

**RAE-CEA 09P21**

**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:  
"ESTUDO DE SUBSTANTIVIDADE DE UMA COMPOSIÇÃO  
AROMÁTICA EM PELE".**

**Chang Chiann**

**Aline Santos Damascena**

**Elivane da Silva Victor**

**São Paulo, Dezembro de 2009**

**CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP**  
**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA**

**TÍTULO:** “Estudo de substantividade de uma composição aromática em pele.”

**PESQUISADOR:** Claudia Silva Cortez Pereira

**INSTITUIÇÃO:** Givaudan

**FINALIDADE DO PROJETO:** Empresa

**RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE:** Chang Chiann  
Aline Santos Damascena  
Elivane da Silva Victor

**REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:**

CHIANN, C., DAMASCENA, A. S. e VICTOR, E. S.. Relatório de análise estatística sobre o projeto: “**Estudo de substantividade de uma composição aromática em pele**” São Paulo, IME-USP, 2009. (RAE – CEA – 09P21).

## FICHA TÉCNICA

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BUSSAB, W.O. e MORETTIN, P.A. (2007). **Estatística Básica, 5ª ed.**. São Paulo: Saraiva.

COLOSIMO, E. A. e GIOLO, S. R. (2006). **Análise de Sobrevivência Aplicada, 1ª ed.** São Paulo : Edgard Blücher.

FARAWAY, J. J. (2006). **Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models.** Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.

GREEN, B.G.; SHAFFER, G.S.; GILMORE, M.M. (1993) **Derivation and evaluation of a semantic scale of oral sensation magnitude with apparent radio properties.** Chemical Senses, n.18, p.683-702.

LAWLESS, J. F. (2003). **Statistical models and methods for lifetime data, 2ª ed.** Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience.

NETER, J., KUTNER, M. H., NACHTSHEM, C. J. & WASSERMAN, W. (2005). **Applied Linear Statistical Models, 5th Ed.**, Homewood: Chicago.

PINHEIRO, J. C. & BATES, D. M. (2000). **Mixed-effects models in S and S-PLUS.** New York: Springer.

SHUMWAY, R.H. & STOFFER, D.S.(2000). **Time series analysis and its applications.** New York : Springer

**PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:**

Microsoft Office (2007)

MINITAB 15

R 2.10

**TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS:**

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise Descritiva Multidimensional (03:020)

Análise de Sobrevivência (13:070)

Análise de Regressão Clássica (07:020)

Análise de Variância com Modelos Mistos (08:030)

Estimação Paramétrica Unidimensional (04:010)

**ÁREA DE APLICAÇÃO:**

14:120 Aplicações Técnicas e Industriais

14:990 Outros

## Índice

Resumo.....	6
1. Introdução.....	7
2. Descrição do estudo.....	8
2.1. Corpos de prova .....	9
2.2. Avaliadores (painelistas).....	9
2.3. Obtenção dos dados .....	9
3. Descrição das variáveis .....	11
4. Descrição dos dados.....	11
4.1. Medidas resumo .....	11
4.2. Gráficos de perfis.....	12
4.2.1. Considerações para o experimento A x Placebo.....	13
4.2.2. Considerações para o experimento B x Placebo.....	14
4.2.3. Considerações para o experimento A x B .....	15
4.3. Curvas de tábua de vida .....	15
4.3.1. Considerações para o estudo com falha ‘fraca’ .....	16
4.3.2. Considerações para o estudo com falha ‘moderada’ .....	17
5. Análise Inferencial .....	19
5.1. Comparações de Intensidade entre fragrâncias e corpos de prova .....	19
5.2. Substantividade .....	24
APÊNDICE A - Tabelas da Análise Descritiva .....	26
APÊNDICE B - Gráficos da Análise Descritiva .....	29
APÊNDICE C - Resultados da Análise Inferencial .....	51

## **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo estudar o desempenho de fragrâncias na pele através de avaliações de percepção. Foram estudadas duas fragrâncias e um placebo ao longo de três dias. Todos os dados foram obtidos através de medições feitas por diferentes avaliadores treinados em duas pessoas (corpos de prova) utilizando as fragrâncias. A intensidade das fragrâncias foi medida em cinco diferentes momentos para cada dia do estudo, com o auxílio da escala LMS. As variáveis foram analisadas descritivamente através de medidas de posição e dispersão, gráficos de perfis individuais e médios e curvas de tábua de vida. Na análise inferencial foram utilizados modelos lineares mistos para realizar as comparações entre as fragrâncias e corpos de prova ao longo do tempo e modelos de regressão linear em séries temporais com dados log-transformados para a estimação do tempo de duração das fragrâncias. Observou-se que a intensidade avaliada nos diferentes experimentos apresenta valores maiores para o corpo de prova feminino e fragrância A, que também foi a mais duradoura.

## **1. Introdução**

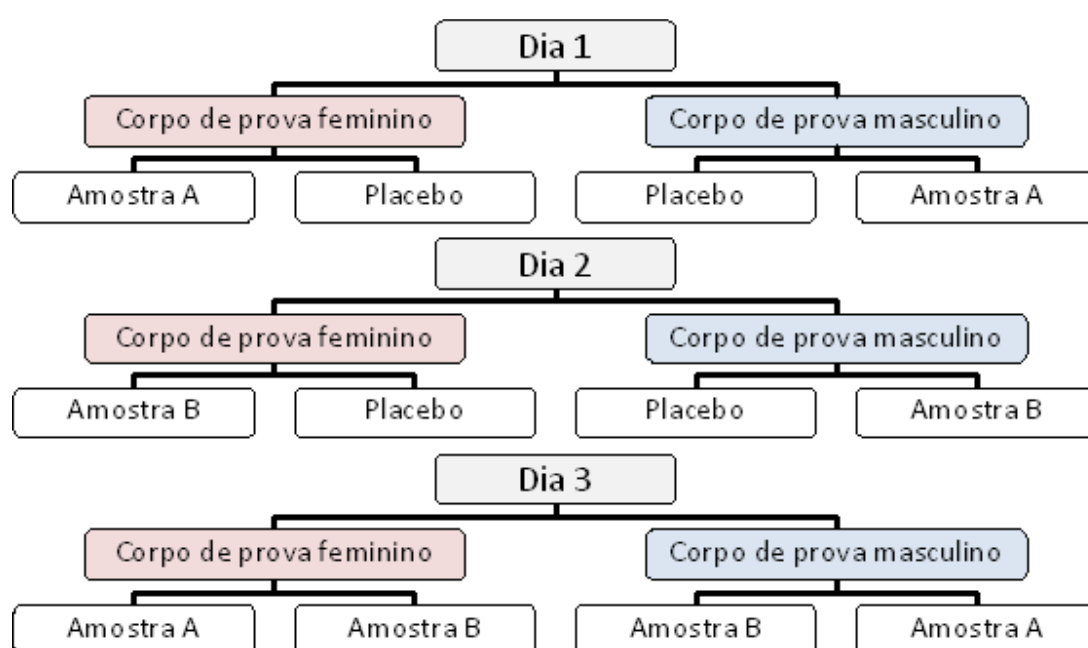
Todos os consumidores de perfumes desejam que a fragrância escolhida tenha a maior duração possível. Com isso, torna-se necessária a aplicação de técnicas que possibilitem caracterizar o comportamento da intensidade das fragrâncias na pele durante um intervalo de tempo pré-estabelecido, com o intuito de compará-las e aprimorá-las.

Realizou-se neste trabalho a análise estatística dos dados provenientes do projeto “Estudo de substantividade de uma composição aromática em pele”, da empresa Givaudan. O objetivo do estudo é obter e aplicar uma metodologia adequada para estudar o desempenho de uma fragrância, avaliado sensorialmente por meio da escala LMS (Labeled Magnitude Scale), ao longo de um intervalo de tempo de duração pré-fixada, assim como estimar a sua durabilidade em um ambiente com características controladas (por exemplo: temperatura e movimentação dos corpos de prova).

## 2. Descrição do estudo

Com o intuito de estudar o comportamento de fragrâncias em pele ao longo do tempo, foram realizados experimentos com duas diferentes fragrâncias (amostra A e amostra B) e um placebo, composto de 73% de álcool e 27% de água, que constituiu o controle. Foram realizados três experimentos em que as composições do estudo foram aplicadas nos antebraços de dois corpos de prova (voluntários que trabalham na empresa e compuseram os dois corpos de prova dos três dias de experimentos). No primeiro dia, realizou-se um experimento com as composições A e placebo, no segundo com as composições B e placebo e, finalmente, foram aplicadas as composições A e B no último dia. A Figura 1 apresentada a seguir ilustra as características do estudo.

**Figura 1. Fluxograma representando o desenho do estudo**





## 2.1. Corpos de prova

Dois voluntários constituíram os corpos de prova durante os três dias do estudo, sendo um do sexo masculino e um do sexo feminino. Cada corpo de prova recebeu em um experimento duas composições diferentes, sendo que cada uma foi aplicada em uma área de 25cm<sup>2</sup> de um dos antebraços. A atribuição das composições aos antebraços direito e esquerdo foi aleatorizada, assim como a sequência em que as fragrâncias foram avaliadas pelos avaliadores.

## 2.2. Avaliadores (painelistas)

A intensidade das fragrâncias foi avaliada de forma sensorial em cinco instantes de tempo, por treze avaliadores e pelos dois corpos de prova. Estas avaliações foram realizadas com o auxílio da escala descrita no próximo item.

Os avaliadores foram orientados a fazer as avaliações individuais (fragrância A, B e placebo), sem comparar as amostras.

## 2.3. Obtenção dos dados

Todas as avaliações foram realizadas com o auxílio de um *palm top*. Os dados foram obtidos através de avaliações de percepção da fragrância realizadas por avaliadores utilizando-se a escala LMS (Labeled Magnitude Scale), ilustrada na Figura 2, que é uma escala destinada a quantificar todos os tipos de intensidades de percepções orais (GREEN et al.,1993). Trata-se de uma escala semântica de percepção, caracterizada por espaçamentos não-lineares (semi-logarítmicos) das categorias. A intensidade das sensações é usualmente comunicada por meio de palavras e não de números. Desse modo, com a LMS, a tarefa de avaliar intensidades torna-se mais natural e direta.

Em cada um dos três dias do experimento, os corpos de prova recebiam na ocasião da aplicação da fragrância um *palm top* que continha a escala LMS na tela. Em posse do *palm top*, os corpos de prova deveriam ir até o local onde os avaliadores estavam realizando suas tarefas habituais na empresa para que estes pudessem

avaliar a intensidade da fragrância no corpo de prova. Em alguns instantes de tempo alguns dos avaliadores não foram encontrados e, com isso, algumas avaliações não foram realizadas, constituindo os dados faltantes do experimento.

As escolhas dos avaliadores eram feitas através de um toque na tela na altura correspondente à intensidade avaliada. Os dados eram imediatamente convertidos em centímetros e registrados. Para cada combinação possível de amostra e corpo de prova, dentro de cada experimento, tem-se 15 avaliações realizadas por 15 avaliadores em cinco instantes de tempo, totalizando setenta e cinco observações para os casos em que não há dados faltantes.

**Figura 2. Escala de avaliação sensorial LMS**

Time: \_\_\_\_\_

Which arm has stronger intensity (Select one)?

☐ Your LEFT side
 ☐ Your RIGHT side

Rate the intensity of the smell on each side by marking perpendicularly on the line.

YOUR LEFT SIDE

Strongest Imaginable  
 Very Strong  
 Strong  
 Moderate  
 Weak  
 Barely Detectable

YOUR RIGHT SIDE

Strongest Imaginable  
 Very Strong  
 Strong  
 Moderate  
 Weak  
 Barely Detectable

### 3. Descrição das variáveis

A *variável resposta* observada no estudo foi:

- **IP**: intensidade de perfume avaliada na escala LMS (cm);

As *variáveis explicativas (fatores)* observadas no estudo foram:

- Tempo ou instante da avaliação (0h; 1,5h; 3h; 4,5h; 6h);
- Fragrância utilizada (A, B ou Placebo);
- Gênero do corpo de prova (Feminino ou Masculino).
- Dia do experimento (1,2 ou 3)

### 4. Descrição dos dados

A análise preliminar é composta da descrição dos dados por meio de medidas resumo, gráficos de perfis individuais e médios e curvas do estimador tábua de vida. As medidas e gráficos obtidos são apresentados respectivamente nos Apêndices A e B. Detalhes sobre as técnicas de construção do estimador tábua de vida podem ser encontrados em, por exemplo, COLOSIMO e GIOLO (2007) e BUSSAB e MORETIN (2007).

#### 4.1. Medidas resumo

Para caracterizar a magnitude e a variabilidade da variável **IP**, foram construídas as Tabelas A.1 a A.3, contendo a média, o desvio padrão e outras medidas calculadas para a **IP** avaliada por 15 avaliadores nos diferentes instantes de tempo para cada experimento, amostra e corpo de prova.

Pela Tabela A.1, referente ao experimento A x Placebo, pode-se notar que os valores médios de **IP** são maiores para o corpo de prova feminino quando comparado ao corpo de prova masculino em relação à amostra A, exceto no terceiro instante de avaliação. Quando o placebo é considerado, a situação se inverte, exceto no quarto momento de avaliação (4,5h). Notamos que a variabilidade entre avaliadores é similar

para os dois corpos de prova quando a amostra A é considerada. Para o placebo, nota-se maior variabilidade no primeiro instante de avaliação.

Quando observamos a Tabela A.2, notamos que a **IP** média para os dois corpos de prova são similares, exceto no terceiro e quarto momentos de avaliação (3h e 4,5h), quando a amostra B é considerada. Notamos que a **IP** para o placebo é similar para os dois corpos de prova e menor quando comparada aos valores correspondentes do experimento A x Placebo.

Para o experimento A x B, representado na Tabela A.3, notamos que as médias de **IP** são mais intensas para a fragrância A no instante inicial, independente do corpo de prova. O decaimento de **IP** para o corpo de prova masculino é mais intenso que para o corpo de prova feminino, sugerindo que o comportamento das fragrâncias depende do corpo de prova considerado. Ao término do experimento (6h), notamos que as médias de **IP** são maiores quando o corpo de prova feminino é considerado, independente da fragrância. Notamos também que, para um mesmo corpo de prova, não há indícios de diferença entre as médias de **IP** para as diferentes fragrâncias.

#### 4.2. Gráficos de perfis

Construímos gráficos de perfis individuais para cada avaliador e perfis médios para cada fragrância dentro de cada experimento para observar o comportamento da intensidade das fragrâncias avaliadas ao longo do tempo. A análise dos gráficos foi feita considerando-se conjuntamente os perfis individuais e os médios, pois assim conseguiremos caracterizar o comportamento médio das avaliações ao longo do tempo, além de identificar avaliações discrepantes e comportamentos adversos. Classificamos a variável **IP** nas categorias de intensidade ilustradas na Tabela 1. Os valores das avaliações serão comparados com estas categorias, delimitadas pelos valores de referência da escala de avaliação, representados em todos os gráficos por linhas horizontais e identificados na legenda apresentada no Apêndice B.

