

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

TÍTULO: Relatório de análise sobre o projeto: “Efeito de um programa de exercícios no desconforto postural dos segmentos corporais em operadores de Telemarketing”.

PESQUISADORA: Denise Helena de Castro Lacaze

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Raquel Casarotto

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Medicina da USP - FMUSP

FINALIDADE: Mestrado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Prof^a. Dr^a. Chang Chiann
Prof. Dr. Carlos Alberto de Bragança Pereira
Paulo do C. Hubert Jr.
Tiago Pilan Ferreira

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

CHIANN , C., PEREIRA, C.A.B., PILAN, T. e HUBERT, P. C. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Efeito de um programa de exercícios no desconforto postural dos segmentos corporais em operadores de Telemarketing”**. São Paulo, IME-USP, 2004. (RAE – CEA – 04P19)

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS:

BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. (2002). **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Saraiva. 526p.

ILDA, I. (1988). **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgar Blücher. 465p.

VENEZUELA, M. K. (2003). **Modelos Lineares Generalizados para Análise de Dados com Medidas Repetidas**. São Paulo. Dissertação (Mestrado). Instituto de Matemática e Estatística – USP.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

Microsof Excel (versão XP)

S-Plus (versão 2000)

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise descritiva unidimensional (03:010)

Outros (07:990)

Outros (04:990)

ÁREA DE APLICAÇÃO:

Bioestatística (14:030)

ÍNDICE

1. Introdução	4
2. Descrição do Estudo	4
3. Descrição das Variáveis	5
4. Análise descritiva	6
5. Análise Inferencial	9
6. Conclusão	17
Apêndice A – Instrumentos de Coletas de Dados	18
Apêndice B – Gráficos	22
Apêndice C – Tabelas	39
Apêndice D – Ajuste do Modelo	43

1. Introdução

Este relatório apresenta uma análise dos dados provenientes de um estudo sobre a fadiga em profissionais operadores de telemarketing.

O operador de telemarketing é um profissional que surgiu com as necessidades do atual mercado de trabalho. O tipo de função exercida por esse profissional exige que permaneça sentado grande parte da sua jornada de trabalho. Este tipo de função não é incomum hoje em dia.

As características desse tipo de função como a mudança pouco freqüente de postura ou a presença de desconforto da posição sentada, são fatores que supostamente provocam problemas músculo-esqueléticos (PME).

Adicione-se ainda a esses problemas o fato de o trabalho com terminais de computadores tornar-se mais complexo com o passar do tempo. Passam de uma simples entrada de dados para uma tarefa mais interativa, exigindo atenção maior do operador. Pode-se muitas vezes chegar ao ponto de o equipamento estabelecer o ritmo do trabalho, limitando o poder de auto-administração do tempo de trabalho e do momento correto de intervalo de descanso.

Acredita-se que esta falta de controle de ritmo de trabalho seja uma causa importante da fadiga tanto mental quanto física. A prática de exercícios e programas de ginástica laboral surge como possível intervenção com objetivo de prevenir os problemas de fadiga descritos.

Este projeto propõe-se a estudar o efeito de programas de ginástica no desconforto, na fadiga, e no nível de dor dos operadores de telemarketing, focando a análise em três tipos de índices de avaliação, a saber:

- i) Mapa de Segmentos Corporal (MAPA)
- ii) Escala Visual Analógica (EVA)
- iii) Escala de Fadiga de Chalder (FEC)

2. Descrição do Estudo

As unidades amostrais desse estudo são operadores de telemarketing, funcionários de uma mesma companhia, divididos em dois grupos: controle e experimental.

Os critérios de inclusão para os indivíduos foram:

- a) Não apresentar disfunções músculo-esqueléticas no momento da pesquisa.
- b) Consentir em participar do estudo, mediante assinatura do termo de consentimento pós-informação.

A atribuição dos indivíduos aos grupos foi feita de maneira aleatória. Ou seja, a partir de uma lista com os nomes dos operadores, atribuía-se a cada um o grupo a que pertenceria através de um sorteio aleatório.

O estudo teve duração total de dez semanas. Todo dia, a pesquisadora visitava o local de trabalho dos operadores de telemarketing, que tinham então uma pausa de dez minutos no trabalho. Durante essa pausa, os participantes do grupo controle ficavam livres para realizar qualquer atividade, enquanto que aqueles do grupo experimental eram submetidos ao programa de exercícios laborais, que incluem exercícios de alongamento, mobilização e relaxamento muscular. Uma vez por semana, a pesquisadora recebia os questionários e o mapa corporal preenchidos pelos participantes.

3. Descrição das Variáveis

As variáveis de interesse são:

- **Escala Visual Analógica (EVA):** variável com valores no intervalo de 0 a 10. Representa o nível de desconforto global do indivíduo (o indivíduo faz uma marca na linha utilizada para representar esse desconforto – vide anexo A.1 - cujos extremos correspondem a extremamente confortável ou extremamente desconfortável, e o valor da distância da origem da linha até a marca feita pelo indivíduo é o valor assumido pela variável EVA);

- **Mapa dos Segmentos Corporais (MAPA):** variável com valores entre 0 e 15. É a quantidade de segmentos corporais (de acordo com o mapa pré-estabelecido) em que o indivíduo apresenta desconforto;

- **Escala de Fadiga de Chalder (FEC):** variáveis qualitativas (15 questões - essas variáveis foram codificadas de 1 a 4, em que: 1 – significa menos que de costume, 2 – não mais que de costume, 3 – mais que de costume, 4 - muito mais que de costume).

Os instrumentos de coleta (EVA, MAPA e FEC) estão dispostos no Apêndice A.

Como variáveis explicativas, teremos a prática ou não dos exercícios laborais, tempo, peso, altura e escolaridade.

Para reunir as informações de peso e altura, optamos pelo Índice de Massa Corporal, definido como o peso dividido pelo quadrado da altura.

4. Análise descritiva

Inicialmente, procuramos comparar os grupos quanto às variáveis explicativas peso, altura e escolaridade.

Foi construído um gráfico P-P para essa variável, com o intuito de compararmos os grupos experimental e controle quanto às suas distribuições (Gráfico B.1 – Apêndice B). Nota-se desse gráfico que há, no grupo controle, uma proporção maior de indivíduos com alto valor de IMC (acima de 25).

Para analisar os perfis dos grupos quanto à escolaridade, foi criado um gráfico do tipo “pizza” (Gráficos B.2 e B.3 – Apêndice B). Observamos que há diferença entre os grupos. No entanto, acreditamos que essa variável não tenha influência nos resultados do estudo, conforme indicado pelas pesquisadoras, e portanto os gráficos têm finalidade meramente ilustrativa.

Passando, então, para as variáveis resposta, plotamos inicialmente os valores da Escala Visual Analógica (EVA), novamente através de um gráfico P-P, considerando os dois grupos, tanto antes (1ª semana) quanto após (10ª semana) a realização do

programa de exercícios (Gráfico B.4 – Apêndice B). O que se vê nesse gráfico é uma aparente melhora nos dois grupos. Entretanto, o grupo experimental era o que apresentava os piores valores na 1ª semana, e ao mesmo tempo foi o que apresentou os melhores na 10ª. Há, por conseguinte, evidências de efeito do tratamento.

Para análise dos resultados das questões da Escala de Chalder e do Mapa Corporal, comparamos as proporções de indivíduos que melhoraram sua resposta da primeira para a última semana, com as proporções de piora, melhora e estagnação (resposta da última semana igual à da primeira).

Foram feitos gráficos de barras (exemplos para algumas questões aparecem nos Gráficos B.5 do Apêndice B) com o intuito de comparar essas proporções nos dois grupos. Esses gráficos foram baseados nas Tabelas C.1 e C.2 (Apêndice C), em que a proporção de indivíduos acima da diagonal da tabela indica o percentual de indivíduos que pioraram após a realização do programa de exercícios e a proporção abaixo da diagonal da tabela indica o percentual de indivíduos que melhoraram.

Desses gráficos notamos que, de maneira geral, a proporção maior no grupo experimental é a de indivíduos que apresentaram melhora, exceto nas questões 04, 11, 12 e 13. O grupo controle, entretanto, também apresentou a mesma tendência; novamente, porém, a proporção de indivíduos com melhora é maior no grupo experimental para a maioria das questões. Com relação ao MAPA (Gráfico B.6 do Apêndice B), podemos observar que a proporção de melhora ou estagnação é maior no grupo experimental que no grupo controle.

Foram feitos também gráficos de barras (alguns exemplos no Gráfico B.7 do Apêndice B) comparando os dois grupos quanto às categorias que eles se encontravam na primeira semana e na última semana. Podemos observar que de maneira geral os dois grupos parecem melhorar (com exceção das questões 08, 09, 11 e 14, em que as proporções do grupo controle pioraram). Apesar disso, novamente a melhora foi mais pronunciada entre os indivíduos do grupo experimental, consistindo em nova evidência a favor do efeito de tratamento.

Explorando a variável MAPA (Gráficos B.8 e B.9 – Apêndice B), percebemos que para o grupo experimental, após a realização do programa de exercícios, houve um aumento considerável na frequência de indivíduos que apresentam poucas partes doloridas (0, 1 ou 2 partes doloridas) enquanto para o grupo controle esse aumento

não foi tão expressivo. Ou seja, o programa de exercícios parece ter tido influência no desconforto postural. O mesmo pode ser verificado através dos gráficos tipo “radar” (Gráficos B.12 e B.13 – Apêndice B), em que os eixos indicam o número de partes doloridas apontadas pelo indivíduo.

