.0087	0.013	0.010	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.380	-0.1175	-1.319	-1.751	-0.3830	-0.0850	1.817218e+06
	Viés	-0.220	-0.1170	-0.019	-0.751	-0.3330	-0.0300	1.817217e+06
	Desvio padrão	1.697	2.6547	3.125	3.894	0.3280	0.2440	1.776462e+07
	EQM	2.911	7.0235	9.717	15.648	0.2178	0.0602	3.172054e+14
Log-logística	Média	5.308	-0.0007	-1.283	-0.995	-0.0500	-0.0560	6.200000e-01
	Viés	-0.292	-0.0010	0.017	0.005	0.0000	-0.0010	-1.300000e-01
	Desvio padrão	0.399	0.0992	0.113	0.107	0.0050	0.0050	2.800000e-02
	EQM	0.244	0.0098	0.013	0.012	0.0000	0.0000	1.800000e-02
LWLLG	Média	6.786	0.0017	-1.298	-0.992	-0.0490	-0.0550	5.570000e-01
	Viés	1.186	0.0020	0.002	0.008	0.0010	0.0000	-1.930000e-01
	Desvio padrão	0.754	0.0942	0.118	0.103	0.0050	0.0050	4.830000e-01
	EQM	1.974	0.0089	0.014	0.011	0.0000	0.0000	2.700000e-01
LWMOW	Média	5.617	-0.0011	-1.304	-0.998	-0.0500	-0.0550	8.390000e-01
	Viés	0.017	-0.0010	-0.004	0.002	0.0000	0.0000	8.900000e-02
	Desvio padrão	0.475	0.0931	0.116	0.101	0.0050	0.0050	1.710000e-01
	EQM	0.225	0.0087	0.013	0.010	0.0000	0.0000	3.700000e-02
Weibull	Média	5.606	-0.0009	-1.304	-0.999	-0.0500	-0.0550	7.480000e-01
	Viés	0.006	-0.0010	-0.004	0.001	0.0000	0.0000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.383	0.0929	0.116	0.100	0.0050	0.0050	3.100000e-02
	EQM	0.147	0.0086	0.013	0.010	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.100: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1718.87	1761.38	3.0	0.0	99.8	13.0	69.95
LLW - beta	1719.16	1761.67	0.1	0.0	99.7	9.4	70.5
LOBS	-507474.57	-507426.75	9.2	9.2	13.0	0.0	99.23
Log-logística	1739.09	1776.28	0.0	0.6	52.6	0.0	99.45
LWLLG	1722.19	1770.01	0.4	0.0	99.9	18.7	80.25
LWMOW	1719.99	1767.81	2.5	0.0	100.0	41.5	13.75
Weibull	1716.51	1753.70	84.7	90.2	99.9	17.2	-