**Tabela 1. Classificação da intensidade**

Intensidade	Valor da intensidade (cm)	Interpretação para a intensidade
1	$0,0 \leq \mathbf{IP} \leq 0,3$	Menos intensa que quase indetectável
2	$0,3 < \mathbf{IP} \leq 1,2$	Intensidade entre quase indetectável e fraca
3	$1,2 < \mathbf{IP} \leq 3,4$	Intensidade entre fraca e moderada
4	$3,4 < \mathbf{IP} \leq 7,1$	Intensidade entre moderada e forte
5	$\mathbf{IP} > 7,1$	Mais intensa que forte

#### 4.2.1. Considerações para o experimento A x Placebo

Observando o Gráfico B.1, podemos visualizar o comportamento das quinze diferentes avaliações para a amostra A, no corpo de prova feminino, no decorrer do estudo, sendo que os valores de cada avaliação ao longo do tempo correspondem a uma linha (um perfil). Podemos notar que, no instante inicial, quatorze avaliações apresentaram classificação entre ‘moderada’ e ‘forte’, ou seja, intensidade ‘4’. Os valores de **IP** decresceram até o terceiro momento de avaliação, quando a maioria dos avaliadores registrou um aumento não esperado, no quarto momento de avaliação. Após seis horas do início do estudo, todas as classificações apresentaram intensidade ‘1’ ou ‘2’. Quando consideramos a amostra placebo, para o corpo de prova feminino no mesmo estudo (Gráfico B2), percebemos que os valores da maioria das avaliações apresentaram intensidade menor que ‘2’, decrescendo levemente, sendo que duas avaliações apresentaram também um acréscimo no quarto momento de medição.

Quando consideramos o corpo de prova masculino para este mesmo experimento, representado nos Gráficos B.3 e B.4, podemos notar que a maioria das observações decresce ao longo do tempo quando consideramos a amostra A, apresentando intensidade ‘4’ ou ‘3’ no instante inicial e classificações menores que ‘3’ após seis horas do início do estudo. Quando o placebo é considerado, observamos valores de **IP** maiores que o esperado no momento inicial, seguidos de um decréscimo abrupto entre o início e o segundo momento de avaliação. Podemos identificar neste gráfico uma avaliação discrepante, apresentando um acréscimo de aproximadamente dois centímetros na escala LMS entre o segundo e o terceiro momento de avaliação.

O Gráfico B.5 contém os perfis médios de **IP** para os casos descritos anteriormente. Por meio desse gráfico, podemos avaliar o quanto as discrepâncias

observadas nos perfis individuais afetam as médias para cada avaliação ao longo do tempo. Notamos que a média de **IP** para o corpo de prova masculino atinge a intensidade '3' em 1,5h enquanto que para o corpo de prova feminino isso acontece em 3h, para a amostra A. Podemos observar que o decaimento da média de **IP** para o corpo de prova masculino é mais estável para a amostra A, quando comparado ao do corpo de prova feminino e, ainda para esta amostra, as médias de **IP** para os dois corpos de prova são menores ou iguais a '2' em 6h sendo que, para o corpo de prova feminino, as médias apresentam valores ligeiramente maiores.

Para a amostra Placebo, observamos que as médias de **IP** para os dois corpos de prova permanecem com intensidade '1' exceto no instante inicial, em que a intensidade média é '3' para o corpo de prova masculino.

#### **4.2.2. Considerações para o experimento B x Placebo**

Os perfis para este experimento, realizado no segundo dia do estudo, estão dispostos nos Gráficos B.6 a B.10. Podemos notar pelos perfis individuais de **IP** para a amostra B no corpo de prova feminino, apresentados no Gráfico B.6, que o decaimento das avaliações é mais estável e aparenta menor variabilidade, quando comparado aos perfis da amostra A no primeiro dia do estudo. Estas características se mantêm para as avaliações do placebo nos dois corpos de prova (Gráficos B.7 e B.8) e também para as avaliações da amostra B no corpo de prova masculino. Para o placebo, observamos valores de **IP** iguais a '1' ou '2' para os dois corpos de prova.

Para a amostra B, observamos valores similares de **IP** para os corpos de prova, característica que pode ser claramente visualizada no Gráfico B.10, que contém os perfis médios de **IP** para o experimento considerado. Neste gráfico também podemos notar que as médias de **IP** para a amostra B assumem valores menores que '3' em uma hora e meia após o início do estudo. Para os dois corpos de prova, notamos que os perfis de **IP** se distanciam apenas no quarto instante de medição, quando a média de **IP** para o corpo de prova feminino apresenta valores maiores quando comparado ao corpo de prova masculino. No entanto, os valores médios de **IP** atingem a mesma magnitude no instante final do estudo.

#### 4.2.3. Considerações para o experimento A x B

Os perfis de “**IP**” referentes a este experimento, realizado no último dia do estudo, estão representados nos Gráficos B.11 a B.15.

Observando os Gráficos B.11 e B.12, que representam os valores de **IP** para as amostras A e B no corpo de prova feminino, podemos notar que os valores obtidos de **IP** são similares para as duas amostras, sendo que no segundo momento de avaliação a amostra B aparenta maior variabilidade quando comparada à amostra A. Quando o corpo de prova masculino é considerado (Gráficos B.13 e B.14), notamos que os valores de **IP** são menores, em média, quando comparadas ao corpo de prova feminino. No instante final, por exemplo, todos os valores de **IP** para o corpo de prova masculino, para as duas amostras, são classificados como ‘2’, enquanto que, para o corpo de prova feminino aproximadamente metade das classificações apresentam valor ‘3’.

O Gráfico B.15 contém os perfis médios de **IP** para as amostras A e B nos dois corpos de prova. Podemos notar que, no instante inicial, as classificações médias de **IP** para uma mesma amostra são coincidentes independentemente do corpo de prova considerado e, a partir do segundo momento de medição, os valores de **IP** médios para um mesmo corpo de prova se aproximam, sendo que os valores médios de **IP** para o corpo de prova feminino são maiores que para o corpo de prova masculino. Notamos adicionalmente que, após quatro horas e meia do início do estudo, as amostras são aparentemente indistinguíveis em um mesmo corpo de prova, em relação à variável **IP**.

#### 4.3. Curvas de tábuas de vida

Utilizamos o estimador tábuas de vida (COLOSIMO & GIOLO, 2007) como ferramenta para estimar a probabilidade ( $S(t)$ ) de uma fragrância apresentar classificação desejável em um determinado período de tempo  $t$ . Para tal estudo, definimos dois tipos de falhas para as fragrâncias. Em um primeiro momento, considerou-se que uma avaliação da fragrância falhou quando assumiu valor de **IP** igual ou inferior a 1,2 cm na escala LMS (valor correspondente à classificação ‘fraca’ na escala LMS), ou seja, intensidade ‘2’ ou ‘1’ (Tabela 1). Posteriormente, considerou-se

como falha um valor de **IP** igual ou inferior a 3,4 cm (valor correspondente à classificação 'moderada' na escala LMS), ou seja, intensidade '3' ou menor.

Através da representação gráfica desse estimador, conseguimos visualizar qual fragrância apresenta a maior probabilidade de não ser classificada como 'fraca' ou menos intensa, ao longo do tempo. Quanto mais superior for a curva referente a uma determinada fragrância, maior será a sua probabilidade de não ser classificada como 'fraca' ou menos intensa até determinado instante de avaliação.

A linha de cor preta em cada gráfico nas Figuras B.1 a B.12 representa o percentil correspondente ao maior instante de tempo em que no mínimo 75% dos avaliadores classificaram a fragrância como mais intensa que 'fraca'. A interpretação é similar quando a falha 'moderada' foi considerada.

As avaliações que não apresentaram falha até o instante da última avaliação do estudo, que ocorreu em 6h, foram consideradas como 'censuradas' e receberam o devido tratamento durante a construção do estimador tábua de vida.

#### **4.3.1. Considerações para o estudo com falha 'fraca'**

Para o experimento A x Placebo, observando a Figura B.1, nota-se que as curvas relativas à fragrância A, para ambos os corpos de prova, são superiores às curvas relativas ao placebo, indicando que a probabilidade da amostra A não ser classificada como 'fraca' ou menos intensa, ou seja, tendo intensidade '2' ou menor, é maior ao longo do tempo. Para o corpo de prova feminino, observa-se que essa probabilidade é maior, quando comparada com o corpo de prova masculino e quando se considera a amostra A. O maior instante de tempo em que no mínimo 75% dos avaliadores classificaram a amostra A como tendo intensidade '3' ou maior foi de 6h para o corpo de prova feminino e 3h para o corpo de prova masculino. Para o Placebo, esse tempo foi de 1,5h para os dois corpos de prova.

Para o experimento B x Placebo, observando a Figura B.2, nota-se que a curva referente ao corpo de prova feminino é superior à curva referente ao corpo de prova masculino, para a amostra B. Nesse experimento, todos os valores de **IP** referentes ao placebo apresentaram intensidade '2' ou '1' para ambos os corpos de prova, já no



instante inicial. Deste modo, não existe curva de sobrevivência para o Placebo. O máximo instante de tempo em que no mínimo 75% dos avaliadores classificaram a amostra B como tendo intensidade '3' ou maior foi de 4,5h para o corpo de prova feminino e 3h para o corpo de prova masculino.

Para o experimento A x B, observando a Figura B.3, nota-se que as curvas referentes ao corpo de prova feminino, em ambas as amostras, são superiores às curvas referentes ao corpo de prova masculino, até o instante 4,5h. Após esse instante, apenas para o corpo de prova feminino, a curva torna-se superior para a amostra B. O maior intervalo de tempo em que no mínimo 75% dos avaliadores classificaram as amostras A e B, como tendo intensidade igual ou superior '3', foi de 4,5h para os dois corpos de prova na amostra A. Para a amostra B, esse tempo foi de 3h para o corpo de prova masculino e 4,5 para o corpo de prova feminino.

Quando desconsideramos os corpos de prova, para o experimento A x Placebo (Figura B.4), a curva referente à amostra A é sempre superior à curva referente ao Placebo, indicando que a probabilidade da amostra A não ser classificada como tendo intensidade menor ou igual a '2' é maior ao longo do tempo, ou seja, a amostra A aparenta maior durabilidade. Para o experimento B x Placebo, notamos que alguns valores de **IP** eram maiores que 1 (Figura B.5). Para o experimento A x B (Figura B.6), a curva referente à amostra A é sempre superior à curva referente à amostra B (a diferença entre as curvas é bem pequena), indicando que a probabilidade da amostra A não ser classificada como tendo intensidade menor ou igual a '2' é maior ao longo do tempo.

#### **4.3.2. Considerações para o estudo com falha 'moderada'**

Para o experimento A x Placebo, observando a Figura B.7, notamos que as curvas relativas à fragrância A, para ambos os corpos de prova, são superiores às curvas relativas ao placebo, indicando que a probabilidade da amostra A não ser classificada como tendo intensidade menor ou igual a '3' é maior ao longo do tempo. Para o corpo de prova feminino e na amostra A, essa probabilidade é maior até o instante 3h. Após esse instante, a probabilidade torna-se ligeiramente maior para o corpo de prova masculino. Nesse experimento, todas as avaliações do corpo de prova

feminino para o placebo foram classificadas como tendo intensidade menor ou igual a '3' já no instante inicial. O maior instante de tempo em que no mínimo 75% dos avaliadores classificaram a amostra A como tendo intensidade '4' ou superior foi de 1,5h para os dois corpos de prova e nas duas amostras. No instante 4,5h, todas as avaliações já tinham sido classificadas como tendo intensidade menor ou igual a '3'.

Para o experimento B x Placebo, observando a Figura B.8, notamos que todas as avaliações referentes ao Placebo foram classificadas como tendo intensidade menor ou igual a '3', para ambos os corpos de prova, já no instante inicial. Deste modo, as considerações serão feitas apenas para a amostra B. Ainda na Figura B.8, observamos que as curvas referentes aos dois corpos de prova são coincidentes até o segundo instante de avaliação, que também foi o instante em que 75% dos avaliadores ou mais classificaram a amostra B, como tendo intensidade '4' ou maior. Notamos também que, para o corpo de prova feminino, uma avaliação apresentava classificação mais intensa que '4' no instante final do estudo.

Para o experimento A x B, observando a Figura B.9, notamos que as curvas referentes ao corpo de prova feminino, em ambas as amostras, são superiores às curvas referentes ao corpo de prova masculino, sendo que as curvas referentes à amostra A apresenta valores sempre maiores. Até o instante 3h, todas as avaliações referentes ao corpo de prova masculino e na amostra A foram classificadas como tendo intensidade menor ou igual a '3'. Nenhuma das avaliações apresentou classificação '4' ou maior após 4,5h. O maior instante de tempo em que no mínimo 75% dos avaliadores classificaram as amostras A e B, como tendo intensidade maior ou igual a '4' foi de 1,5h para os dois corpos de prova e para as duas amostras.

Quando desconsideramos os corpos de prova, para o experimento A x Placebo (Figura B.10), a curva referente à amostra A é superior à curva referente ao Placebo após o segundo momento de avaliação, indicando que a probabilidade da amostra A não ser classificada como tendo intensidade menor ou igual a '3' é maior ao longo do tempo. Para o experimento B x Placebo, a probabilidade da amostra B ser classificada como tendo intensidade maior ou igual a '4' é nula após 3h do início do estudo (Figura B.11). Para o experimento A x B (Figura B.12), a curva referente à amostra A é superior à curva referente à amostra B entre 1,5h e 3h após o início do estudo. No instante 6h

todas as avaliações, para as duas amostras, já tinham sido classificadas como tendo intensidade menor ou igual a '3'.

## **5. Análise Inferencial**

A análise inferencial foi composta pelo ajuste de modelos mistos, regressões lineares em séries de tempo com dados log-transformados, com o intuito de comparar os grupos formados pelos diferentes fatores sob estudo em relação à intensidade de perfume avaliada e estimar a substantividade das fragrâncias nos diferentes gêneros, respectivamente.

### **5.1. Comparações de Intensidade entre fragrâncias e corpos de prova**

Um dos objetivos desta análise é estudar o comportamento da intensidade de uma fragrância em diferentes corpos de prova, dias e instantes de tempo, além de comparar fragrâncias distintas em um mesmo instante e corpo de prova.

Utilizamos para as comparações deste estudo modelos lineares mistos (PINHEIRO & BATES, 2000), que contemplam a estrutura de dependência entre as observações geradas por um mesmo grupo de avaliadores ao longo dos três dias de experimento. Tais modelos são compostos por fatores de efeitos fixos e efeitos aleatórios. Fatores de efeitos fixos são variáveis explicativas (fatores) que contém níveis que se deseja comparar e são determinados antes da realização do experimento e controlados pelo pesquisador, como por exemplo, corpo de prova, fragrância ou dia considerado. Os fatores de efeitos aleatórios são aqueles que contém informação não controlada pelo pesquisador e tais que a comparação entre seus diferentes níveis não é de interesse do pesquisador, como por exemplo, o fator aleatório de avaliador.