Comparando os dois grupos na 1ª semana (Gráficos B.10 e B.14 – Apêndice B) e na 10ª semana (Gráficos B.11 e B.15 – Apêndice B) verificamos que, inicialmente o grupo experimental apresenta um desconforto postural muscular maior que o grupo controle, porém o grupo experimental atingiu uma situação melhor quanto ao desconforto em relação ao grupo controle após a realização do programa de exercícios (10ª semana).

Com o objetivo de avaliar e comparar a probabilidade de melhora de um indivíduo pertencente ao grupo controle com a probabilidade de melhora de um indivíduo pertencente ao grupo experimental quanto à fadiga física e mental após a realização do programa de exercícios, foram feitos gráficos da função de verossimilhança para π , a proporção populacional de indivíduos que melhoram, para cada questão. Esses gráficos foram baseados nas Tabelas C.1 e C.2 (Apêndice C). Podemos notar (Gráficos B.16 e B.17 – Apêndice B) que, com exceção das questões 01, 02, 05 e 13, o valor de π que maximiza a função de verossimilhança é maior para o grupo experimental, indicando que os indivíduos que realizam o programa de exercícios parecem ter uma maior probabilidade de melhora.

Por fim, para posterior análise inferencial do questionário de Chalder, foi criado um índice (ID) a partir dessas probabilidades de melhora, cuja forma de cálculo segue abaixo:

Para cada questão calculou-se a área (ver Gráficos B.16 e B.17) entre as funções de verossimilhança para π , a proporção populacional de indivíduos que apresentaram melhora, do grupo controle e experimental. Em seguida, criamos um ordenamento (Tabela C.3, Apêndice C) começando pelas questões que apresentavam as menores áreas, ou seja, que mais discriminavam os dois grupos. Foram utilizadas as 4 questões que mais discriminavam: 08, 09, 11 e 14. Estas questões foram utilizadas, pois apresentavam área menor que 0.15, ou seja, tinham um bom poder discriminante.

A partir dessas questões, foi calculado o índice de diagnóstico (ID) conforme indicado abaixo:

$$\text{Índice de Diagnóstico (ID)} = (Q8 + 2 \cdot Q9 + 4 \cdot Q11 + 8 \cdot Q14) / M$$

em que:

M: Valor máximo que o índice pode assumir

Q8, Q9, Q11 e Q14 – são as respostas do indivíduo, respectivamente para as questões 08, 09, 11 e 14. Elas podem assumir os valores 0, 1, 2 e 3 em que: 0 – significa menos que de costume, 1 – não mais que de costume, 2 – mais que de costume, 3 - muito mais que de costume.

5. Análise Inferencial

Para analisarmos as hipóteses de interesse do estudo, consideraremos as três variáveis de interesse separadamente.

Para todas as variáveis procuramos ajustar modelos que levem em conta a estrutura longitudinal do experimento, para verificar a presença de efeitos de tempo e tratamento.

Com esse objetivo, utilizamos a técnica de Equações de Estimação Generalizadas (EEG), para análise de modelos lineares generalizados com estrutura de correlação (VENEZUELA (2003)).

Entretanto, o uso do software S-PLUS 2000 para essa técnica não admite a existência de dados omissos. No conjunto em análise, há 40 valores omissos (num total de 670 – 67 indivíduos observados ao longo de 10 semanas).

É possível admitir que a ocorrência dessas omissões é aleatória, pois não se destaca nenhum padrão relacionando tempo ou grupo à ausência da tomada da medida. Considerando, portanto, a baixa quantidade de dados ausentes, e a aleatoriedade de sua ocorrência, optamos por utilizar a imputação de dados para viabilizar a aplicação da técnica de EEG.

A imputação foi feita através dos métodos mais comuns, a saber: i) média das observações mais próximas (anterior e posterior); e ii) repetição do último valor observado (quando não houver observação posterior para cálculo da média, p. ex., a ausência ocorre na 10ª semana). Salientamos que essa é apenas uma das possíveis abordagens para o problema, e que foi adotada por acreditarmos no baixo impacto da imputação nos resultados da análise, bem como devido às limitações de software disponível no caso de modelos desbalanceados.

Apresentamos a seguir os resultados obtidos na análise de cada variável.

5.1 Escala Visual Analógica (EVA)

Prosseguindo com a análise, observando o gráfico das curvas médias ao longo do tempo (Gráfico B.18, Apêndice B), notamos evidências de diferenças entre os grupos. Além disso, há indícios de que a relação da média da variável EVA com o tempo não é linear, mas sim exponencial.

Com base nisso, adotamos uma transformação logarítmica dos valores para o ajuste. Entretanto, como há valores nulos no conjunto de dados, deslocamos os valores para o intervalo 10 a 20 (o intervalo original era de 0 a 10) antes de aplicar o logaritmo natural, somando 10 a cada resposta observada.

Ficamos desse modo com um modelo com a seguinte estrutura:

$$y_{ijk} = \alpha + \beta \cdot Grupo_i + \gamma \cdot Tempo_j + (\beta\gamma) \cdot Grupo_i \cdot Tempo_j + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} : valor do logaritmo natural da variável EVA para o k-ésimo indivíduo, no i-ésimo grupo ($i=1,0$ sendo que 1 representa o grupo Experimental) na j-ésima semana ($j=1,...,10$);

α : média do grupo controle;

β : efeito de grupo;

γ : efeito de tempo;

$(\beta\gamma)$: efeito de interação entre tempo e grupo;

Grupo_i: variável indicadora que toma o valor 1 se o indivíduo pertence ao grupo Experimental, e 0 caso contrário;

Tempo_j: representa a semana em que a medida correspondente foi tomada (Tempo_j = 1, 2, 3, ..., 10);

ε_{ijk} : Erro aleatório. Os erros entre indivíduos distintos são considerados independentes, enquanto que para os erros do mesmo indivíduo ao longo do tempo será adotada uma estrutura de correlação AR(2);

Esse modelo estrutural resultará, após a estimação de seus parâmetros, em duas retas estimadas, uma para cada grupo. O intercepto da reta referente ao grupo Controle é representado pelo coeficiente α , e sua inclinação pelo parâmetro γ . Para o grupo Experimental, teremos o intercepto dado por $\alpha + \beta$ e a inclinação por $\gamma + (\beta\gamma)$.

A fim de analisar a estrutura de correlação da variável EVA para um mesmo indivíduo ao longo das semanas, obtivemos a matriz de correlação estimada (Apêndice C – C.4). Observamos que as correlações decrescem ao longo do tempo entre as medidas; mais além, a velocidade do decrescimento sugere um modelo autoregressivo de ordem 2. Sendo assim, essa estrutura foi utilizada no ajuste.

Analisando os valores da EVA, notamos então que há uma grande concentração de respostas iguais a zero. Esse fato prejudicou a qualidade do ajuste de uma distribuição contínua aos dados, e por isso (tendo em mente que o interesse do projeto é apenas detectar possíveis diferenças entre os grupos) optamos por fazer uso de um modelo de quase-verossimilhança, que não faz hipótese alguma sobre a distribuição dos dados (exceto no que concerne à relação entre média e variância).

O resultado (saída produzida pelo SPLUS) do ajuste pode ser visto no Apêndice D, Tabela D.1. As retas estimadas para cada grupo foram:

Grupo Controle	$y_j = 2.7312 - 0.0068 \cdot \text{Tempo}_j$
-----------------------	--

Grupo Experimental	$y_j = 2.7835 - 0.022 \cdot \text{Tempo}_j$
---------------------------	---

Medidas de variabilidade para os parâmetros estimados estão dispostas no Apêndice D – item D1.

Considerando um nível de significância igual a 5%, todos os coeficientes podem ser considerados significativamente diferentes de zero. Em outras palavras, podemos dizer que há efeitos estatisticamente importantes de tempo, grupo e interação.

No contexto do modelo exposto acima, isso significa que as retas para os grupos Controle e Experimental apresentam diferenças significativas tanto no intercepto quanto na inclinação: antes do início do estudo, o grupo Experimental apresentava um valor para a variável EVA em média maior do que o grupo Controle. Por outro lado, a curva ajustada à média da variável EVA para o grupo Experimental apresentou um declínio mais acentuado se comparado ao grupo Controle, implicando um valor médio para essa variável menor que o apresentado para o grupo Controle ao longo do tempo.

Para detectarmos possíveis valores influentes e discrepantes, utilizamos os gráficos da Distância de Cook e do resíduo padronizado (Apêndice B, Gráfico B.21), respectivamente.

Encontramos os indivíduos 7, 24, 28 e 66 como influentes, e o ponto 7 também como aberrante. Ajustando, entretanto, o modelo sem cada um desses pontos, não apareceram alterações importantes nem nos resultados da inferência e nem nas estimativas dos parâmetros.

Sendo assim, consideramos o modelo como bem ajustado, e apresentamos no gráfico B.24, Apêndice B, as curvas médias observadas ao longo do tempo, em conjunto com as curvas ajustadas para cada grupo.