Tabela A.101: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.093	-0.0002	-1.303	-1.005	-0.0500	-0.0550	7.340000e-01
	Viés	0.493	0.0000	-0.003	-0.005	0.0000	0.0000	-1.600000e-02
	Desvio padrão	0.651	0.0716	0.088	0.078	0.0040	0.0040	2.500000e-02
	EQM	0.666	0.0051	0.008	0.006	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.647	-0.0010	-1.302	-1.006	-0.0500	-0.0550	7.310000e-01
	Viés	0.047	-0.0010	-0.002	-0.006	0.0000	0.0000	-1.900000e-02
	Desvio padrão	0.368	0.0714	0.087	0.078	0.0040	0.0040	2.300000e-02
	EQM	0.138	0.0051	0.008	0.006	0.0000	0.0000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.334	0.1825	-1.660	-1.485	-0.4240	-0.0870	3.474183e+11
	Viés	-0.266	0.1830	-0.360	-0.485	-0.3740	-0.0320	3.474183e+11
	Desvio padrão	1.774	2.3458	3.597	2.799	0.4450	0.3060	3.837360e+12
	EQM	3.193	5.4911	12.961	8.003	0.3361	0.0939	1.472533e+25
Log-logística	Média	5.340	-0.0023	-1.291	-1.002	-0.0500	-0.0560	6.250000e-01
	Viés	-0.260	-0.0020	0.009	-0.002	0.0000	-0.0010	-1.250000e-01
	Desvio padrão	0.331	0.0764	0.086	0.083	0.0040	0.0040	2.200000e-02
	EQM	0.177	0.0058	0.007	0.007	0.0000	0.0000	1.600000e-02
LWLLG	Média	6.747	0.0006	-1.296	-0.996	-0.0490	-0.0550	5.450000e-01
	Viés	1.147	0.0010	0.004	0.004	0.0010	0.0000	-2.050000e-01
	Desvio padrão	0.673	0.0729	0.090	0.083	0.0050	0.0040	4.970000e-01
	EQM	1.767	0.0053	0.008	0.007	0.0000	0.0000	2.890000e-01
LWMOW	Média	5.615	-0.0010	-1.302	-1.002	-0.0500	-0.0550	8.410000e-01
	Viés	0.015	-0.0010	-0.002	-0.002	0.0000	0.0000	9.100000e-02
	Desvio padrão	0.387	0.0705	0.087	0.077	0.0040	0.0040	1.500000e-01
	EQM	0.150	0.0050	0.008	0.006	0.0000	0.0000	3.100000e-02
Weibull	Média	5.606	-0.0009	-1.303	-1.002	-0.0500	-0.0550	7.490000e-01
	Viés	0.006	-0.0010	-0.003	-0.002	0.0000	0.0000	-1.000000e-03
	Desvio padrão	0.317	0.0706	0.087	0.077	0.0040	0.0040	2.400000e-02
	EQM	0.100	0.0050	0.008	0.006	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.102: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 75% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2900.88	2947.47	3.4	0.0	100.0	11.8	69.1
LLW - beta	2901.46	2948.05	0.7	0.0	100.0	9.7	70.45
LOBS	-897973.69	-897921.28	6.0	6.0	2.5	0.0	99.47
Log-logística	2932.13	2972.90	0.0	0.1	22.2	0.0	99.85
LWLLG	2904.75	2957.17	0.2	0.0	99.9	15.7	81.85
LWMOW	2901.23	2953.65	2.5	0.0	100.0	43.6	14.75
Weibull	2898.61	2939.38	87.2	93.8	100.0	19.1	-

Tabela A.103: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.044	-0.0023	-1.305	-1.005	-0.0510	-0.0550	7.230000e-01
	Viés	0.444	-0.0020	-0.005	-0.005	-0.0010	0.0000	-2.700000e-02
	Desvio padrão	1.156	0.1799	0.210	0.191	0.0100	0.0110	6.300000e-02
	EQM	1.534	0.0324	0.044	0.037	0.0001	0.0001	5.000000e-03
LLW - beta	Média	5.693	-0.0043	-1.307	-1.005	-0.0510	-0.0550	7.270000e-01
	Viés	0.093	-0.0040	-0.007	-0.005	-0.0010	0.0000	-2.300000e-02
	Desvio padrão	0.879	0.1791	0.211	0.188	0.0100	0.0110	6.000000e-02
	EQM	0.781	0.0321	0.045	0.036	0.0001	0.0001	4.000000e-03
LOBS	Média	5.500	-0.0272	-1.858	-0.943	-0.3290	-0.1110	2.228051e+06
	Viés	-0.100	-0.0270	-0.558	0.057	-0.2790	-0.0560	2.228050e+06
	Desvio padrão	1.558	2.6511	3.053	2.020	0.3320	0.2670	3.687237e+07
	EQM	2.432	7.0107	9.609	4.074	0.1879	0.0744	1.360995e+15
Log-logística	Média	5.466	-0.0039	-1.316	-1.023	-0.0510	-0.0560	6.460000e-01
	Viés	-0.134	-0.0040	-0.016	-0.023	-0.0010	-0.0010	-1.040000e-01
	Desvio padrão	0.872	0.1878	0.213	0.197	0.0100	0.0110	5.600000e-02
	EQM	0.779	0.0353	0.045	0.040	0.0001	0.0001	1.400000e-02
LWLLG	Média	6.436	-0.0037	-1.300	-1.011	-0.0500	-0.0550	7.460000e-01
	Viés	0.836	-0.0040	0.000	-0.011	0.0000	0.0000	-4.000000e-03
	Desvio padrão	1.222	0.1804	0.215	0.193	0.0110	0.0110	6.240000e-01
	EQM	2.190	0.0325	0.046	0.037	0.0001	0.0001	3.890000e-01
LWMOW	Média	5.673	-0.0007	-1.301	-0.998	-0.0510	-0.0550	8.320000e-01
	Viés	0.073	-0.0010	-0.001	0.002	-0.0010	0.0000	8.200000e-02
	Desvio padrão	1.111	0.1786	0.213	0.191	0.0100	0.0110	3.220000e-01
	EQM	1.238	0.0319	0.045	0.037	0.0001	0.0001	1.100000e-01
Weibull	Média	5.637	-0.0042	-1.302	-0.999	-0.0510	-0.0550	7.400000e-01
	Viés	0.037	-0.0040	-0.002	0.001	-0.0010	0.0000	-1.000000e-02
	Desvio padrão	0.868	0.1780	0.211	0.188	0.0100	0.0110	6.000000e-02
	EQM	0.755	0.0317	0.045	0.035	0.0001	0.0001	4.000000e-03