O modelo utilizado pode ser representado pela seguinte equação:

$$y_{ijktm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \lambda_t + \delta_m + \beta\gamma_{jk} + e_{ijktm},$$

em que

$y_{ijktm}$  representa a intensidade de perfume avaliada pelo m-ésimo avaliador no t-ésimo instante de tempo do i-ésimo dia no j-ésimo corpo de prova utilizando a k-ésima fragrância;

$\mu$  representa a intensidade média de perfume avaliada no dia 1 no primeiro instante de tempo no corpo de prova feminino com a fragrância A (casela de referência);

$\alpha_i$  representa a variação na intensidade média de perfume devida ao i-ésimo dia,  $i=1,2,3$ ;

$\beta_j$  representa a variação na intensidade média de perfume devida ao j-ésimo corpo de prova,  $j=1$ (feminino) e  $2$ (masculino);

$\gamma_k$  representa a variação na intensidade média de perfume devida à k-ésima fragrância,  $k=1$ (A) e  $2$ (B);

$\lambda_t$  representa a variação na intensidade média de perfume devida ao t-ésimo instante de tempo,  $t=1$ (0h),  $2$ (1,5h),  $3$ (3h),  $4$ (4,5h) e  $5$ (6h);

$\delta_m \sim N(0, \sigma_a^2)$  é o efeito aleatório associado ao m-ésimo avaliador,  $\delta_m$  mutuamente independentes;  $m = 1, 2, \dots, 15$ .

$\beta\gamma_{jk}$  representa a variação na intensidade média de perfume devido à interação entre fragrância e corpo de prova;

$e_{ijktm} \sim N(0, \sigma^2)$  representa o erro aleatório associado à observação  $y_{ijktm}$ , sendo que erros associados a observações distintas são independentes;

$\delta_m$  e  $e_{ijktm}$  são mutuamente independentes. As restrições do modelo são:

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \lambda_1 = \beta\gamma_{11} = 0.$$

O modelo foi ajustado utilizando o comando *lme* da biblioteca *nlme* do software R.

Consideramos que o modelo se ajusta bem aos dados quando as suposições de normalidade dos resíduos e dos efeitos aleatórios e as suposições de homoscedasticidade (variabilidade constante) e independência dos resíduos são verificadas. Tais suposições foram verificadas com o uso dos Gráficos C.2 a C.5, apresentados no Apêndice C. Observando o Gráfico C.2 e C.5 podemos considerar adequada a normalidade dos resíduos e dos efeitos aleatórios, uma vez que a maioria dos pontos no gráfico estão contidos dentro das bandas de confiança construídas sob a hipótese de normalidade com 95% de confiança. As suposições de homoscedasticidade e independência dos resíduos podem ser verificadas com o uso dos gráficos C.3 e C.4. Sob a suposição de homoscedaticidade, os pontos no Gráfico C.3 devem compor uma faixa de largura constante e, sob a suposição de independência esperamos que os pontos no Gráfico C.4, que contém a dispersão dos resíduos padronizados pela ordem das observações, devem estar aleatoriamente distribuídos em torno do eixo horizontal. Pelos resultados apresentados, pode-se considerar que o modelo se ajusta adequadamente aos dados e os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 2, 3 e 4.

A última coluna da Tabela 2 contém os níveis descritivos dos testes realizados para verificar a significância estatística dos fatores fixos incluídos no modelo. Adotando-se um nível de confiança de 95% podemos verificar que, para o modelo ajustado aos dados, todos os fatores são estatisticamente significantes, ou seja, importantes para explicar a variação da intensidade. Isso mostra que há diferenças entre as intensidades de perfume avaliadas nos diferentes dias, corpos de prova, fragrâncias e instantes de tempo, sendo que o comportamento de uma determinada fragrância depende do corpo de prova no qual ela está sendo aplicada, como podemos verificar pela significância do efeito de interação entre os corpos de prova e fragrâncias. Notamos que a intensidade avaliada de perfume depende do dia considerado para a avaliação, indicando que a intensidade do perfume sofre a influência de fatores não controlados no experimento, como por exemplo, a temperatura.

**Tabela 2. Tabela ANOVA para o modelo**

Fonte	g.l.	valor - F	valor-p
Referência	1	1141,03	<0,0001
Corpo de prova	1	38,32	<0,0001
Tempo	4	423,76	<0,0001
Dia	2	10,84	<0,0001
Fragrância	1	6,88	0,0090
Corpo de prova*Fragrância	1	4,90	0,0273

**Tabela 3. Estimativas das componentes de variância associados ao modelo**

Efeito aleatório			
Parâmetro	Estimativa	valor p	IC (95%)
$\sigma_a$	0,263	<0,001	-
$\sigma$	0,834	-	(0,786; 0,885)

A Tabela 3 mostra os resultados referentes aos componentes aleatórios do modelo. Podemos verificar que o efeito aleatório associado ao avaliador é estatisticamente significativo. Ainda nesta tabela apresentamos a estimativa para a variabilidade do erro aleatório associado ao modelo.

**Tabela 4. Estimativas dos parâmetros fixos do modelo**

Parâmetro	Estimativa	IC(95%)	valor-p
Referência*	5,472	( 5,220; 5,723)	<0,0001
Masculino	-0,609	(-0,803; -0,415)	<0,0001
Tempo 1,5	-1,583	(-1,797; -1,370)	<0,0001
Tempo 3,0	-2,767	(-2,982; -2,552)	<0,0001
Tempo 4,5	-3,417	(-3,633; -3,201)	<0,0001
Tempo 6,0	-3,989	(-4,204; -3,774)	<0,0001
Dia 2	-0,168	(-0,441; 0,106)	0,2289
Dia 3	-0,208	(-0,402; -0,014)	0,0360
Fragrância B	-0,410	(-0,645; -0,174)	0,0007
Masculino*Fragrância B	0,308	( 0,035; 0,581)	0,0273

\*Referência: corpo de prova feminino utilizando a fragrância A no instante inicial do experimento do dia 1.

A Tabela 4 contém os valores estimados para os parâmetros do modelo ajustado com seus respectivos intervalos de confiança e níveis descritivos. Podemos observar pelos sinais negativos das estimativas dos parâmetros referentes ao tempo, dia e corpo de prova masculino que, os maiores valores ajustados para intensidade ocorrem quando o corpo de prova feminino utilizando a fragrância A no instante inicial do primeiro dia do experimento é considerado.

Os valores ajustados para cada uma das combinações dos fatores foram calculados a partir das estimativas dos parâmetros apresentadas na Tabela 4 e estão apresentados na Tabela 5 e ilustrados no Gráfico C1 do Apêndice C. Notamos pela Tabela 5 que, quando o corpo de prova feminino é fixado, os menores valores ajustados de intensidade ocorrem quando a fragrância B e o dia 3 são considerados, o mesmo ocorre quando o corpo de prova masculino é considerado. Quando considerada a fragrância A, os menores valores de intensidade ajustada ocorrem no corpo de prova masculino. Observamos o mesmo comportamento quando a fragrância B é considerada.

**Tabela 5. Valores ajustados pelo modelo**

Fragrância	Corpo de Prova	Dia	Tempo				
			0h	1,5h	3h	4,5h	6h
A	F	1	5,47	3,89	2,71	2,06	1,48
		3	5,26	3,68	2,50	1,85	1,27
	M	1	4,86	3,28	2,10	1,45	0,87
		3	4,65	3,07	1,89	1,24	0,67
B	F	2	4,89	3,31	2,13	1,48	0,91
		3	4,85	3,27	2,09	1,44	0,87
	M	2	4,59	3,01	1,83	1,18	0,60
		3	4,55	2,97	1,79	1,14	0,56

## 5.2. Substantividade

Para estimar a substantividade das fragrâncias consideradas neste estudo, ajustamos um modelo de regressão linear em séries temporais em que os dados, valores obtidos do ajuste do modelo citado no item anterior, foram log-transformados. Com os resultados da análise de regressão obtiveram-se previsões do instante de tempo em que as fragrâncias são consideradas como quase indetectáveis, ou seja, apresentam valor 0,3 na escala LMS, com seus respectivos intervalos de confiança construídos com 95% de confiança, apresentados na Tabela 5. Maiores detalhes sobre as metodologias de regressão e previsão utilizadas podem ser encontrados em, por exemplo, SHUMWAY & STOFFER (2006) ou NETER et al.(2004).

**Tabela 5. Duração estimada para as fragrâncias do estudo**

Fragrância	Corpo de Prova	Estimativa (h)	IC(95%)
A	F	12,72	( 8,26; 10,26)
	M	9,26	(11,70; 13,73)
B	F	9,95	( 9,67; 10,23)
	M	8,23	( 7,71; 8,75)

As análises de regressão utilizadas para a construção da tabela acima utilizaram observações de dois dias em cinco instantes de tempo, totalizando 10 observações para cada análise. Para a obtenção de resultados mais precisos, sugerimos que as avaliações sejam realizadas em um número maior de instantes de tempo, pois assim poderíamos obter estimativas mais confiáveis para a duração do perfume utilizando a metodologia apresentada acima ou análise de sobrevivência.



## **6. Conclusões**

Na análise descritiva encontramos indícios de que a fragrância A era a mais duradoura e que as maiores intensidades de perfume eram observadas no corpo de prova feminino. Ainda descritivamente, notamos que a variabilidade e a magnitude das intensidades dependiam do dia considerado e que o comportamento das fragrâncias dependia do corpo de prova.

A análise inferencial confirmou os resultados encontrados na análise descritiva através de um modelo que poderá ser utilizado pela pesquisadora para futuras comparações entre fragrâncias e corpos de prova.

Quanto à substantividade das fragrâncias, apresentamos uma metodologia que consideramos adequada para esse objetivo levando-se em conta as limitações do delineamento experimental. Dessa metodologia obtivemos intervalos de 95% de confiança para a verdadeira duração das fragrâncias. Porém, ressaltamos que os resultados apresentados devem ser interpretados com cautela devido às limitações do experimento tais como número reduzido de instantes de avaliação ao longo do tempo e ausência de réplicas de corpos de prova de um mesmo gênero, o que compromete a generalização dos resultados para outros consumidores das fragrâncias.

**APÊNDICE A**  
**Tabelas da Análise Descritiva**

**TABELA A.1. Medidas resumo para a variável IP do experimento A x Placebo**

Tempo	Grupos	N	N*	Média	Erro Padrão	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
<b>Inicial</b>	Feminino - A	15	0	5,296	0,258	1,001	2,938	5,338	6,611
	Feminino - P	15	0	0,382	0,146	0,566	0,000	0,098	1,616
	Masculino - A	15	0	4,652	0,291	1,128	3,036	4,555	6,758
	Masculino - P	15	0	1,668	0,353	1,367	0,000	1,518	4,212
<b>1,5hs</b>	Feminino - A	15	0	3,937	0,249	0,966	2,449	3,918	6,024
	Feminino - P	15	1	0,241	0,117	0,437	0,000	0,025	1,420
	Masculino - A	15	1	2,938	0,339	1,268	0,979	3,208	5,387
	Masculino - P	15	1	0,287	0,159	0,593	0,000	0,000	2,057
<b>3,0hs</b>	Feminino - A	15	1	2,011	0,243	0,909	0,637	1,861	3,771
	Feminino - P	15	1	0,077	0,052	0,193	0,000	0,000	0,735
	Masculino - A	15	1	2,270	0,287	1,072	0,637	2,425	3,967
	Masculino - P	15	1	0,406	0,195	0,731	0,000	0,025	2,057
<b>4,5hs</b>	Feminino - A	15	1	2,963	0,273	1,020	0,833	2,963	5,093
	Feminino - P	15	1	0,308	0,229	0,858	0,000	0,000	3,183
	Masculino - A	15	3	1,477	0,267	0,923	0,392	1,224	2,938
	Masculino - P	15	3	0,135	0,118	0,407	0,000	0,000	1,420
<b>6,0hs</b>	Feminino - A	15	0	1,476	0,200	0,775	0,343	1,469	3,134
	Feminino - P	15	0	0,036	0,019	0,075	0,000	0,000	0,294
	Masculino - A	15	2	1,187	0,210	0,757	0,196	0,882	2,449
	Masculino - P	15	2	0,060	0,042	0,151	0,000	0,000	0,539

N\*: Número de observações faltantes.

**TABELA A.2. Medidas resumo para a variável IP do experimento B x Placebo**

Tempo	Grupos	N	N*	Média	Erro Padrão	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
<b>Inicial</b>	Feminino - B	15	1	4,789	0,326	1,220	2,253	4,652	6,465
	Feminino - P	15	1	0,109	0,064	0,238	0,000	0,000	0,882
	Masculino - B	15	0	4,973	0,241	0,933	3,526	5,093	6,465
	Masculino - P	15	0	0,147	0,075	0,291	0,000	0,000	1,028
<b>1,5hs</b>	Feminino - B	15	1	3,180	0,175	0,656	1,763	3,257	3,967
	Feminino - P	15	1	0,053	0,031	0,116	0,000	0,000	0,343
	Masculino - B	15	1	3,106	0,279	1,044	1,322	3,404	4,604
	Masculino - P	15	1	0,056	0,029	0,109	0,000	0,000	0,343
<b>3,0hs</b>	Feminino - B	15	0	2,223	0,154	0,596	1,273	2,351	3,036
	Feminino - P	15	0	0,026	0,023	0,089	0,000	0,000	0,343
	Masculino - B	15	0	1,698	0,169	0,655	0,882	1,567	2,792
	Masculino - P	15	0	0,010	0,010	0,038	0,000	0,000	0,147
<b>4,5hs</b>	Feminino - B	15	0	1,489	0,198	0,768	0,392	1,518	3,085
	Feminino - P	15	0	0,016	0,008	0,030	0,000	0,000	0,098
	Masculino - B	15	0	0,878	0,124	0,482	0,147	0,979	1,714
	Masculino - P	15	0	0,003	0,003	0,013	0,000	0,000	0,049
<b>6,0hs</b>	Feminino - B	15	1	0,850	0,107	0,400	0,196	1,004	1,371
	Feminino - P	15	1	0,032	0,018	0,068	0,000	0,000	0,245
	Masculino - B	15	1	0,801	0,139	0,521	0,147	0,784	1,861
	Masculino - P	15	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

N\*: Número de observações faltantes.