5.2 Mapa de Segmentos Corporais (MAPA)

Continuando a análise para a variável MAPA, observamos através do gráfico de curvas médias ao longo do tempo (Gráfico B.20, Apêndice B), que há evidências de diferenças entre os dois grupos. Percebemos que a curva referente ao grupo experimental parece ter uma inclinação um pouco mais acentuada que para o grupo controle.

Para avaliar essa hipótese, foi ajustado um modelo como segue abaixo:

$$MAPA_{ijk} \sim \text{Poisson}(\lambda_{ijk})$$

$$\log \lambda_{ijk} = \alpha + \beta \cdot Grupo_i + \gamma \cdot Tempo_j + (\beta\gamma) \cdot Grupo_i \cdot Tempo_j + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

$MAPA_{ijk}$: Número de segmentos corporais doloridos para o k-ésimo indivíduo, no i-ésimo grupo ($i=0,1$ sendo que 1 representa o grupo Experimental) na j-ésima semana ($j=1, \dots, 10$);

λ_{ijk} : número médio de segmentos corporais doloridos para o k-ésimo indivíduo, no i-ésimo grupo ($i=0,1$ sendo que 1 representa o grupo Experimental) na j-ésima semana ($j=1, \dots, 10$);

α : média do grupo Controle;

β : efeito de grupo;

γ : efeito de tempo;

$(\beta\gamma)$: efeito de interação entre tempo e grupo;

$Grupo_i$: variável indicadora que toma o valor 1 se o k-ésimo indivíduo pertence ao grupo Experimental, e 0 caso contrário;

$Tempo_j$: representa a semana em que a medida correspondente foi tomada ($Tempo_j = 1, 2, 3, \dots, 10$);

ε_{ijk} : Erro aleatório. Os erros entre indivíduos distintos são considerados independentes, enquanto que para os erros do mesmo indivíduo ao longo do tempo será adotada uma estrutura de correlação AR(2);

A estrutura auto regressiva de ordem 2 - AR(2), assim como no caso anterior, foi escolhida como a mais adequada para explicar a correlação entre as respostas de um mesma unidade amostral ao longo do tempo (Tabela C.5, Apêndice C). Dadas as estimativas obtidas (Tabela D.2, Apêndice D), temos que o número médio de partes doloridas para cada grupo pode ser calculado da seguinte maneira:

grupo controle:	$MAPA_j \sim \text{Poisson}(\lambda_j)$
	$\log \lambda_j = 1,2278 - 0,0180 * Tempo_j$
grupo experimental:	$MAPA_j \sim \text{Poisson}(\lambda_j)$
	$\log \lambda_j = 1,4609 - 0,0768 * Tempo_j$

Podemos verificar através da Tabela D.2 que, considerando um nível de significância igual a 5%, todos os coeficientes podem ser considerados significativamente diferentes de zero. Em outras palavras, podemos dizer que há novamente efeitos estatisticamente importantes de tempo, semana, e interação.

Podemos observar (Gráficos B.20 e B.25, Tabela D.2) que inicialmente o Grupo Experimental se apresenta em piores condições que o Grupo Controle quanto ao número médio de partes doloridas, já que o efeito de grupo foi significativo, porém uma vez que o efeito de interação também foi considerado significativo (fazendo com que este grupo tenha uma taxa de decrescimento maior que o grupo controle), ao final das dez semanas ele apresenta um número médio de partes doloridas menor que o grupo controle, indicando, assim, eficácia do tratamento.

Para detectarmos possíveis valores influentes e discrepantes, utilizamos os gráficos da Distância de Cook e do Resíduo Padronizado (Apêndice B, Gráfico B.22), respectivamente. Além disso, foi utilizado um envelope simulado para avaliar se a distribuição utilizada (no caso, Poisson) é adequada.

Analisando os gráficos, encontramos os indivíduos 4, 13, 25 e 28 como influentes, e os pontos 67, 4,6 e 27 como aberrantes. Porém, ajustando o modelo sem cada um desses pontos, não apareceram alterações importantes nos resultados da inferência e nas estimativas dos parâmetros. Observando o envelope, vemos que este acomoda bem todos os pontos em seu interior, indicando que o modelo de Poisson apresentou um ajuste satisfatório.

Apresentamos no gráfico B.25, Apêndice B, as curvas médias observadas ao longo do tempo, em conjunto com as curvas ajustadas para cada grupo.

5.3 Questionário – Índice (ID)

Foi construído para esse índice um gráfico de curvas médias ao longo do tempo (Gráfico B.19, Apêndice B), em que percebemos evidências de diferenças entre os dois grupos, já que como para as outras variáveis o grupo experimental parece ter uma inclinação mais acentuada que o grupo controle.

Para avaliar essa hipótese, foi ajustado um modelo como segue abaixo:

$$ID_{ijk} \sim \text{Gama}(\lambda_{ijk})$$

$$\log \lambda_{ijk} = \alpha + \beta \cdot \text{Grupo}_i + \gamma \cdot \text{Tempo}_j + (\beta\gamma) \cdot \text{Grupo}_i \cdot \text{Tempo}_j + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

ID_{ijk} : Índice de Diagnóstico para o k-ésimo indivíduo, no i-ésimo grupo ($i=0,1$ sendo que 1 representa o grupo Experimental) na j-ésima semana ($j=1, \dots, 10$);

λ_{ijk} : valor médio para o Índice de Diagnóstico considerando o k-ésimo indivíduo, no i-ésimo grupo ($i=0,1$ sendo que 1 representa o grupo Experimental) na j-ésima semana ($j=1, \dots, 10$);

α : média do grupo Controle;

β : efeito de grupo;

γ : efeito de tempo;

$(\beta\gamma)$: efeito de interação entre tempo e grupo;

Grupo_i : variável indicadora que toma o valor 1 se o k-ésimo indivíduo pertence ao grupo Experimental, e 0 caso contrário;

Tempo_j : representa a semana em que a medida correspondente foi tomada ($\text{Tempo}_j = 1, 2, 3, \dots, 10$);

ε_{ijk} : Erro aleatório. Os erros entre indivíduos distintos são considerados independentes, enquanto que para os erros do mesmo indivíduo ao longo do tempo será adotada uma estrutura de correlação AR(2);

Dado o lento decréscimo das correlações entre as respostas de uma mesma unidade amostral ao longo do tempo, foi utilizada novamente uma estrutura auto regressiva de ordem 2 - AR(2) como a mais adequada para explicar a correlação para a variável ID ao longo dos diferentes tempos, dois a dois, para uma mesma unidade amostral. Dadas as estimativas obtidas (Tabela D.3, Apêndice D) , temos que o valor médio do índice de diagnóstico para cada grupo pode ser calculado da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \text{grupo controle:} \quad ID_j &\sim \text{Gama}(\lambda_j) \\ \log \lambda_j &= 1,2278 - 0,0180 * \text{Tempo}_j \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{grupo experimental:} \quad ID_j &\sim \text{Gama}(\lambda_j) \\ \log \lambda_j &= 1,4609 - 0,0768 * \text{Tempo}_j \end{aligned}$$

Verificamos através da Tabela D.3 que, considerando um nível de significância igual a 5%, todos os coeficientes podem ser considerados estatisticamente significantes (ou seja, rejeita-se a hipótese de que os parâmetros tenham valor zero).

Assim, vemos (Gráfico B.26 e Tabela D.3) para essa variável o mesmo comportamento das variáveis anteriores – o grupo Experimental começa com valores piores, mas apresenta taxa de melhora mais acentuada, ambas as diferenças significativas ao nível de 5%.

Com relação a possíveis valores influentes, discrepantes e ao ajuste do modelo Gama, através dos gráficos referentes à Distância de Cook, Resíduo Padronizado e envelope simulado (Apêndice B, Gráfico B.24) notamos que o ponto referente ao indivíduo 58 aparece como ponto influente, e os pontos 3, 46, 14, 67 e 58 como aberrantes. Ajustando o modelo sem cada um desses pontos não apareceram alterações importantes nos resultados da inferência e nas estimativas dos parâmetros, e por conseguinte os mesmos foram mantidos. Observando por fim o gráfico do envelope simulado meio-normal (Kelly, 2003), vemos que este acomoda bem todos os

pontos, indicando que o modelo Gama parece ajustar-se bem aos dados e que a escolha da ligação logarítmica foi adequada.

Com isso, apresentamos no gráfico B.26, Apêndice B, as curvas médias observadas ao longo do tempo, em conjunto com as curvas ajustadas pelo modelo escolhido para cada grupo.