Tabela A.104: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	542.32	576.04	0.0	0.0	99.9	12.5	65.38
LLW - beta	542.36	576.08	0.0	0.0	99.8	8.6	63.62
LOBS	-167164.64	-167126.71	18.3	18.3	59.3	1.4	99.27
Log-logística	543.50	573.01	13.5	13.5	98.2	15.7	83.3
LWLLG	544.92	582.85	0.0	0.0	99.9	22.2	68.04
LWMOW	543.89	581.83	1.2	0.0	99.9	26.6	17.76
Weibull	540.22	569.73	67.0	68.2	99.5	12.9	-

Tabela A.105: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.086	0.0002	-1.302	-1.008	-0.0500	-0.0550	7.320000e-01
	Viés	0.486	0.0000	-0.002	-0.008	0.0000	0.0000	-1.800000e-02
	Desvio padrão	0.759	0.1047	0.131	0.112	0.0060	0.0050	3.600000e-02
	EQM	0.813	0.0110	0.017	0.013	0.0000	0.0000	2.000000e-03
LLW - beta	Média	5.681	-0.0006	-1.302	-1.008	-0.0500	-0.0550	7.310000e-01
	Viés	0.081	-0.0010	-0.002	-0.008	0.0000	0.0000	-1.900000e-02
	Desvio padrão	0.476	0.1050	0.131	0.112	0.0060	0.0050	3.400000e-02
	EQM	0.233	0.0110	0.017	0.013	0.0000	0.0000	2.000000e-03
LOBS	Média	5.534	-0.4243	-1.108	-1.213	-0.4300	-0.0870	7.637724e+20
	Viés	-0.066	-0.4240	0.192	-0.213	-0.3800	-0.0320	7.637724e+20
	Desvio padrão	1.759	3.2886	4.502	3.955	0.4530	0.3520	8.641096e+21
	EQM	3.075	10.9101	20.147	15.562	0.3483	0.1242	7.466854e+43
Log-logística	Média	5.353	-0.0016	-1.277	-1.004	-0.0510	-0.0560	6.310000e-01
	Viés	-0.247	-0.0020	0.023	-0.004	-0.0010	-0.0010	-1.190000e-01
	Desvio padrão	0.460	0.1118	0.128	0.120	0.0060	0.0060	3.200000e-02
	EQM	0.273	0.0125	0.017	0.014	0.0000	0.0000	1.500000e-02
LWLLG	Média	6.630	-0.0009	-1.295	-1.001	-0.0490	-0.0550	6.150000e-01
	Viés	1.030	-0.0010	0.005	-0.001	0.0010	0.0000	-1.350000e-01
	Desvio padrão	0.832	0.1076	0.132	0.115	0.0060	0.0060	5.260000e-01
	EQM	1.754	0.0116	0.018	0.013	0.0000	0.0000	2.950000e-01
LWMOW	Média	5.654	0.0000	-1.305	-1.005	-0.0500	-0.0550	8.380000e-01
	Viés	0.054	0.0000	-0.005	-0.005	0.0000	0.0000	8.800000e-02
	Desvio padrão	0.547	0.1048	0.133	0.112	0.0060	0.0050	2.100000e-01
	EQM	0.302	0.0110	0.018	0.013	0.0000	0.0000	5.200000e-02
Weibull	Média	5.624	-0.0003	-1.306	-1.005	-0.0500	-0.0550	7.470000e-01
	Viés	0.024	0.0000	-0.006	-0.005	0.0000	0.0000	-3.000000e-03
	Desvio padrão	0.449	0.1042	0.132	0.112	0.0060	0.0050	3.500000e-02
	EQM	0.202	0.0108	0.018	0.012	0.0000	0.0000	1.000000e-03

Tabela A.106: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	1472.48	1514.99	3.0	0.0	100.0	12.1	65.5
LLW - beta	1472.63	1515.13	0.1	0.0	99.9	9.2	66.05
LOBS	-479220.53	-479172.71	6.0	6.0	21.5	0.1	99.63
Log-logística	1485.39	1522.58	0.8	1.5	76.0	0.4	98.45
LWLLG	1473.57	1521.39	0.6	0.0	99.9	21.2	76
LWMOW	1473.68	1521.49	1.6	0.0	100.0	37.9	15.85
Weibull	1470.23	1507.43	87.8	92.4	100.0	19.0	-

Tabela A.107: Estimativas dos parâmetros obtidas segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 2500$ ).