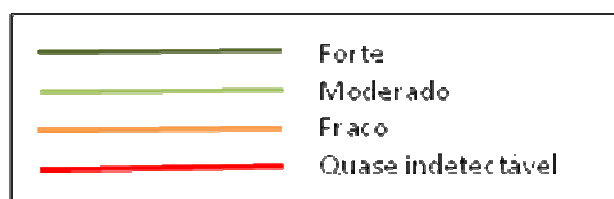
**TABELA A.3. Medidas resumo para a variável IP do experimento A x B**

Tempo	Grupos	N	N*	Média	Erro Padrão	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
<b>Inicial</b>	Feminino - A	15	0	5,266	0,209	0,808	3,771	5,142	6,269
	Feminino - B	15	0	4,483	0,214	0,829	2,840	4,506	5,877
	Masculino - A	15	0	5,188	0,235	0,911	3,477	5,387	6,416
	Masculino - B	15	0	4,515	0,290	1,125	1,665	4,555	6,220
<b>1,5hs</b>	Feminino - A	15	0	3,856	0,226	0,874	2,155	3,869	5,975
	Feminino - B	15	0	3,487	0,312	1,207	1,763	3,379	5,926
	Masculino - A	15	0	3,046	0,245	0,949	1,224	3,036	4,604
	Masculino - B	15	0	2,902	0,195	0,754	1,175	3,281	3,820
<b>3,0hs</b>	Feminino - A	15	0	2,716	0,269	1,042	1,175	2,449	4,408
	Feminino - B	15	0	2,455	0,207	0,803	0,882	2,547	4,016
	Masculino - A	15	2	1,703	0,180	0,647	0,686	1,518	3,085
	Masculino - B	15	2	1,902	0,220	0,793	0,833	1,910	3,526
<b>4,5hs</b>	Feminino - A	15	2	1,545	0,196	0,706	0,588	1,224	2,449
	Feminino - B	15	2	1,360	0,133	0,481	0,686	1,273	2,253
	Masculino - A	15	0	1,061	0,204	0,791	0,147	0,735	2,449
	Masculino - B	15	0	0,999	0,208	0,807	0,000	1,028	2,792
<b>6,0hs</b>	Feminino - A	15	0	1,055	0,169	0,656	0,147	1,077	2,106
	Feminino - B	15	0	0,931	0,181	0,703	0,196	0,637	2,302
	Masculino - A	15	1	0,588	0,100	0,376	0,049	0,564	1,273
	Masculino - B	15	1	0,500	0,106	0,396	0,000	0,343	1,175

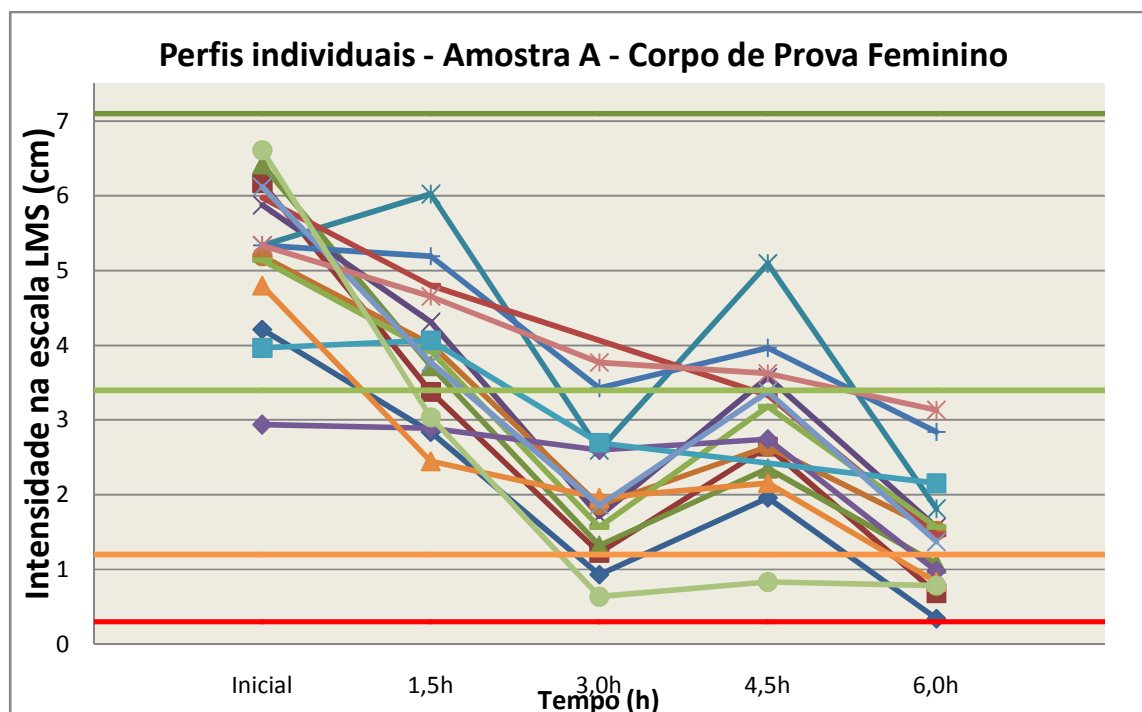
N\*: Número de observações faltantes.

**APÊNDICE B**  
**Gráficos da Análise Descritiva**

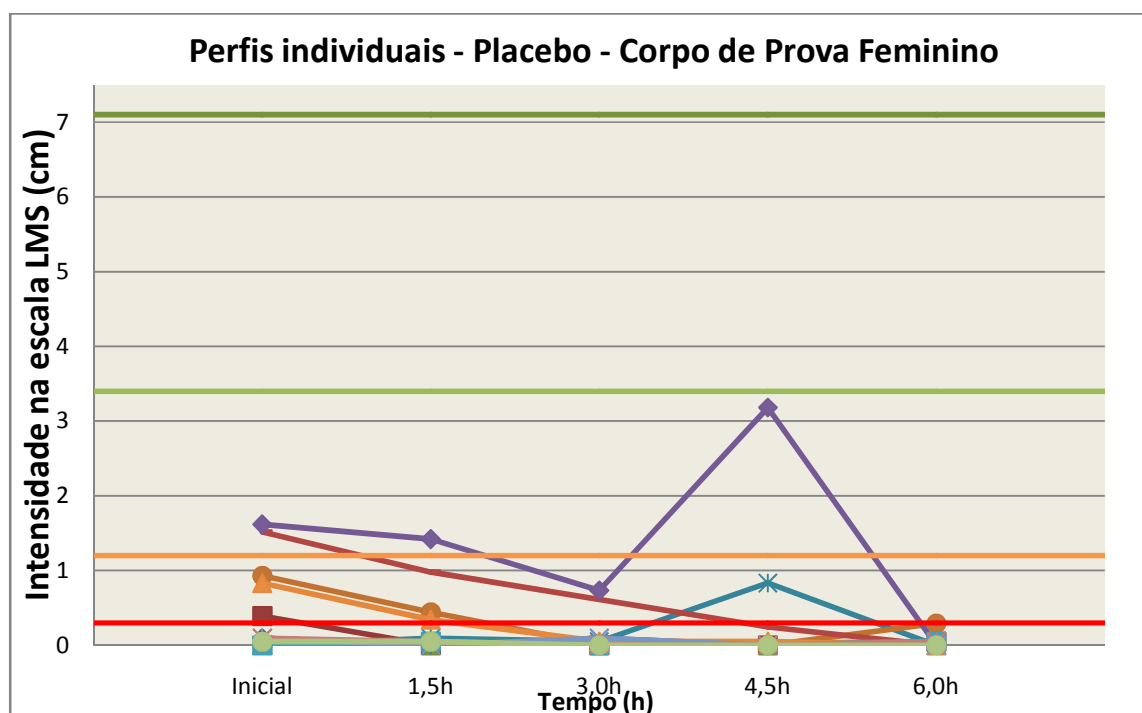
**Figura B.1. Valores de referência da escala LMS.**



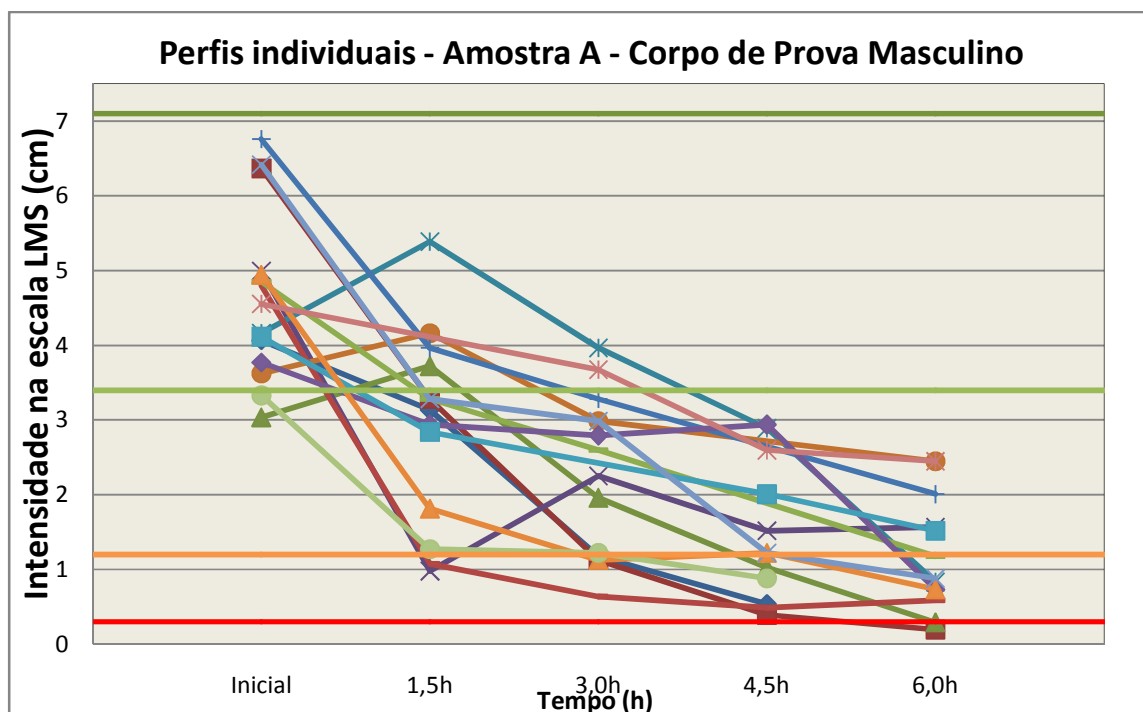
**Gráfico B.1. Perfis individuais de IP para a amostra A no corpo de prova feminino para o experimento A x Placebo**



**Gráfico B.2. Perfis individuais de IP para a amostra Placebo no corpo de prova feminino para o experimento A x Placebo**



**Gráfico B.3. Perfis individuais de IP para a amostra A no corpo de prova masculino para o experimento A x Placebo**



**Gráfico B.4. Perfis individuais de IP para a amostra Placebo no corpo de prova masculino para o experimento A x Placebo**