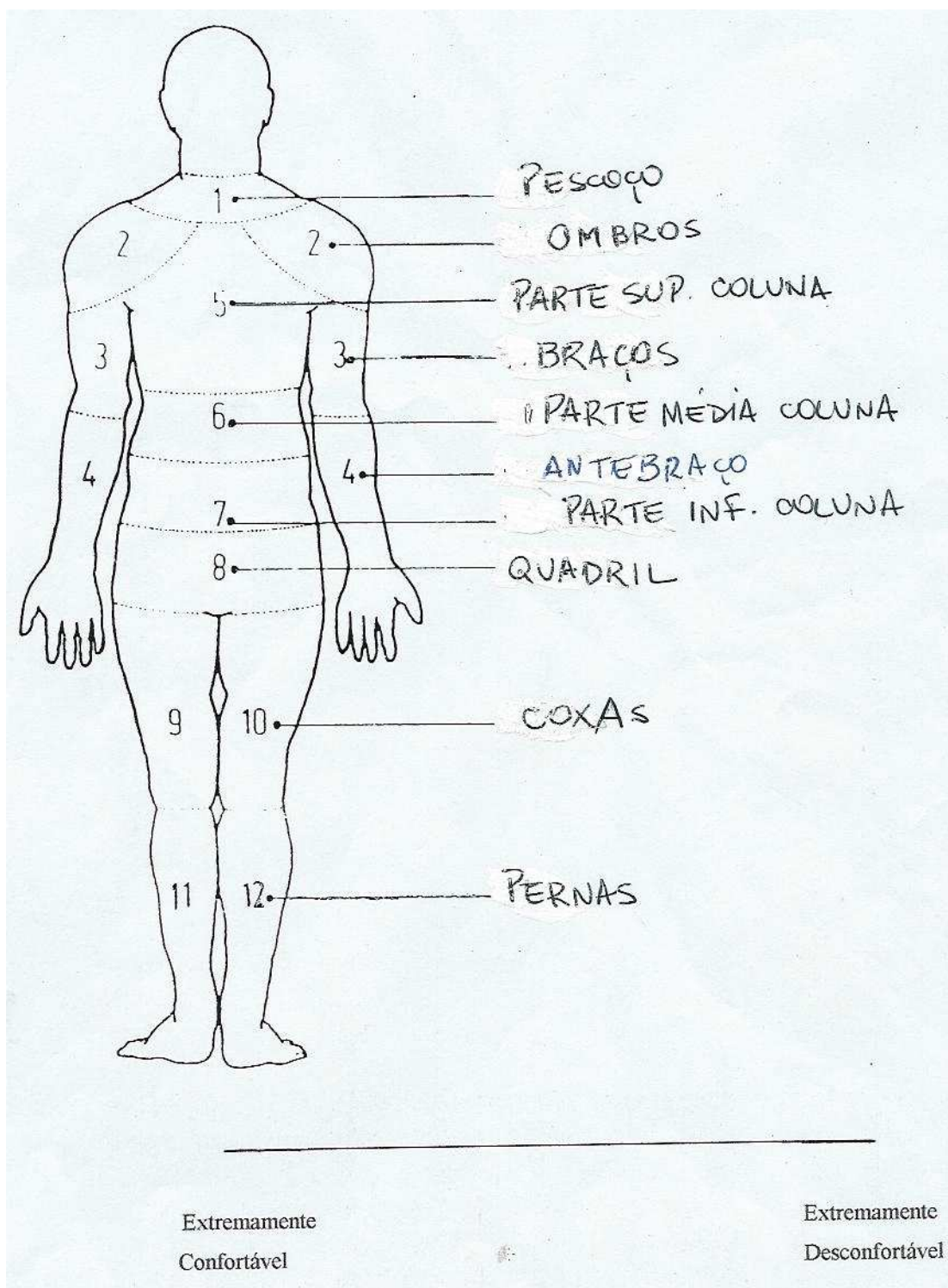
6. Conclusão

Para todas as variáveis respostas consideradas (Escala Visual Analógica, Mapa de Segmentos Corporais e Questionário de Fadiga de Chalder), os modelos ajustados indicaram presença de efeitos significativos para tempo, grupo e interação.

As curvas ajustadas, apesar de logarítmicas, aproximam-se muito de retas, e portanto não há um instante a partir do qual se pode afirmar que as respostas se estabilizam. Assim, concluímos que o programa de exercícios é eficaz em produzir melhoras na fadiga e no desconforto postural, e que essas melhoras se intensificam ao longo do tempo.

A eficácia do tratamento pode ser indicada pelos coeficientes lineares das retas estimadas. Temos, assim, que para a variável EVA o grupo Experimental apresentou decréscimo 224% maior do que o grupo controle (-0.022 contra -0.0068), para o MAPA o decréscimo foi 327% mais agudo (-0.0768 contra -0.018), e para o Índice (ID) foi 140% (-0.0345 contra 0.0144).

Apêndice A – Instrumentos de Coletas de Dados

A.1. Mapa de Segmentos Corporais + Escala Visual Analógica

A.2. Questionário de Chalder**ESCALA DE FADIGA DE CHALDER**

Gostaríamos de saber se você tem tido algum problema com cansaço, fraqueza ou falta de energia no última mês. Por favor responda TODAS as questões abaixo simplesmente marcando um “x” na resposta mais próxima que diz respeito a você. Gostaríamos que você respondesse se tem estes sintomas ou não. Também gostaríamos de saber como você se sente neste momento ou recentemente, e não há muito tempo atrás. Se você vem se sentindo cansado há muito tempo, queremos que você compare seu estado atual com a última vez que se sentiu bem.

01. Você tem problemas com cansaço?☐ menos que
de costume☐ não mais que
de costume☐ mais que
de costume☐ muito mais que
de costume**02. Você precisa descansar mais?**☐ menos que
de costume☐ não mais que
de costume☐ mais que
de costume☐ muito mais que
de costume**03. Você se sente sonolento?**☐ menos que
de costume☐ não mais que
de costume☐ mais que
de costume☐ muito mais que
de costume**04. Você tem problemas para iniciar as tarefas?**☐ menos que
de costume☐ não mais que
de costume☐ mais que
de costume☐ muito mais que
de costume**05. Você sente falta de energia?**☐ menos que
de costume☐ não mais que
de costume☐ mais que
de costume☐ muito mais que
de costume**06. Você se sente com menos força em seus músculos?**☐ menos que
de costume☐ não mais que
de costume☐ mais que
de costume☐ muito mais que
de costume**07. Você se sente fraco?**☐ menos que
de costume☐ não mais que
de costume☐ mais que
de costume☐ muito mais que
de costume

08. Você tem dificuldade em se concentrar?

- ☐ menos que de costume
 ☐ não mais que de costume
 ☐ mais que de costume
 ☐ muito mais que de costume

09. Você sente a língua enrolar cometendo erros ao falar?

- ☐ menos que de costume
 ☐ não mais que de costume
 ☐ mais que de costume
 ☐ muito mais que de costume

10. Você tem mais dificuldade em encontrar a palavra certa?

- ☐ menos que de costume
 ☐ não mais que de costume
 ☐ mais que de costume
 ☐ muito mais que de costume

11. Como está sua memória?

- ☐ melhor que de costume
 ☐ não mais que de costume
 ☐ pior que de costume
 ☐ muito pior que de costume

As próximas questões são sobre dor nos músculos

01. Seus músculos doem em repouso?

- ☐ menos que de costume
 ☐ não mais que de costume
 ☐ mais que de costume
 ☐ muito mais que de costume

02. Seus músculos soem após um exercício físico?

- ☐ menos que de costume
 ☐ não mais que de costume
 ☐ mais que de costume
 ☐ muito mais que de costume

03. Se estiver sentindo cansaço no momento, por favor indique há quanto tempo.

- ☐ menos de 1 semana
 ☐ menos de três meses
 ☐ entre 3 e seis meses
 ☐ seis meses ou mais