Modelo ajustado	Medida	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\sigma$
LLW - alpha	Média	6.062	0.0014	-1.299	-1.001	-0.0500	-0.055	7.340000e-01
	Viés	0.462	0.0010	0.001	-0.001	0.0000	0.000	-1.600000e-02
	Desvio padrão	0.663	0.0774	0.099	0.086	0.0040	0.004	2.700000e-02
	EQM	0.653	0.0060	0.010	0.007	0.0000	0.000	1.000000e-03
LLW - beta	Média	5.671	0.0013	-1.299	-1.002	-0.0500	-0.055	7.330000e-01
	Viés	0.071	0.0010	0.001	-0.002	0.0000	0.000	-1.700000e-02
	Desvio padrão	0.383	0.0772	0.099	0.086	0.0040	0.004	2.700000e-02
	EQM	0.152	0.0060	0.010	0.007	0.0000	0.000	1.000000e-03
LOBS	Média	5.559	-0.3017	-1.617	-1.275	-0.3520	-0.102	5.514870e+03
	Viés	-0.041	-0.3020	-0.317	-0.275	-0.3020	-0.047	5.514120e+03
	Desvio padrão	1.857	3.5230	2.839	2.787	0.3300	0.182	4.589944e+04
	EQM	3.408	12.3529	8.066	7.749	0.1986	0.035	2.111782e+09
Log-logística	Média	5.360	0.0002	-1.282	-1.003	-0.0500	-0.056	6.380000e-01
	Viés	-0.240	0.0000	0.018	-0.003	0.0000	-0.001	-1.120000e-01
	Desvio padrão	0.373	0.0815	0.097	0.091	0.0050	0.005	2.500000e-02
	EQM	0.196	0.0066	0.010	0.008	0.0000	0.000	1.300000e-02
LWLLG	Média	6.662	0.0020	-1.294	-0.998	-0.0490	-0.055	6.040000e-01
	Viés	1.062	0.0020	0.006	0.002	0.0010	0.000	-1.460000e-01
	Desvio padrão	0.752	0.0776	0.101	0.089	0.0050	0.005	4.750000e-01
	EQM	1.693	0.0060	0.010	0.008	0.0000	0.000	2.470000e-01
LWMOW	Média	5.603	0.0015	-1.300	-0.998	-0.0500	-0.055	8.310000e-01
	Viés	0.003	0.0010	0.000	0.002	0.0000	0.000	8.100000e-02
	Desvio padrão	0.461	0.0771	0.100	0.086	0.0040	0.004	1.700000e-01
	EQM	0.213	0.0059	0.010	0.007	0.0000	0.000	3.500000e-02
Weibull	Média	5.602	0.0013	-1.301	-0.998	-0.0500	-0.055	7.480000e-01
	Viés	0.002	0.0010	-0.001	0.002	0.0000	0.000	-2.000000e-03
	Desvio padrão	0.363	0.0768	0.099	0.085	0.0040	0.004	2.700000e-02
	EQM	0.132	0.0059	0.010	0.007	0.0000	0.000	1.000000e-03

Tabela A.108: Critérios AIC e BIC, estatística de KS e TRVG obtidos segundo os modelos paramétricos ajustados (modelo Weibull para a simulação das amostras, com 80% de censura e  $n = 1500$ ).