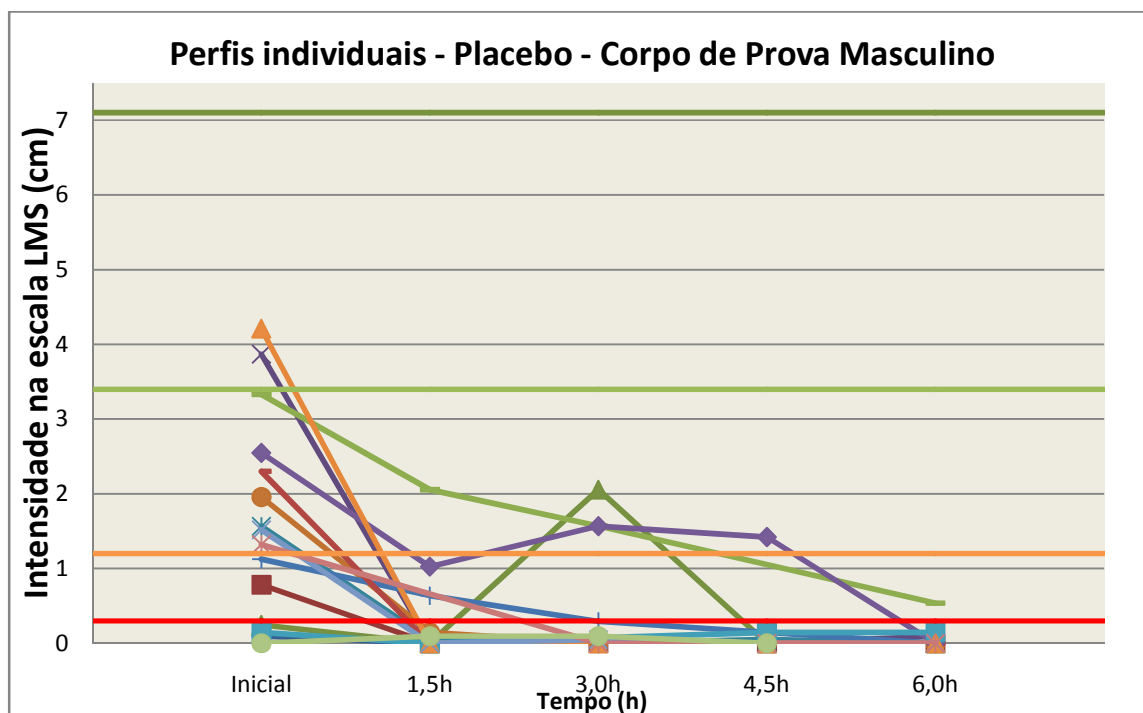




Gráfico B.5. Perfis médios de IP para o experimento A x Placebo

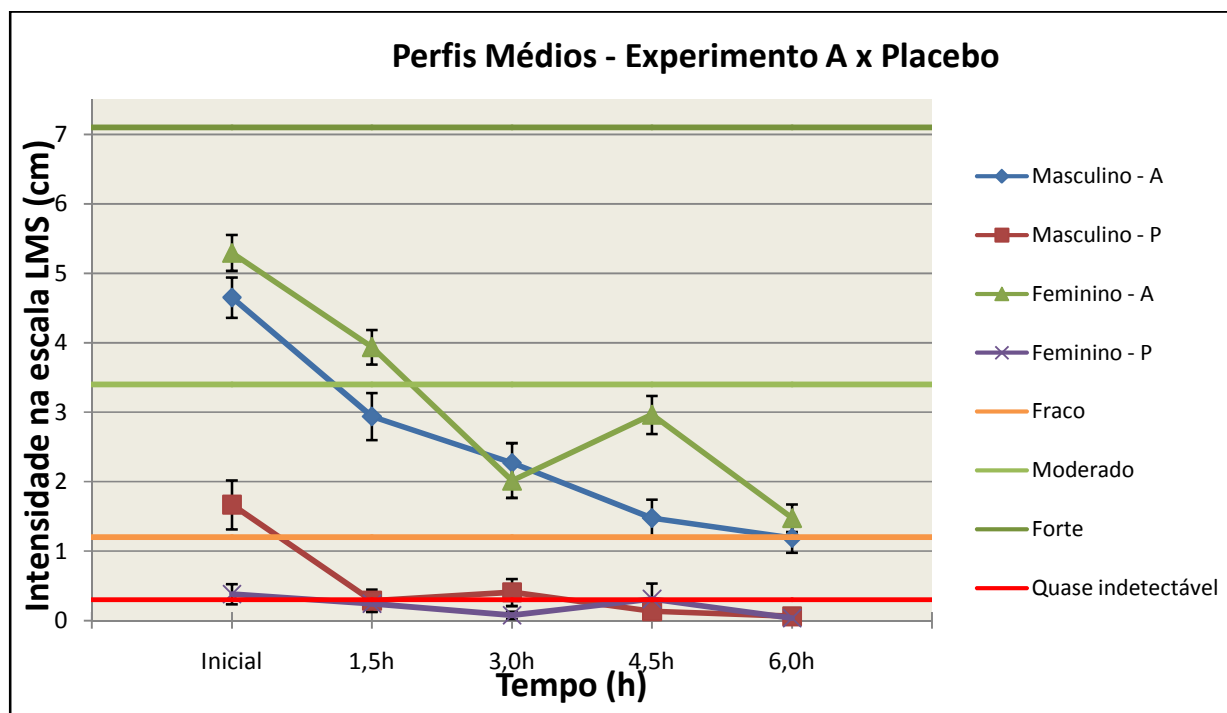
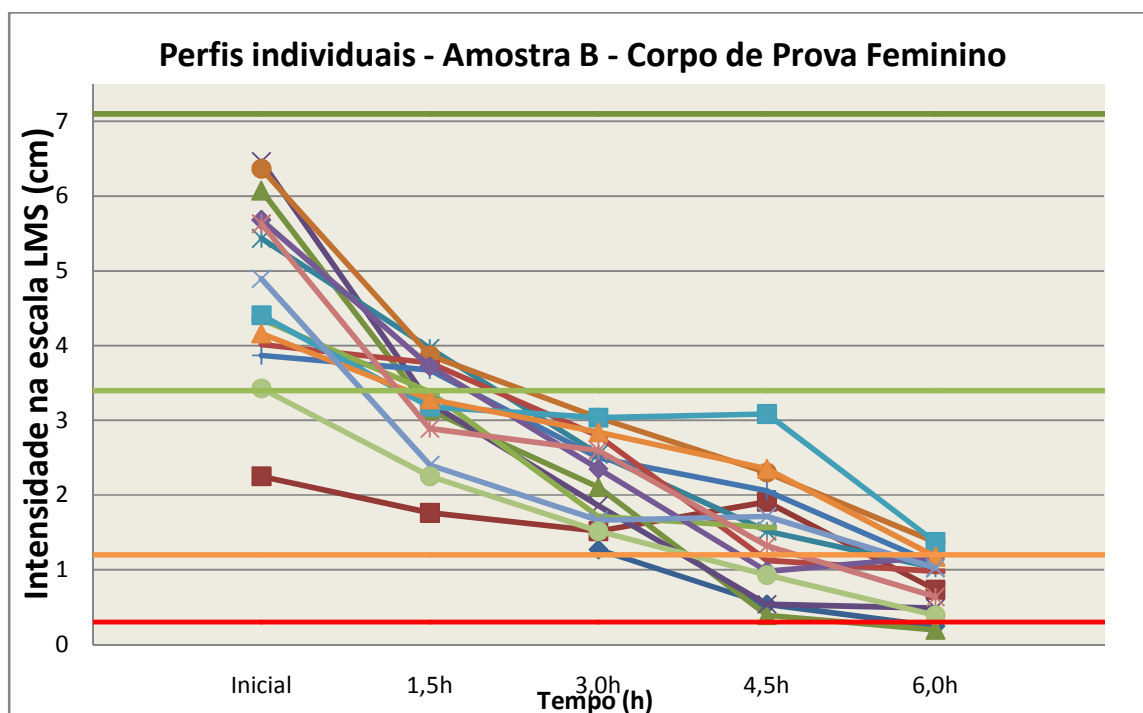
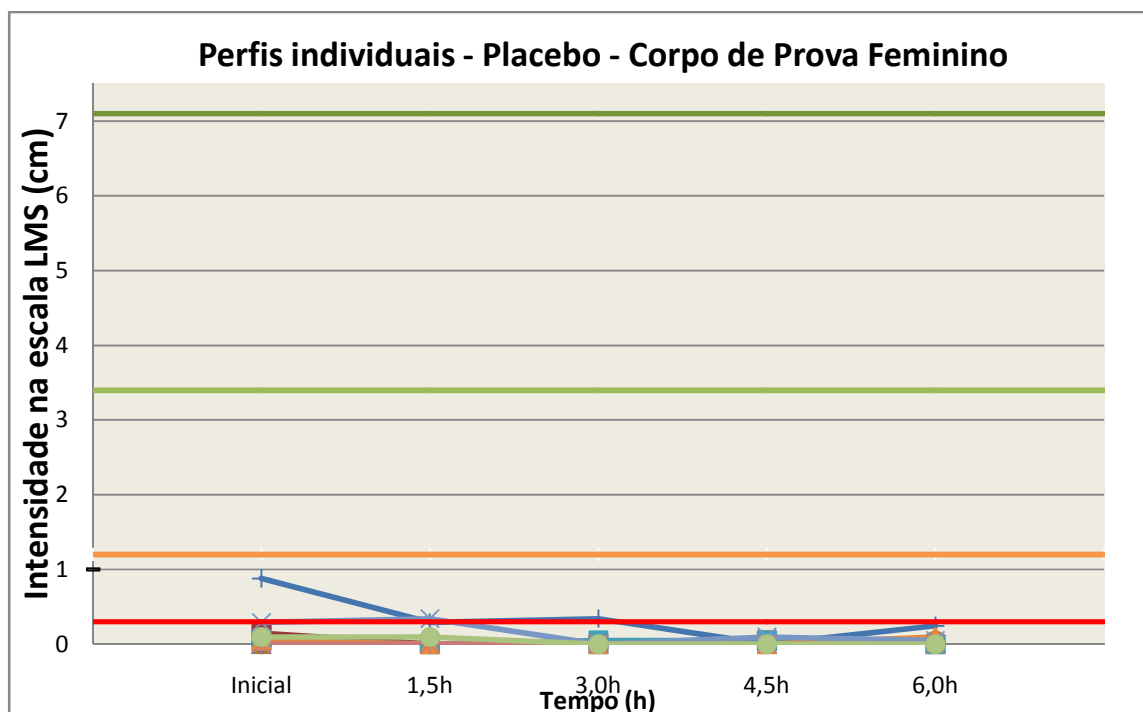


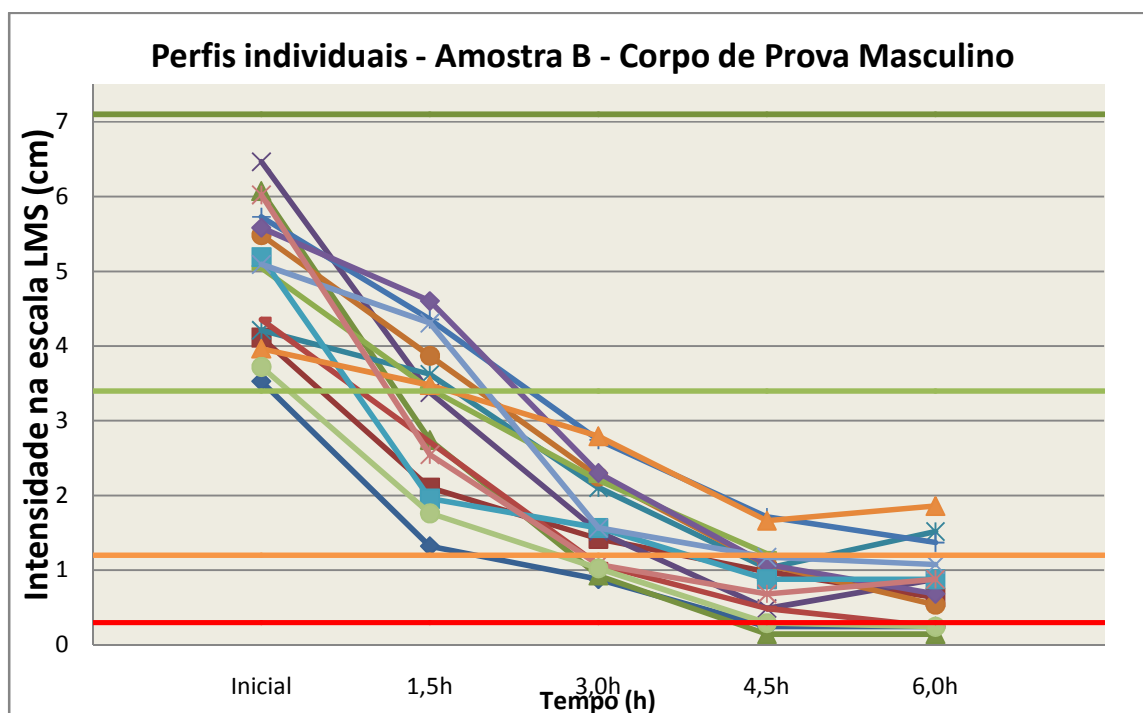
Gráfico B.6. Perfis individuais de IP para a amostra B no corpo de prova feminino para o experimento B x Placebo



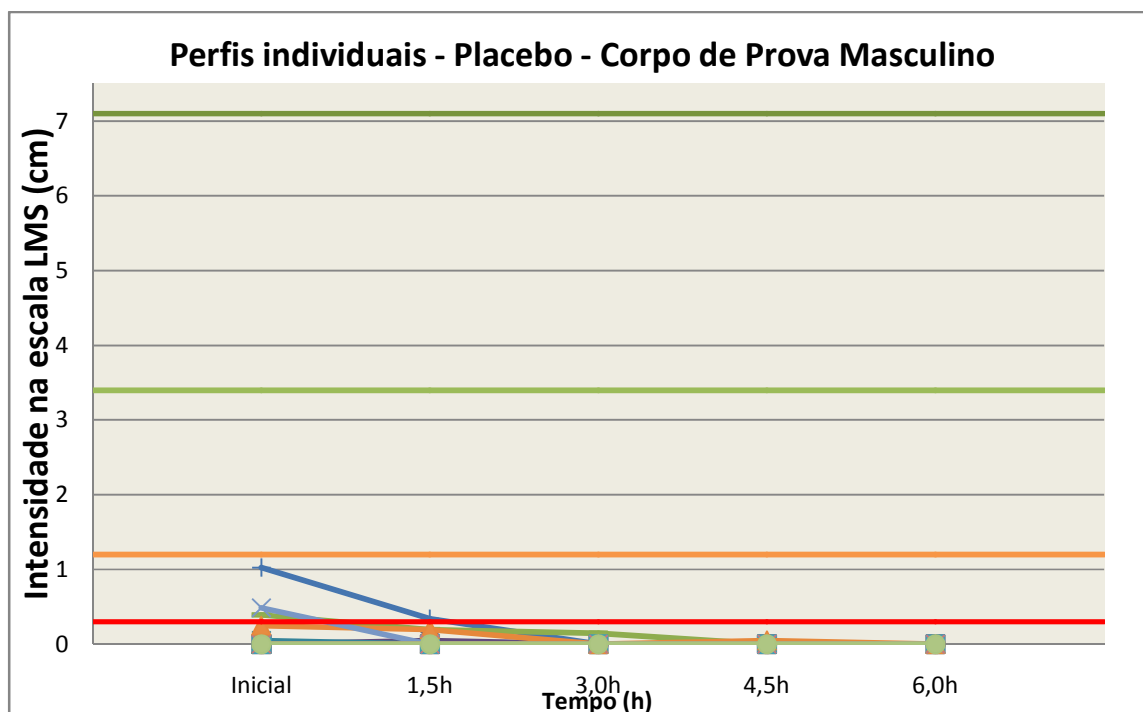
**Gráfico B.7. Perfis individuais de IP para a amostra Placebo no corpo de prova feminino para o experimento B x Placebo**



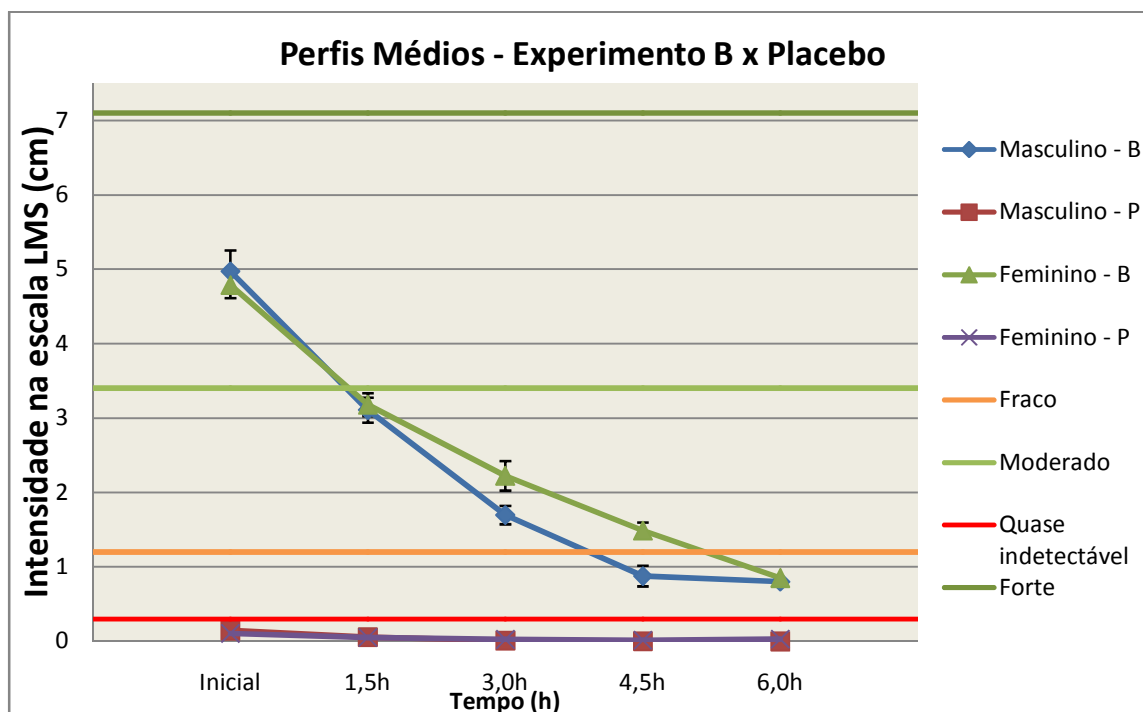
**Gráfico B.8. Perfis individuais de IP para a amostra B no corpo de prova masculino para o experimento B x Placebo**



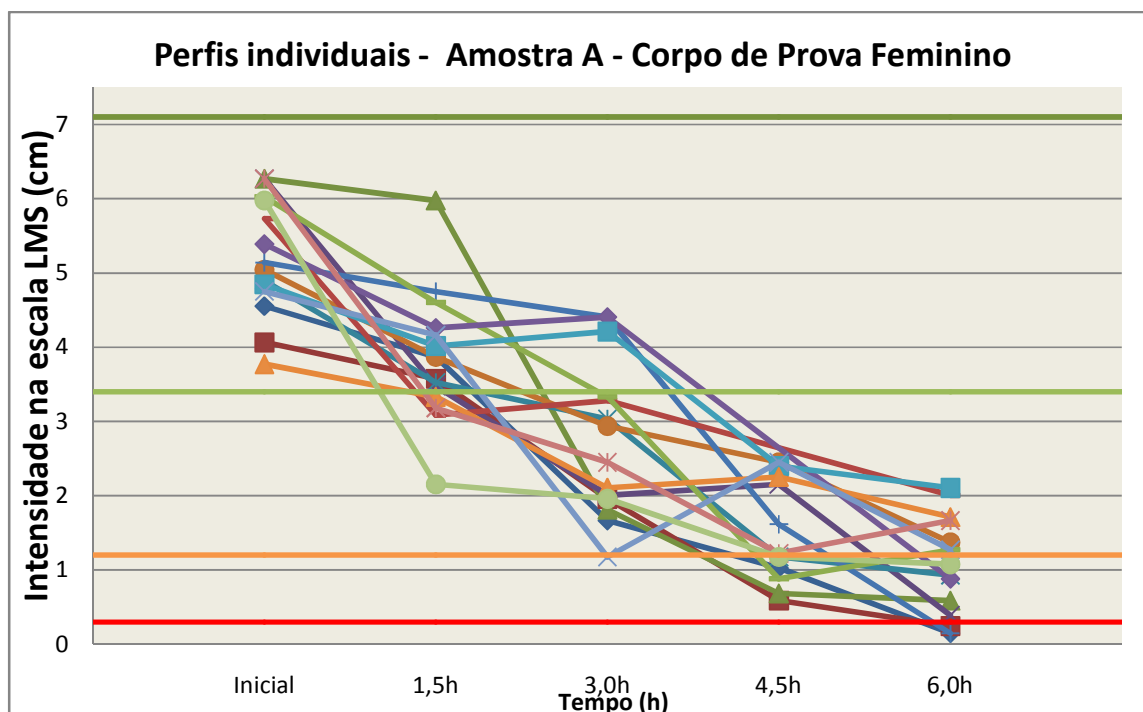
**Gráfico B.9. Perfis individuais de IP para a amostra Placebo no corpo de prova masculino para o experimento B x Placebo**