04. No total, em que porcentagem do tempo você se sente cansado?

- ☐ 25% do tempo
 ☐ 50% do tempo
 ☐ 75% do tempo
 ☐ todo o tempo

Apêndice B – Gráficos

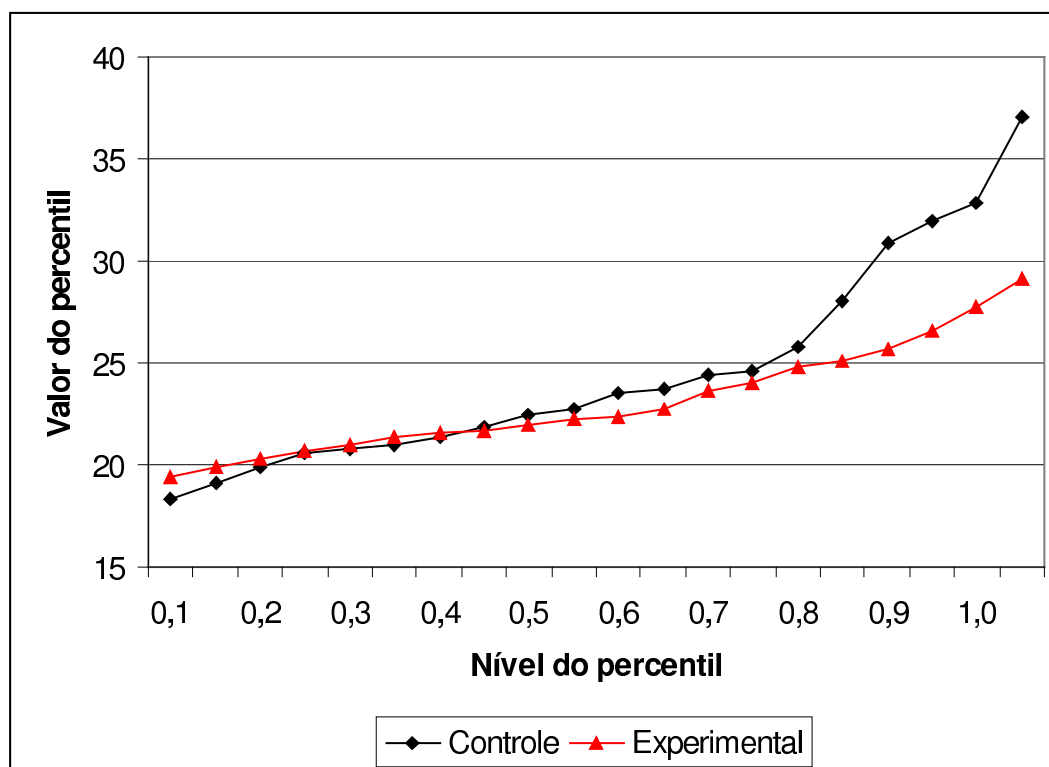
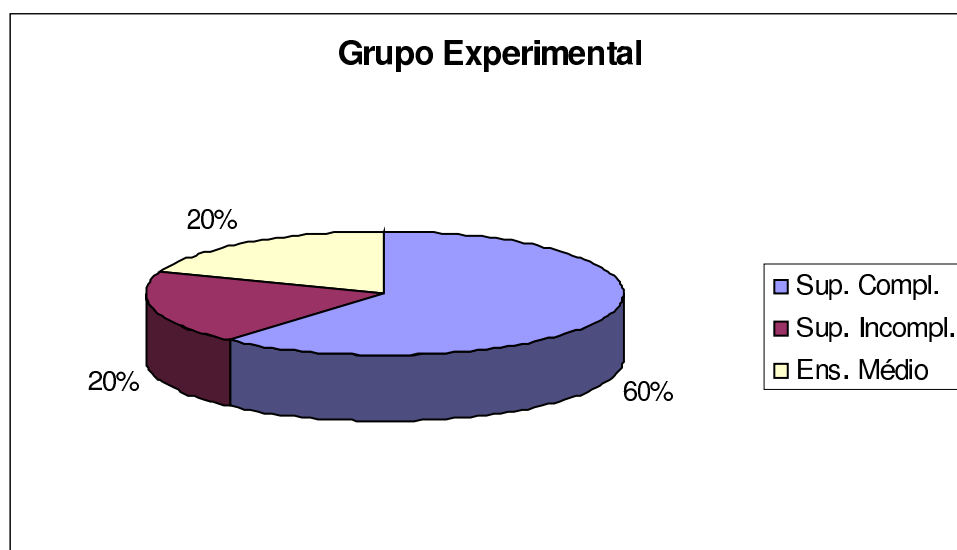
Gráfico B.1 – P-P para variável Índice de Massa Corporal**Gráfico B.2 – Proporção de indivíduos nos diferentes níveis de escolaridade – Grupo Experimental**

Gráfico B.3 – Proporção de indivíduos nos diferentes níveis de escolaridade – Grupo Controle

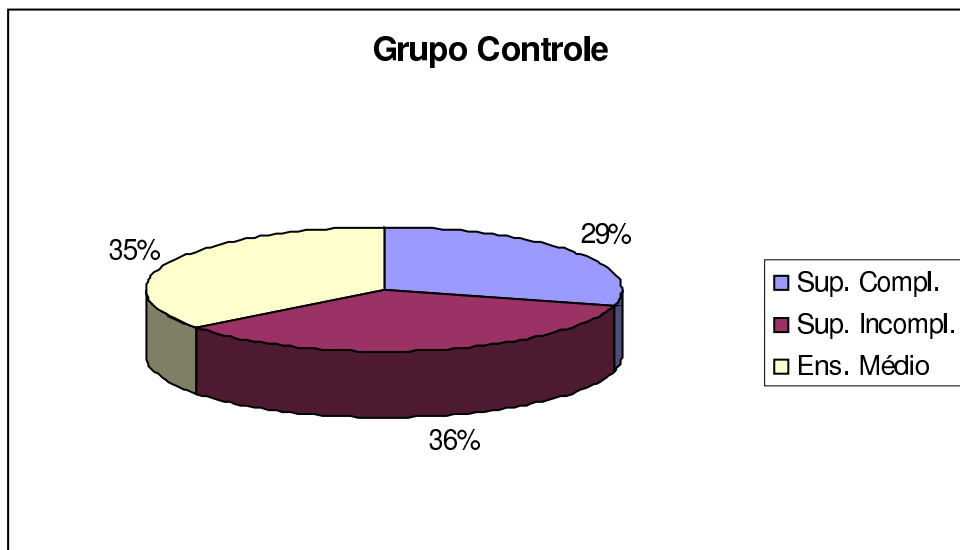
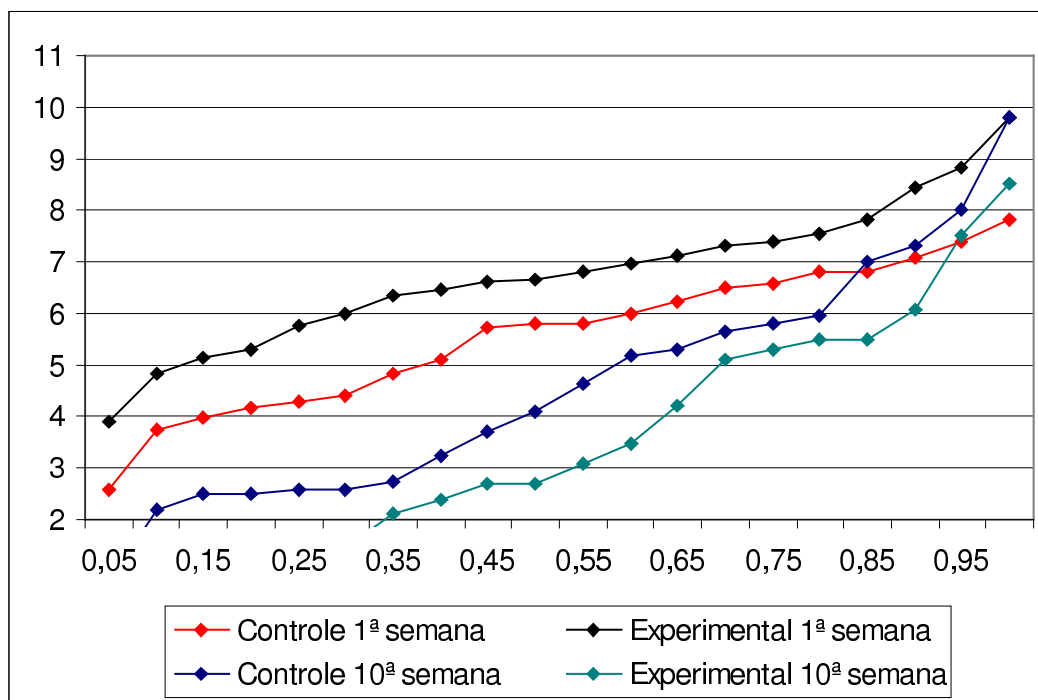
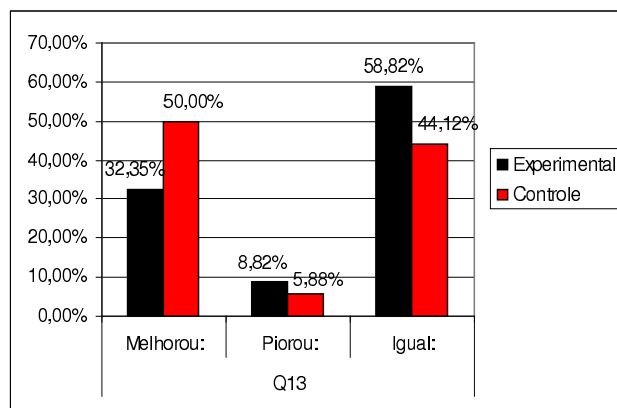
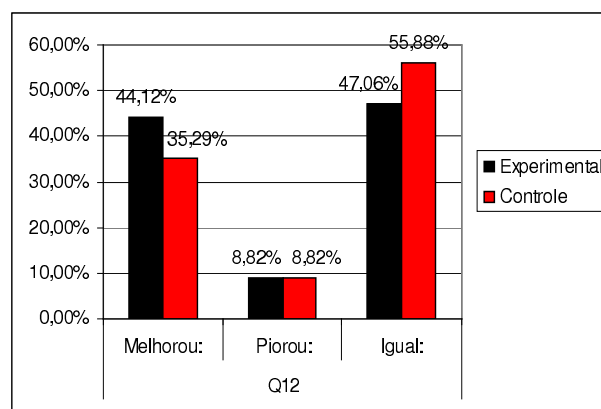
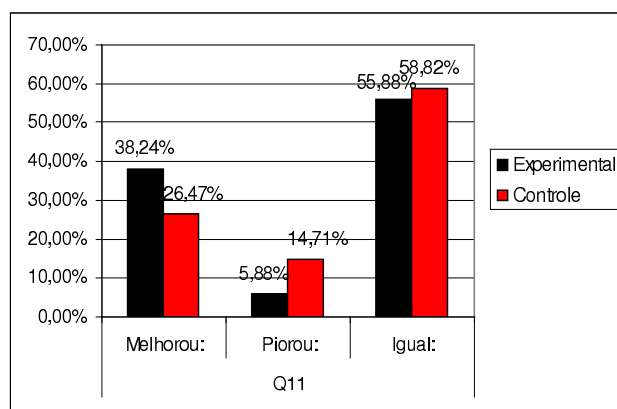
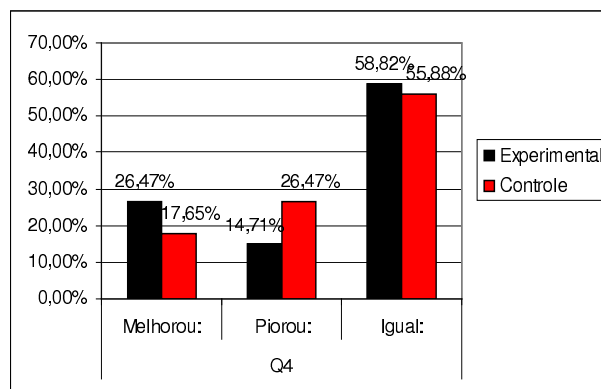
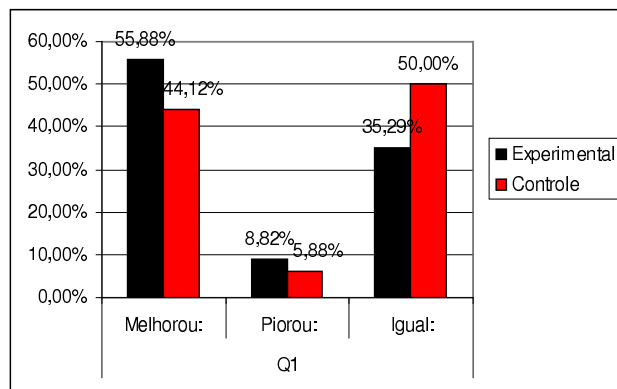