Modelo ajustado	Média AIC	Média BIC	% AIC	% BIC	% KS	% KS 2	% TRVG
LLW - alpha	2488.68	2535.27	3.2	0.0	99.9	12.8	67.25
LLW - beta	2489.09	2535.69	0.2	0.0	99.9	9.8	68.4
LOBS	-770391.58	-770339.16	3.9	3.9	2.6	0.0	99.69
Log-logística	2509.39	2550.15	0.0	0.3	48.7	0.0	99.65
LWLLG	2492.96	2545.38	0.7	0.0	99.9	17.1	79.65
LWMOW	2489.43	2541.85	2.8	0.0	100.0	41.8	17.3
Weibull	2486.55	2527.32	89.2	95.8	100.0	18.5	-



---

## Referências bibliográficas

- Akaike, H., 1998. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, in: Selected Papers of Hirotugu Akaike. Springer, pp. 199–213.
- Alzaatreh, A., Lee, C., Famoye, F., 2013. A new method for generating families of continuous distributions. *Metron* 71, 63–79.
- Birnbaum, Z.W., Saunders, S.C., 1969. A new family of life distributions. *Journal of applied probability* 6, 319–327.
- Charlson, M.E., Pompei, P., Ales, K.L., MacKenzie, C.R., 1987. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *Journal of chronic diseases* 40, 373–383.
- Colosimo, E.A., Giolo, S.R., 2006. Análise de sobrevivência aplicada. Editora Blucher.
- Cordeiro, G.M., De Lima, M.D.C.S., Ortega, E.M.M., Suzuki, A.K., 2018. A new extended birnbaum–saunders model: Properties, regression and applications. *Stats* 1, 32–47.
- Cordeiro, G.M., M. Ortega, E.M., Ramires, T.G., 2015. A new generalized weibull family of distributions: Mathematical properties and applications. *Journal of Statistical Distributions and Applications* 2, 1–25.
- Cordeiro, G.M., Ortega, E.M., Popović, B.V., Pescim, R.R., 2014. The lomax generator of distributions: Properties, minification process and regression model. *Applied Mathematics and Computation* 247, 465–486.
- Cox, D.R., 1972. Regression models and life-tables. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)* 34, 187–202.
- Cox, D.R., Snell, E.J., 1968. A general definition of residuals. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)* 30, 248–265.
- De Santana, T.V.F., Ortega, E.M., Cordeiro, G.M., Silva, G.O., 2012. The kumaraswamy-log-logistic distribution. *Journal of Statistical Theory and Applications* 11, 265–291.
- Fachini-Gomes, J.B., Ortega, E.M., Cordeiro, G.M., Suzuki, A.K., 2018. The bivariate kumaraswamy weibull regression model: A complete classical and bayesian analysis. *Communications for Statistical Applications and Methods* 25, 523–544.
- Fleming, T.R., O’Fallon, J.R., O’Brien, P.C., Harrington, D.P., 1980. Modified kolmogorov-smirnov test procedures with application to arbitrarily right-censored data. *Biometrics*

- 607–625.
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S., 1999. Applied survival analysis: Time-to-event. Wiley-Interscience.
- Kaplan, E.L., Meier, P., 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American statistical association* 53, 457–481.
- Klein, J.P., Moeschberger, M.L., 2003. Survival analysis: Techniques for censored and truncated data. Springer.
- Korkmaz, M.Ç., Cordeiro, G.M., Yousof, H.M., Pescim, R.R., Affy, A.Z., Nadarajah, S., 2019. The weibull marshall–olkin family: Regression model and application to censored data. *Communications in Statistics-Theory and Methods* 48, 4171–4194.
- Kumaraswamy, P., 1980. A generalized probability density function for double-bounded random processes. *Journal of hydrology* 46, 79–88.
- Lachos, V.H., Dey, D.K., Cancho, V.G., Louzada, F., 2017. Scale mixtures log-birnbaum–saunders regression models with censored data: A bayesian approach. *Journal of Statistical Computation and Simulation* 87, 2002–2022.
- Lawless, J.F., 2011. Statistical models and methods for lifetime data. John Wiley & Sons.
- Lomax, K.S., 1954. Business failures: Another example of the analysis of failure data. *Journal of the American Statistical Association* 49, 847–852.
- Marshall, A.W., Olkin, I., 1997. A new method for adding a parameter to a family of distributions with application to the exponential and weibull families. *Biometrika* 84, 641–652.
- Nelson, W.B., 2009. Accelerated testing: Statistical models, test plans, and data analysis. John Wiley & Sons.
- Ortega, E.M., Lemonte, A.J., Cordeiro, G.M., Cruz, J.N. da, 2016. The odd birnbaum–saunders regression model with applications to lifetime data. *Journal of Statistical Theory and Practice* 10, 780–804.
- Schwarz, G., 1978. Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics* 461–464.
- Vuong, Q.H., 1989. Likelihood ratio tests for model selection and non-nested hypotheses. *Econometrica: journal of the Econometric Society* 307–333.