**Gráfico B.10. Perfis médios de IP para o experimento B x Placebo**



**Gráfico B.11. Perfis individuais de IP para a amostra A no corpo de prova feminino para o experimento A x B**



**Gráfico B.12. Perfis individuais de IP para a amostra B no corpo de prova feminino para o experimento A x B**

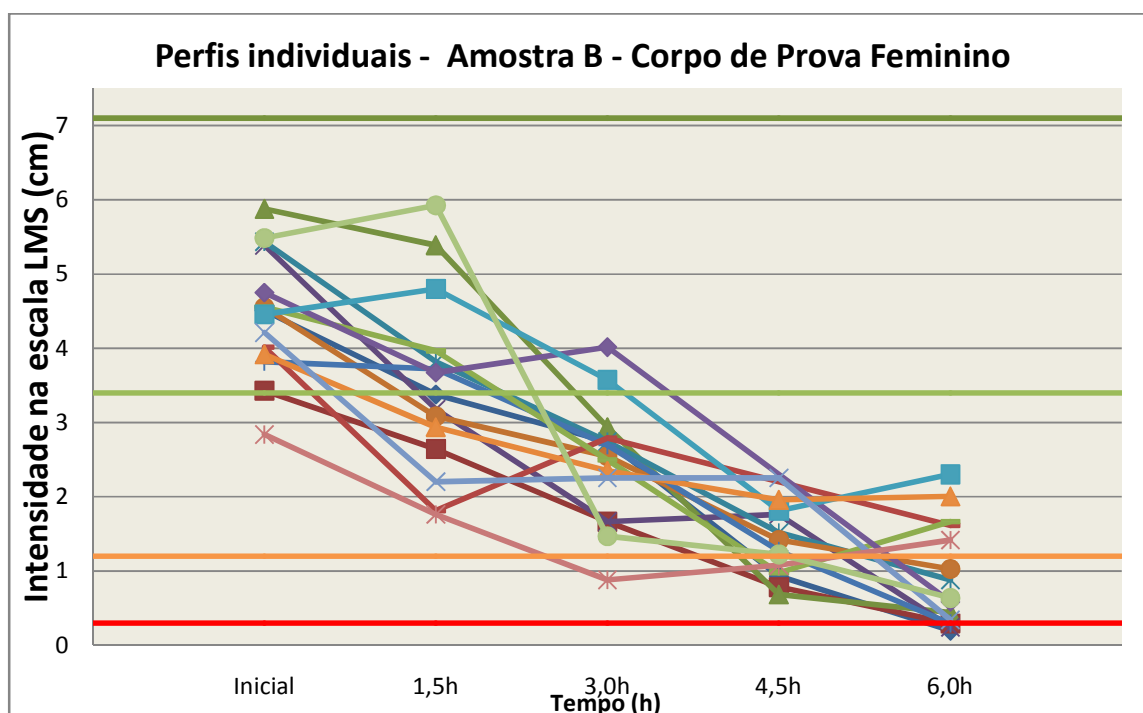
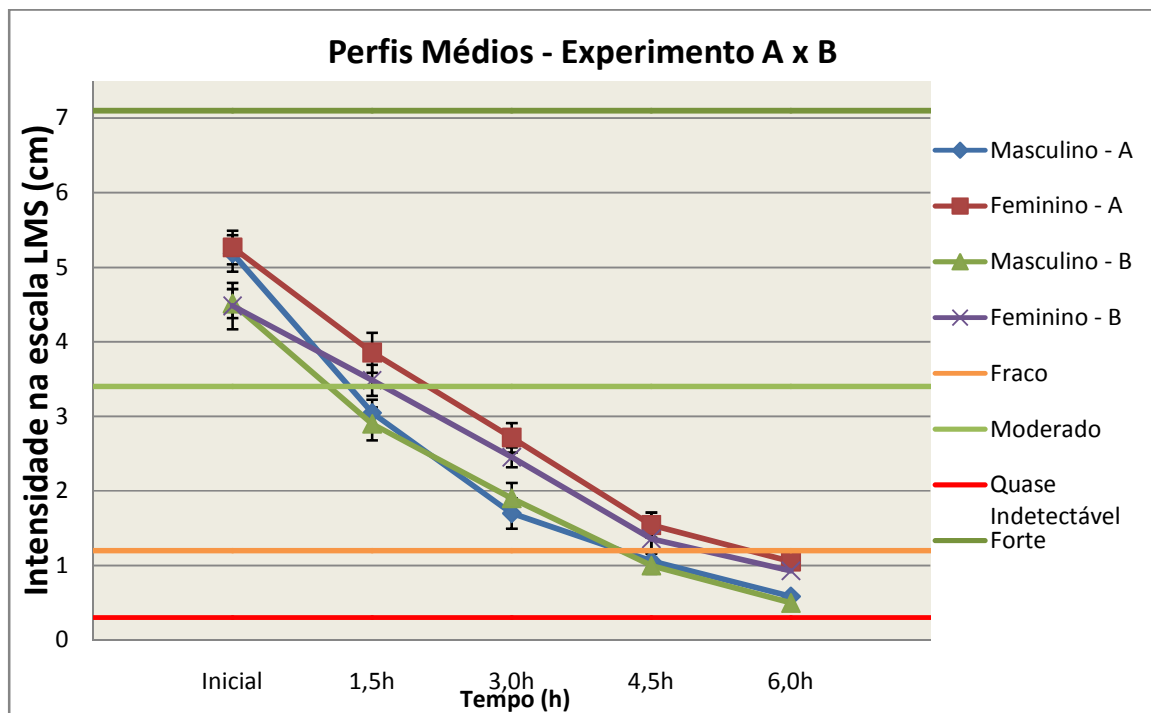
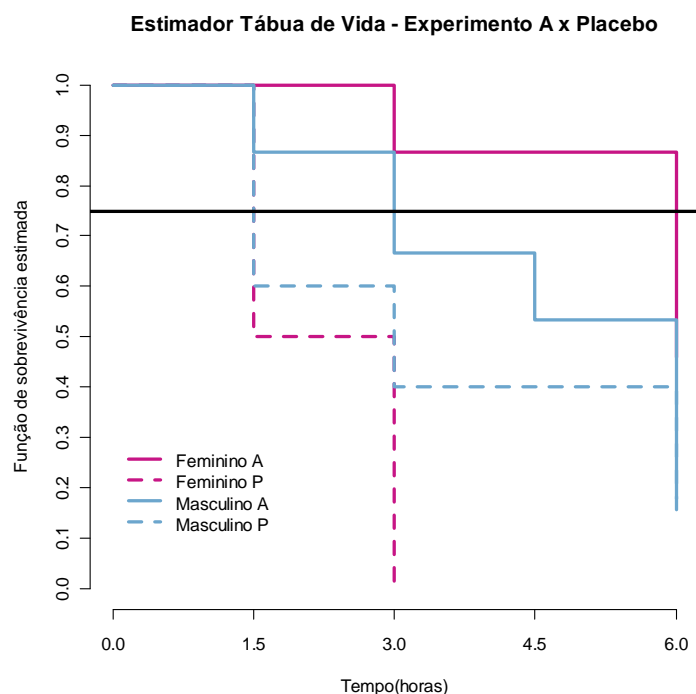




Gráfico B.15. Perfis médios de IP para o experimento A x B



**Figura B.1. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x Placebo – Falha ‘fraca’**



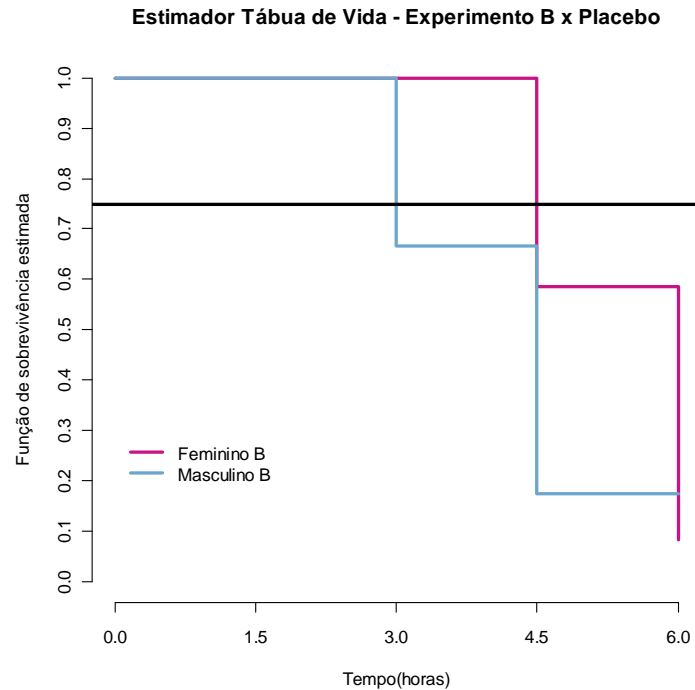
Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	0	1,000
(1,5;3]	15	2	15	0	1,000
(3;4,5]	13	0	13	0	0,867
(4,5;6]	13	4	8,5	9	0,867
(6;NA]	0	0	0	0	0,459

Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	2	1	2	0	1,000
(1,5;3]	1	1	1	0	0,500
(3;4,5]	0	0	0	0	0,000

Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	2	15	0	1,000
(1,5;3]	13	3	13	0	0,867
(3;4,5]	10	2	10	0	0,667
(4,5;6]	8	4	6	4	0,533
(6;NA]	0	0	0	0	0,178

Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	10	4	10	0	1,000
(1,5;3]	6	2	6	0	0,600
(3;4,5]	4	0	4	0	0,400
(4,5;6]	4	2	3	2	0,400
(6;NA]	0	0	0	0	0,133

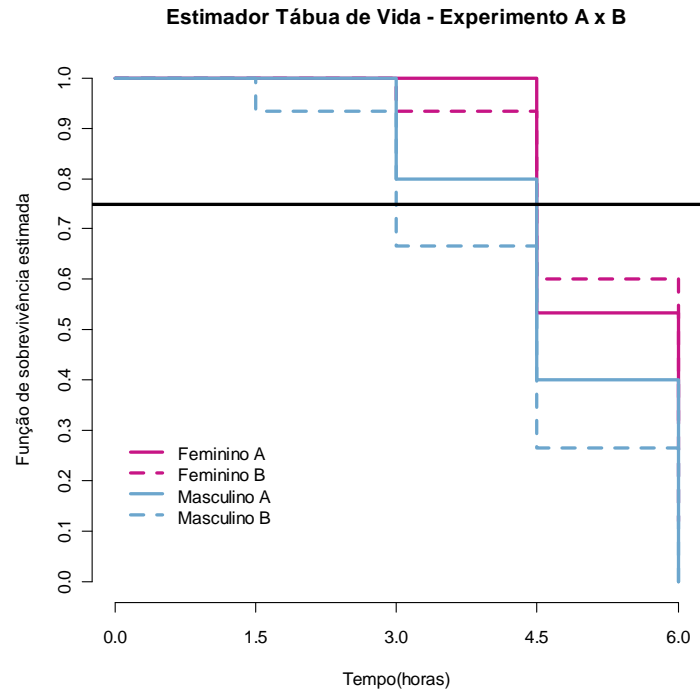
**Figura B.2. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento B x Placebo – Falha ‘fraca’**



Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	0	1,000
(1,5;3]	15	0	15	0	1,000
(3;4,5]	15	6	14,5	1	1,000
(4,5;6]	8	6	7	2	0,586
(6;NA]	0	0	0	0	0,084
Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	0	1,000
(1,5;3]	15	5	15	0	1,000
(3;4,5]	10	7	9,5	1	0,667
(4,5;6]	2	0	1	2	0,175
(6;NA]	0	0	0	0	0,175



Figura B.3. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x B – Falha ‘fraca’



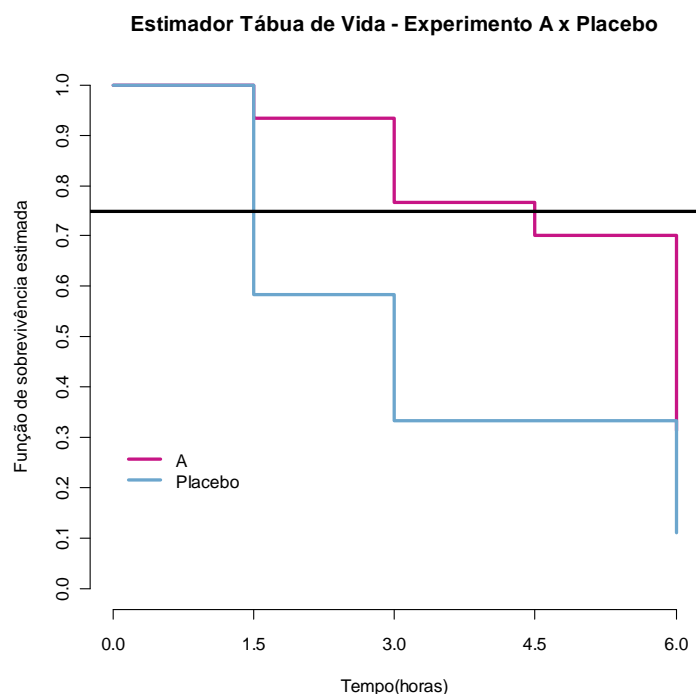
Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	0	1,000
(1,5;3]	15	0	15	0	1,000
(3;4,5]	15	7	15	0	1,000
(4,5;6]	8	2	5	6	0,533
(6;NA]	0	0	0	0	0,320

Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	0	1,000
(1,5;3]	15	1	15	0	1,000
(3;4,5]	14	5	14	0	0,933
(4,5;6]	9	6	7,5	3	0,600
(6;NA]	0	0	0	0	0,120

Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	0	1,000
(1,5;3]	15	3	15	0	1,000
(3;4,5]	12	6	12	0	0,800
(4,5;6]	6	6	6	0	0,400
(6;NA]	0	0	0	0	0,000

Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	15	1	15	0	1,000
(1,5;3]	14	4	14	0	0,933
(3;4,5]	10	6	10	0	0,667
(4,5;6]	4	4	4	0	0,267
(6;NA]	0	0	0	0	0,000