Gráfico B.4 – P-P para Escala Visual Analógica



Gráficos B.5 – Proporções de melhora, piora, ou estagnação (comparação entre primeira e última semana) para algumas questões do questionário.



Gráficos B.6 – Proporções de melhora, piora, ou estagnação para a variável MAPA.

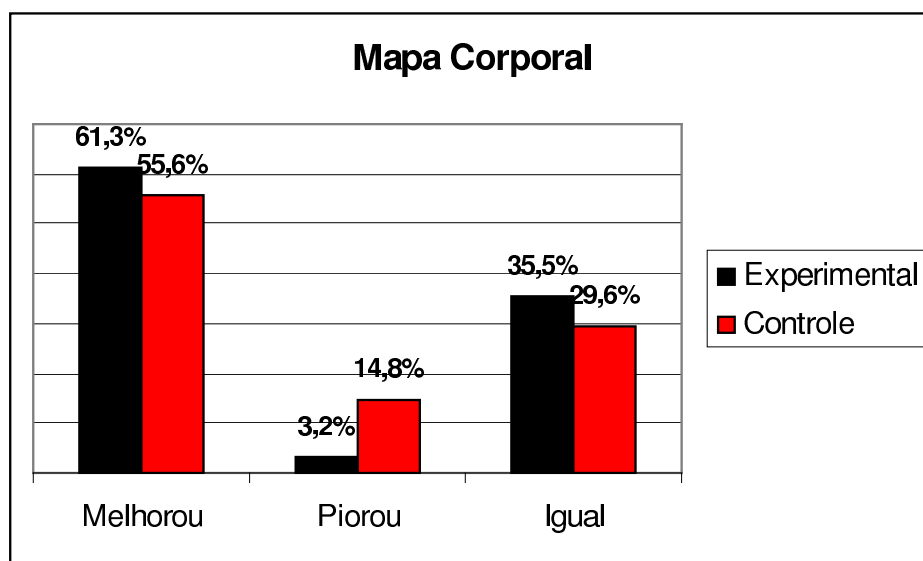


Gráfico B.7 – Distribuição de Frequências para as questões de 01 a 04, referentes à 1ª e à 10ª semana.

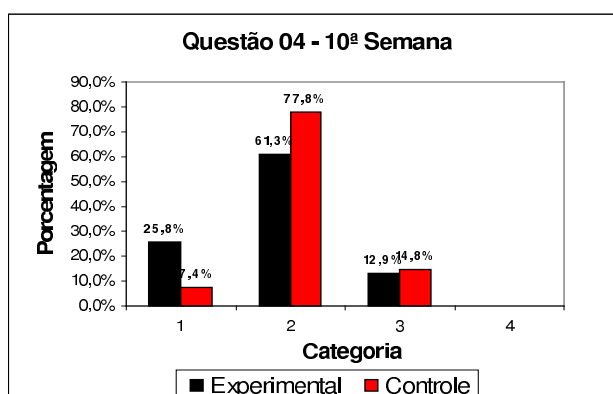
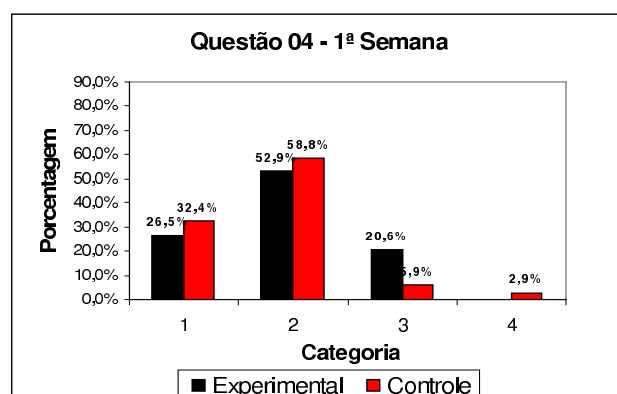
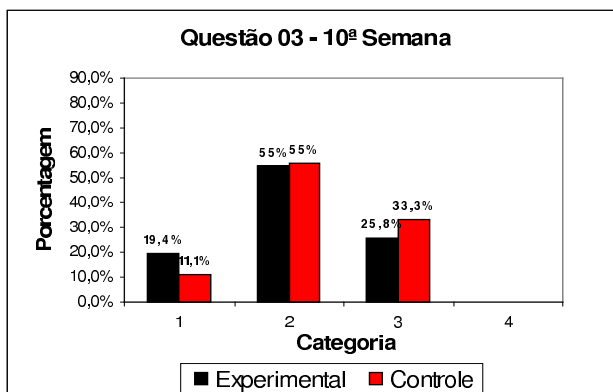
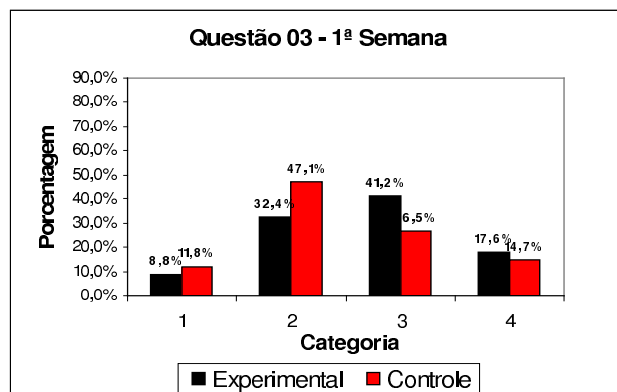
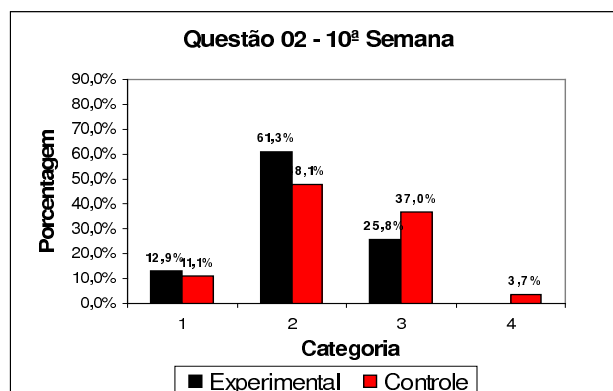
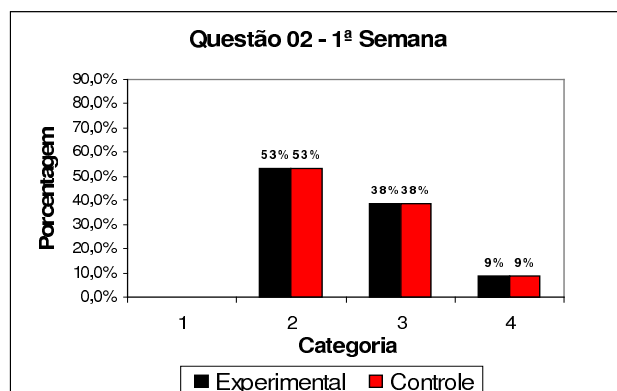
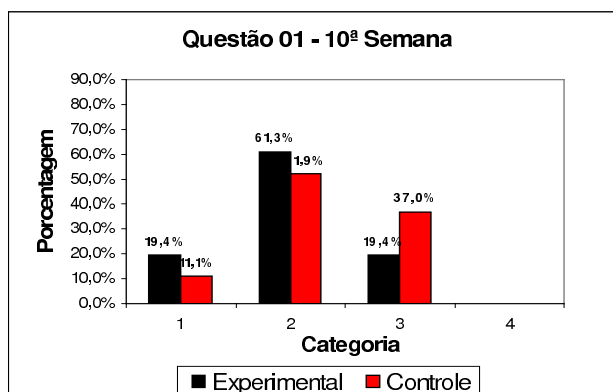
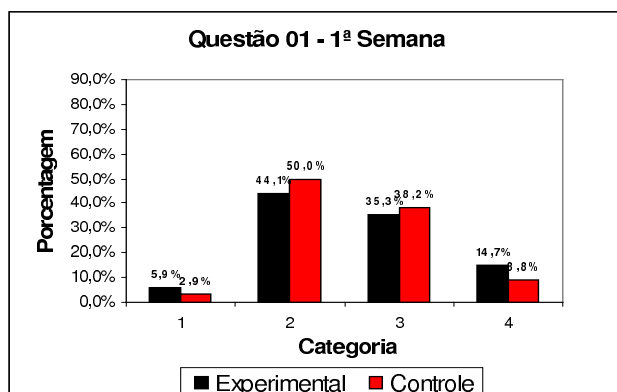