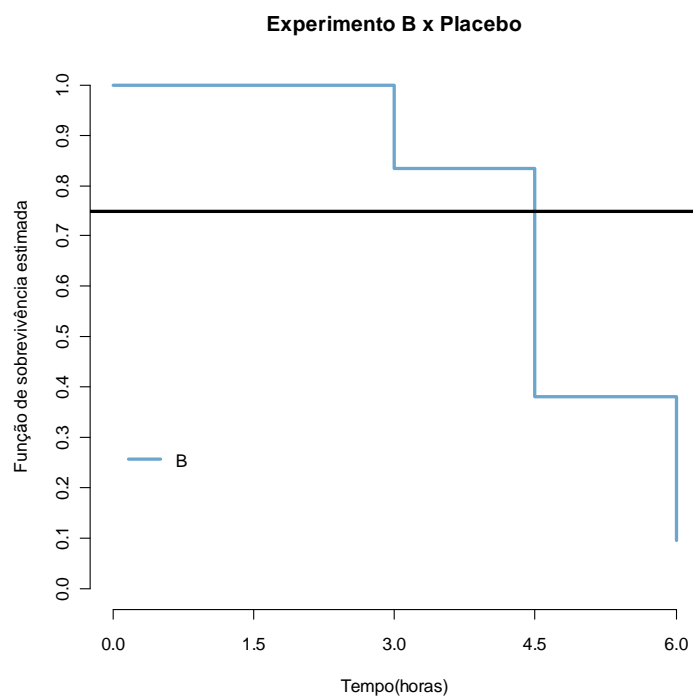
**Figura B.4. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x Placebo desconsiderando o gênero do corpo de prova– Falha ‘fraca’**



Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	30	2	30	0	1,000
(1,5;3]	28	5	28	0	0,933
(3;4,5]	23	2	23	0	0,767
(4,5;6]	21	8	14,5	13	0,700
(6;NA]	0	0	0	0	0,314

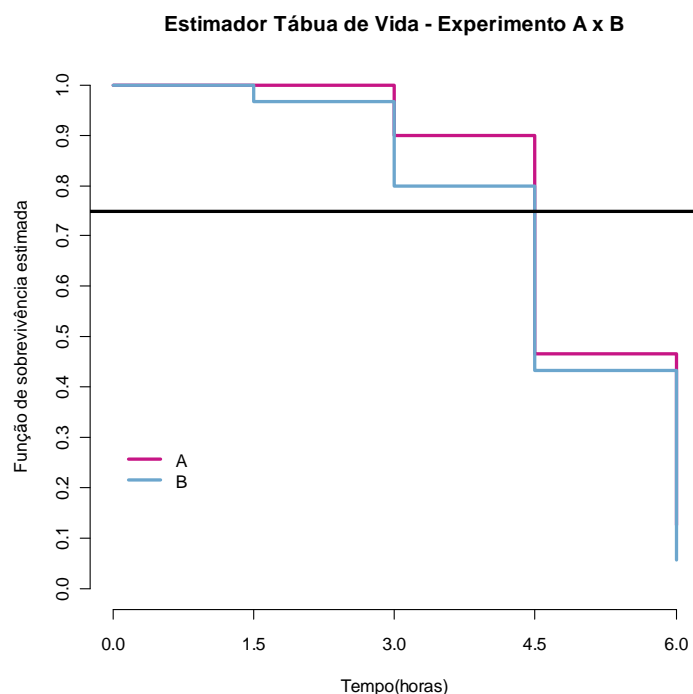
Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	12	5	12	0	1,000
(1,5;3]	7	3	7	0	0,583
(3;4,5]	4	0	4	0	0,333
(4,5;6]	4	2	3	2	0,333
(6;NA]	0	0	0	0	0,111

**Figura B.5. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento B x Placebo desconsiderando o gênero do corpo de prova – Falha ‘fraca’**



Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	30	0	30	0	1,000
(1,5;3]	30	5	30	0	1,000
(3;4,5]	25	13	24	2	0,833
(4,5;6]	10	6	8	4	0,382
(6;NA]	0	0	0	0	0,095

**Figura B.6. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x B desconsiderando o gênero do corpo de prova – Falha ‘fraca’**

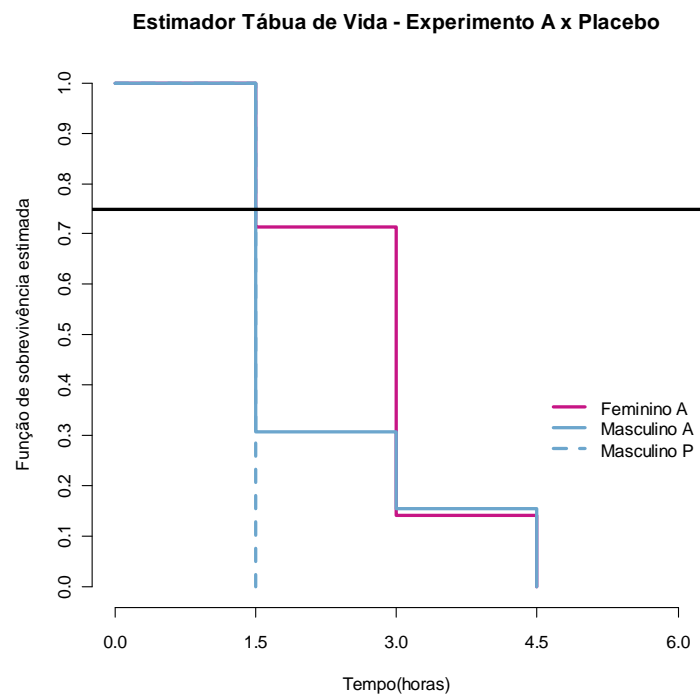


Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	30	0	30	0	1,000
(1,5;3]	30	3	30	0	1,000
(3;4,5]	27	13	27	0	0,900
(4,5;6]	14	8	11	6	0,467
(6;NA]	0	0	0	0	0,127

Intervalo	N	Nº de falhas	Nº sob risco	Censura	S(t)
(0;1,5]	30	1	30	0	1,000
(1,5;3]	29	5	29	0	0,967
(3;4,5]	24	11	24	0	0,800
(4,5;6]	13	10	11,5	3	0,433
(6;NA]	0	0	0	0	0,057

Figura B.7. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x Placebo – Falha ‘moderada’



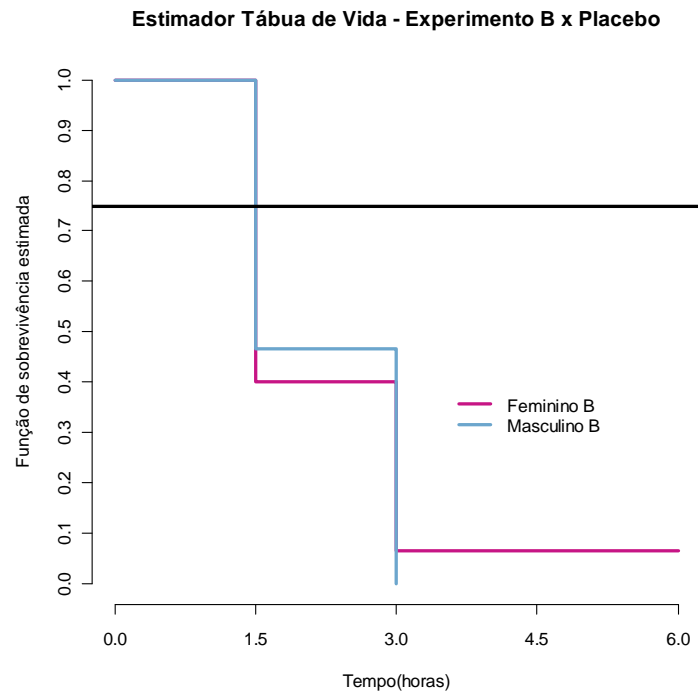
Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
{0;1,5]	14	0	14	4	1,000
{1,5;3]	10	0	10	8	0,714
{3;4,5]	2	0	2	2	0,143
{4,5;6]	0	0	0	0	0,000
{6;NA]	0	0	0	0	

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
{0;1,5]	15	0	15	15	1,000
{1,5;3]	0	0	0	0	0,000
{3;4,5]	0	0	0	0	
{4,5;6]	0	0	0	0	
{6;NA]	0	0	0	0	

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
{0;1,5]	13	0	13	9	1,000
{1,5;3]	4	0	4	2	0,308
{3;4,5]	2	0	2	2	0,154
{4,5;6]	0	0	0	0	0,000
{6;NA]	0	0	0	0	

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
{0;1,5]	2	0	2	2	1,000
{1,5;3]	0	0	0	0	0,000
{3;4,5]	0	0	0	0	
{4,5;6]	0	0	0	0	
{6;NA]	0	0	0	0	

**Figura B.8. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento B x Placebo – Falha ‘moderada’**

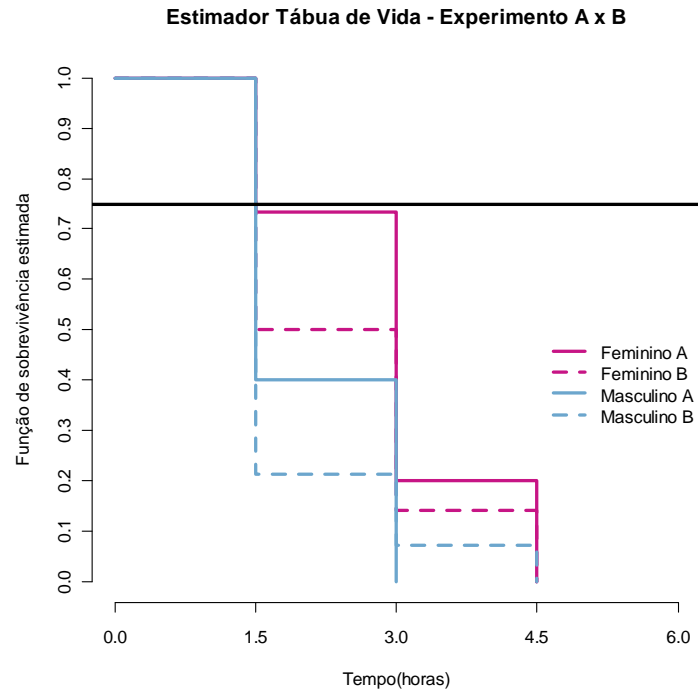


Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	9	1,000
(1,5;3]	6	0	6	5	0,400
(3;4,5]	1	0	1	0	0,067
(4,5;6]	1	0	1	0	0,067
(6;NA]	1	0	1	0	0,067

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	8	1,000
(1,5;3]	7	0	7	7	0,467
(3;4,5]	0	0	0	0	0,000
(4,5;6]	0	0	0	0	
(6;NA]	0	0	0	0	

**Figura B.9. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x B – Falha ‘moderada’**



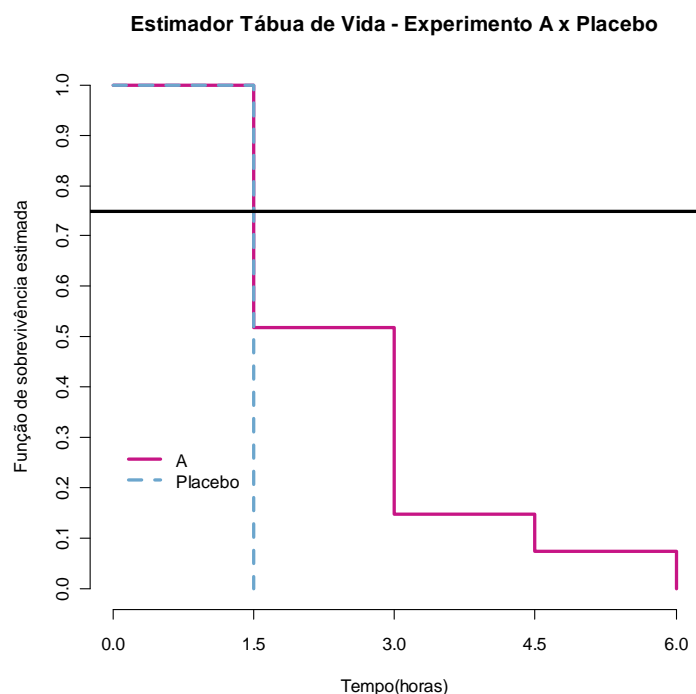
Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	4	1,000
(1,5;3]	11	0	11	8	0,733
(3;4,5]	3	0	3	3	0,200
(4,5;6]	0	0	0	0	0,000
(6;NA]	0	0	0	0	

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	14	0	14	7	1,000
(1,5;3]	7	0	7	5	0,500
(3;4,5]	2	0	2	2	0,143
(4,5;6]	0	0	0	0	0,000
(6;NA]	0	0	0	0	

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	15	0	15	9	1,000
(1,5;3]	6	0	6	6	0,400
(3;4,5]	0	0	0	0	0,000
(4,5;6]	0	0	0	0	
(6;NA]	0	0	0	0	

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	14	0	14	11	1,000
(1,5;3]	3	0	3	2	0,214
(3;4,5]	1	0	1	1	0,071
(4,5;6]	0	0	0	0	0,000
(6;NA]	0	0	0	0	

**Figura B.10. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x Placebo desconsiderando o gênero do corpo de prova– Falha ‘moderada’**



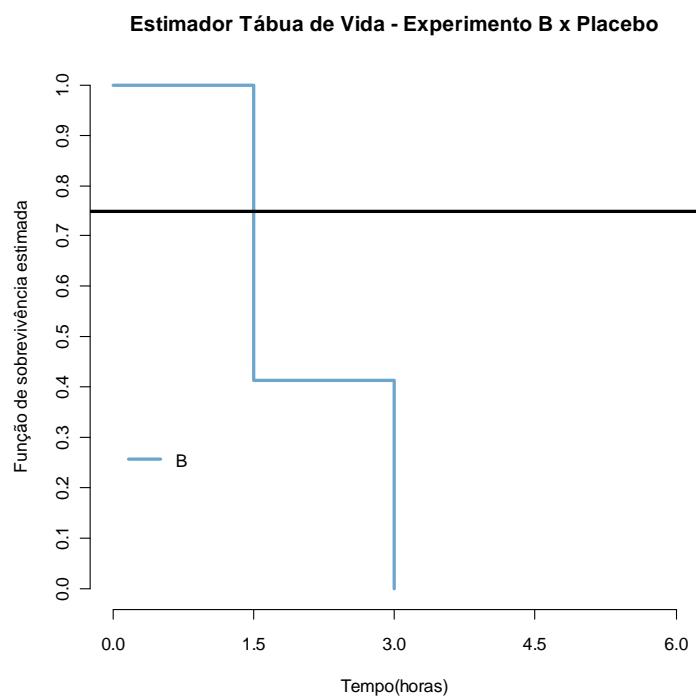
Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	27	0	27	13	1,000
(1,5;3]	14	0	14	10	0,519
(3;4,5]	4	0	4	2	0,148
(4,5;6]	2	0	2	2	0,074
(6;NA]	0	0	0	0	0,000

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	2	0	2	2	1,000
(1,5;3]	0	0	0	0	0,000
(3;4,5]	0	0	0	0	
(4,5;6]	0	0	0	0	
(6;NA]	0	0	0	0	