Gráfico B.8 – Frequência do número de partes doloridas – Grupo Experimental

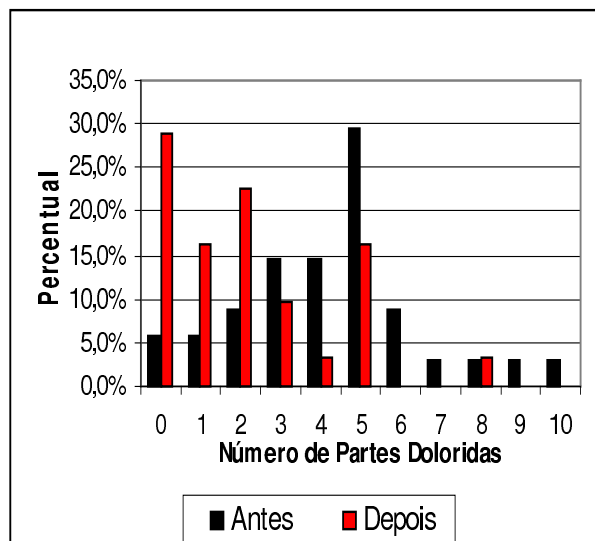


Gráfico B.9 – Frequência do número de partes doloridas - Grupo Controle

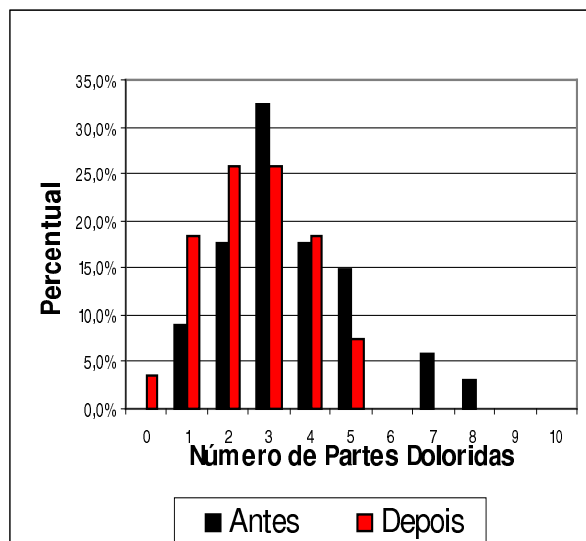


Gráfico B.10 – Frequência do número de partes doloridas – 1ª Semana

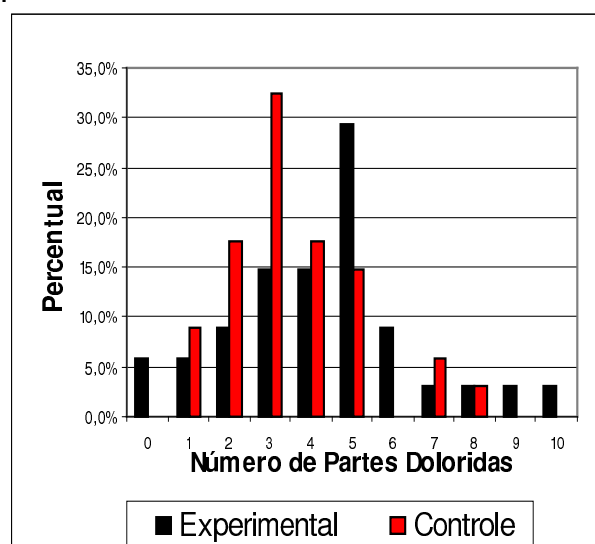


Gráfico B.11 – Frequência do número de partes doloridas - 10ª Semana

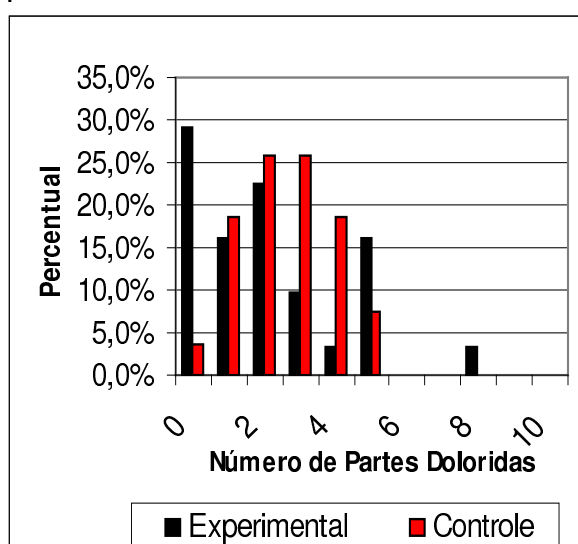


Gráfico B.12 – Frequência do número de partes doloridas – Grupo Experimental

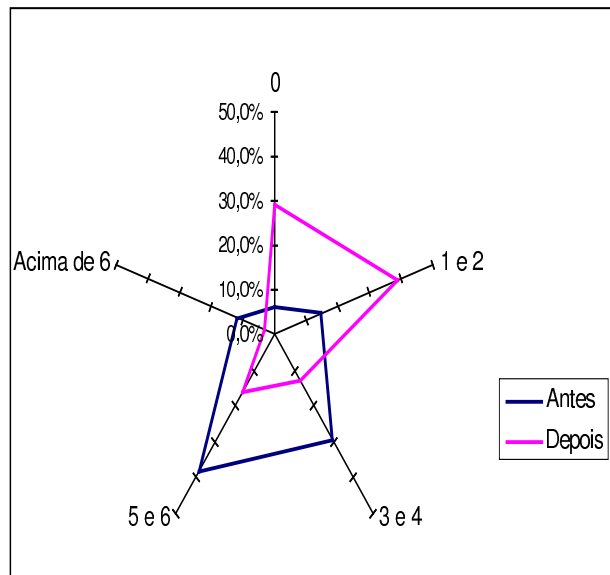


Gráfico B.13 – Frequência do número de partes doloridas - Grupo Controle

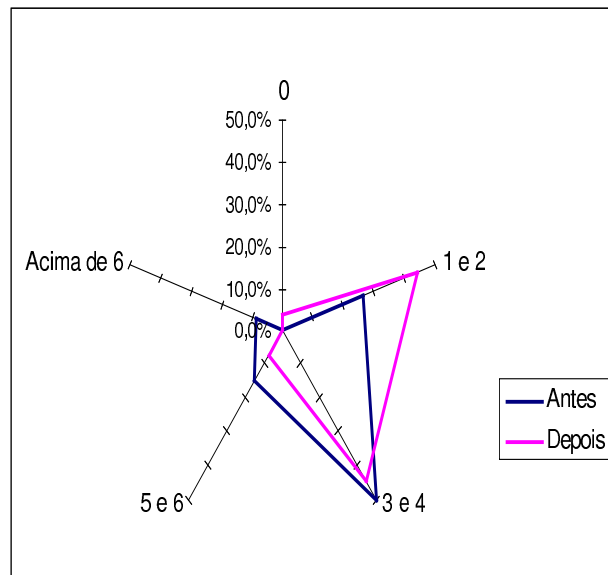


Gráfico B.14 – Frequência do número de partes doloridas – 1ª Semana

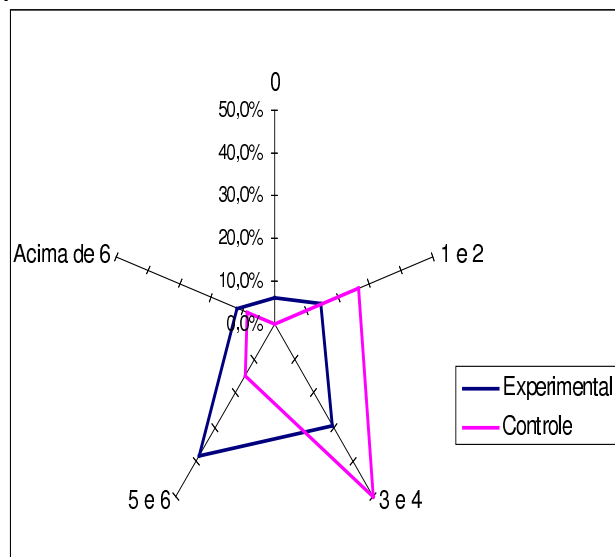


Gráfico B.15 – Frequência do número de partes doloridas - 10ª Semana

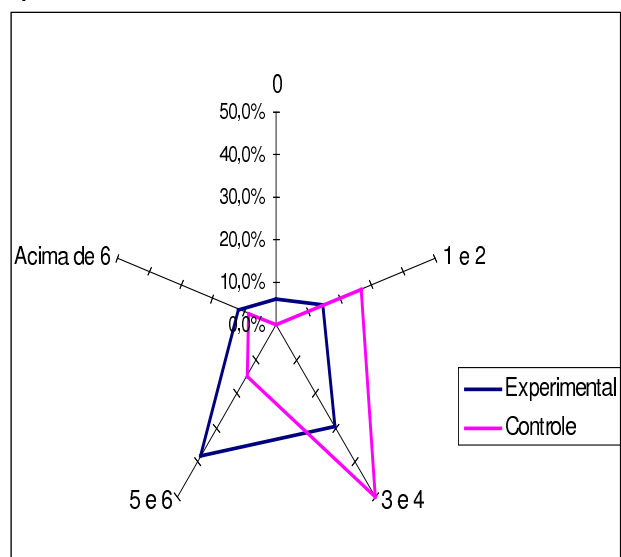


Gráfico B.16 – Funções de Verossimilhança para π : a proporção populacional dos indivíduos que melhoram em relação às questões 1 a 8