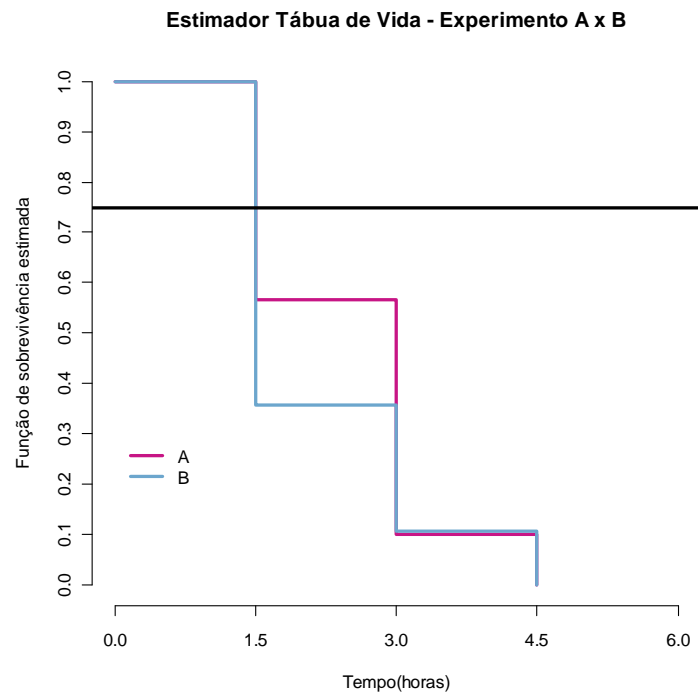


**Figura B.11. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento B x Placebo desconsiderando o gênero do corpo de prova – Falha ‘moderada’**



Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	29	0	29	17	1,000
(1,5;3]	12	0	12	12	0,414
(3;4,5]	0	0	0	0	0,000
(4,5;6]	0	0	0	0	
(6;NA]	0	0	0	0	

**Figura B.12. Curvas do estimador tábua de vida para o experimento A x B desconsiderando o gênero do corpo de prova – Falha ‘moderada’**



Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	30	0	30	13	1,000
(1,5;3]	17	0	17	14	0,567
(3;4,5]	3	0	3	3	0,100
(4,5;6]	0	0	0	0	0,000
(6;NA]	0	0	0	0	

Intervalo	N	Censuras	Nº sob risco	Nº de falhas	S(t)
(0;1,5]	28	0	28	18	1,000
(1,5;3]	10	0	10	7	0,357
(3;4,5]	3	0	3	3	0,107
(4,5;6]	0	0	0	0	0,000
(6;NA]	0	0	0	0	

**APÊNDICE C**  
**Resultados da Análise Inferencial**

Gráfico C.1. Perfis estimados pelo modelo

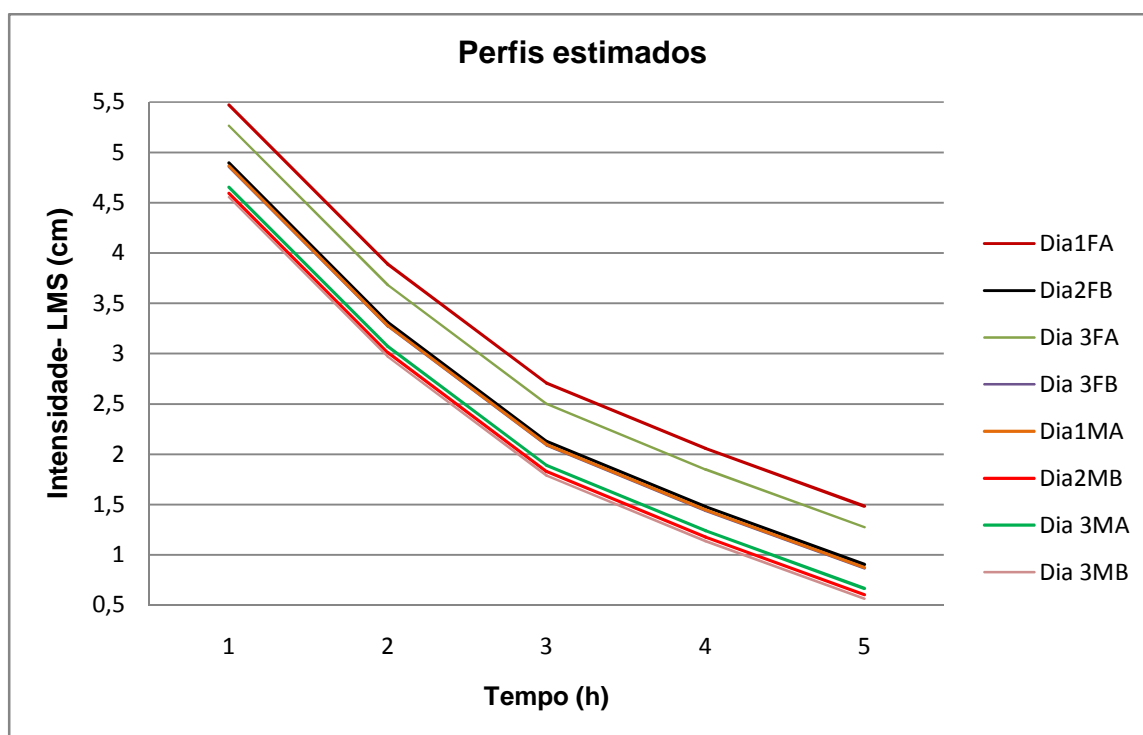
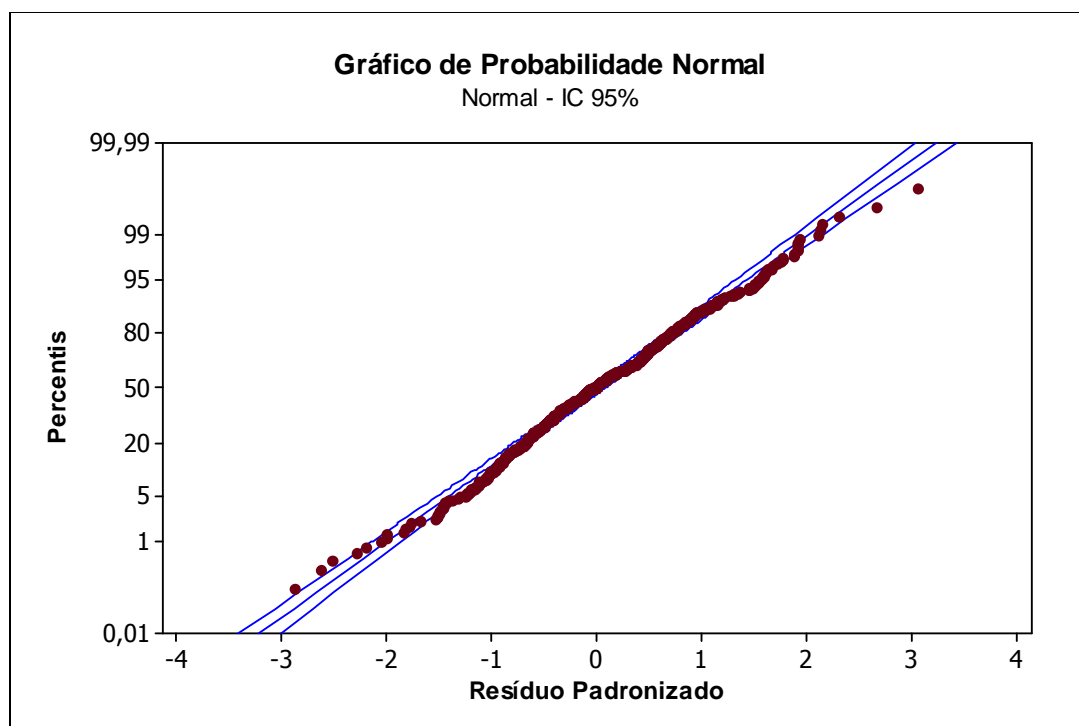
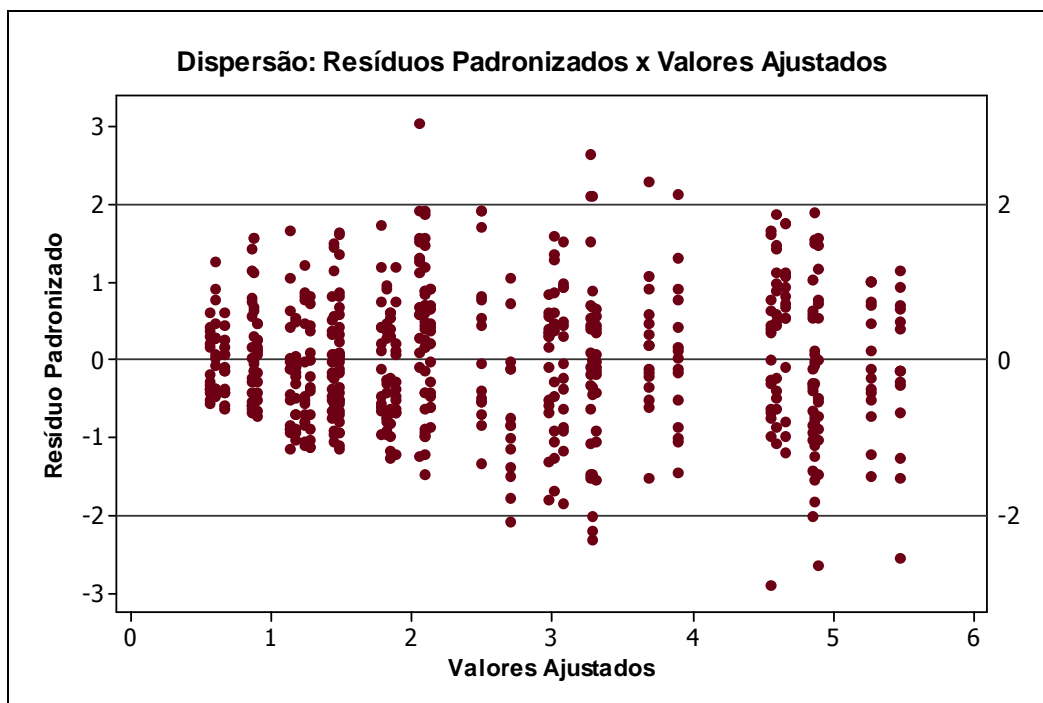


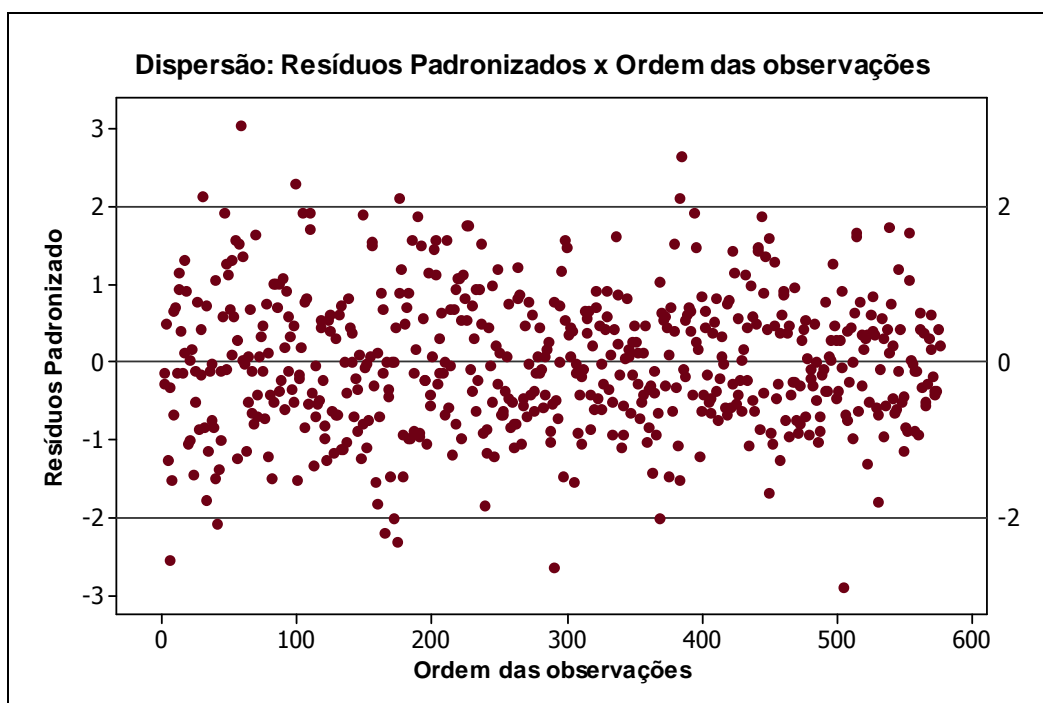
Gráfico C.2. Gráfico de probabilidade normal para os resíduos puros do modelo

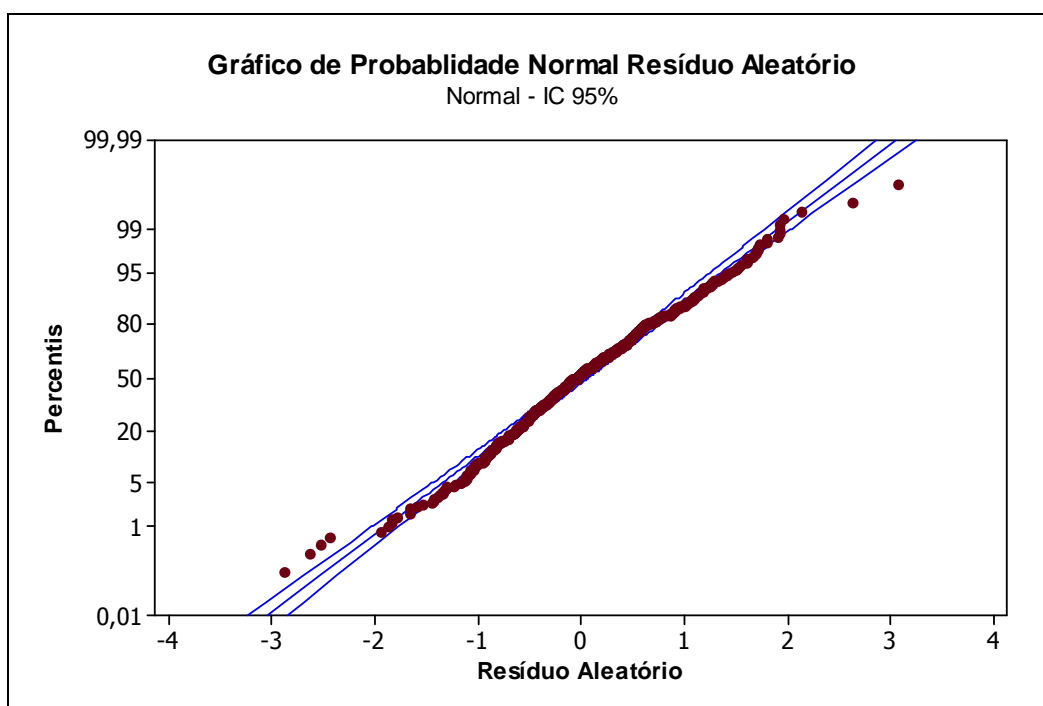


**Gráfico C.3. Gráfico de dispersão dos resíduos padronizados pelos valores ajustados**



**Gráfico C.4. Gráfico de dispersão dos resíduos pela ordem das observações**



**Gráfico C.5. Gráfico de probabilidade normal para os resíduos do efeito aleatório****Gráfico C.6. Gráfico de dispersão dos resíduos do efeito aleatório pela ordem das observações**