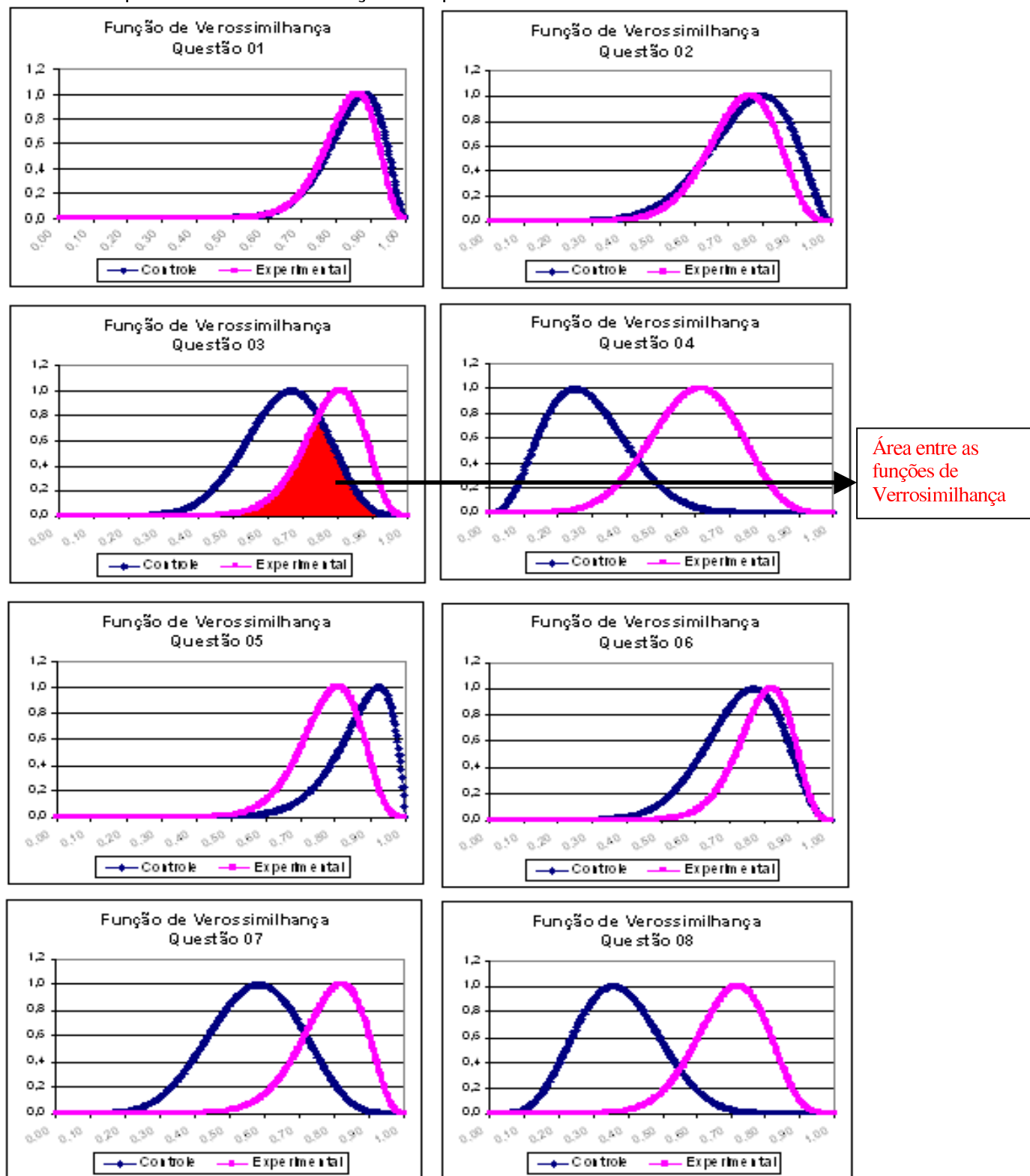


Gráfico B.17 – Funções de Verossimilhança para π : a proporção populacional dos indivíduos que melhoram em relação às questões 09 até 15

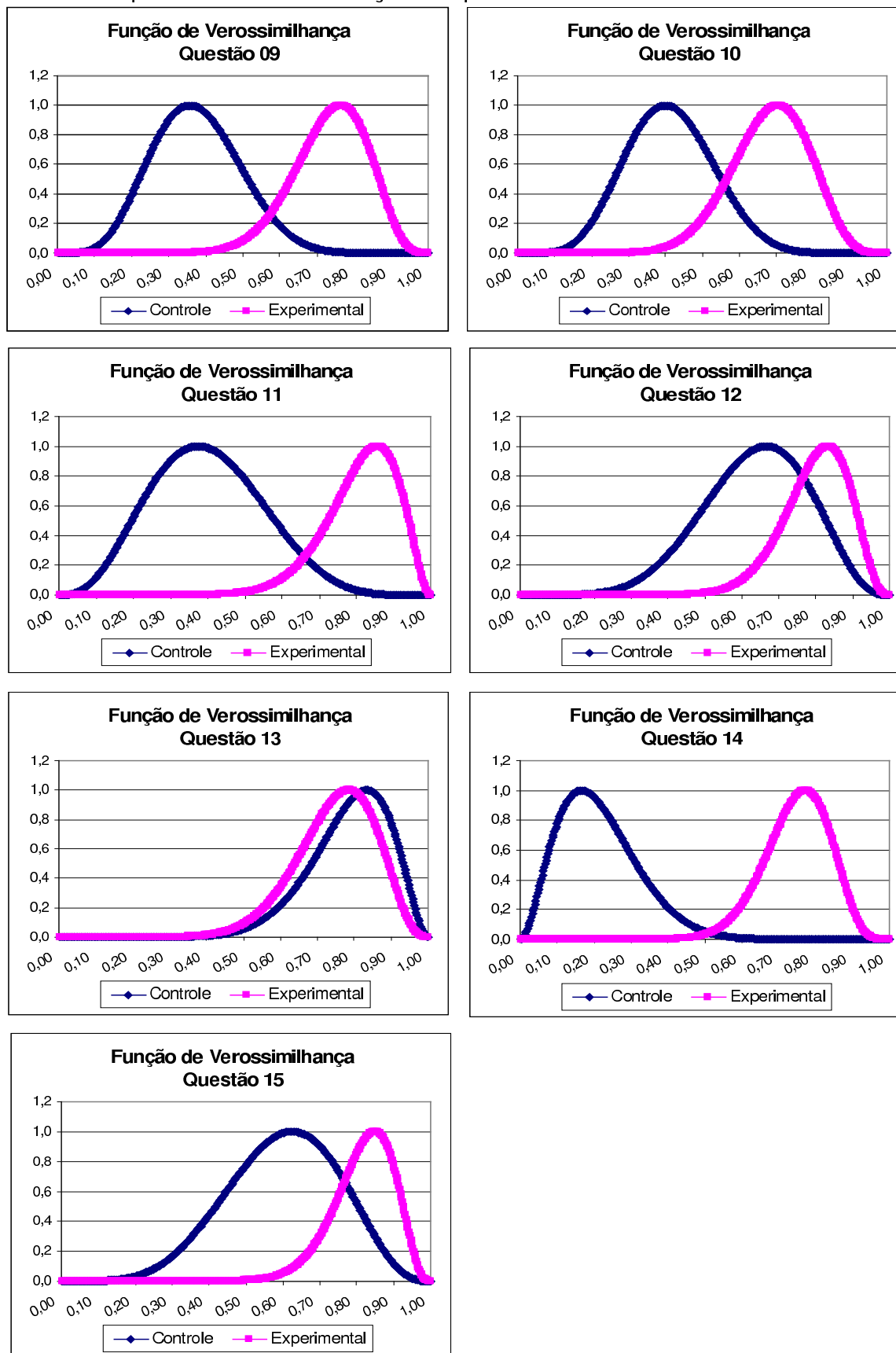


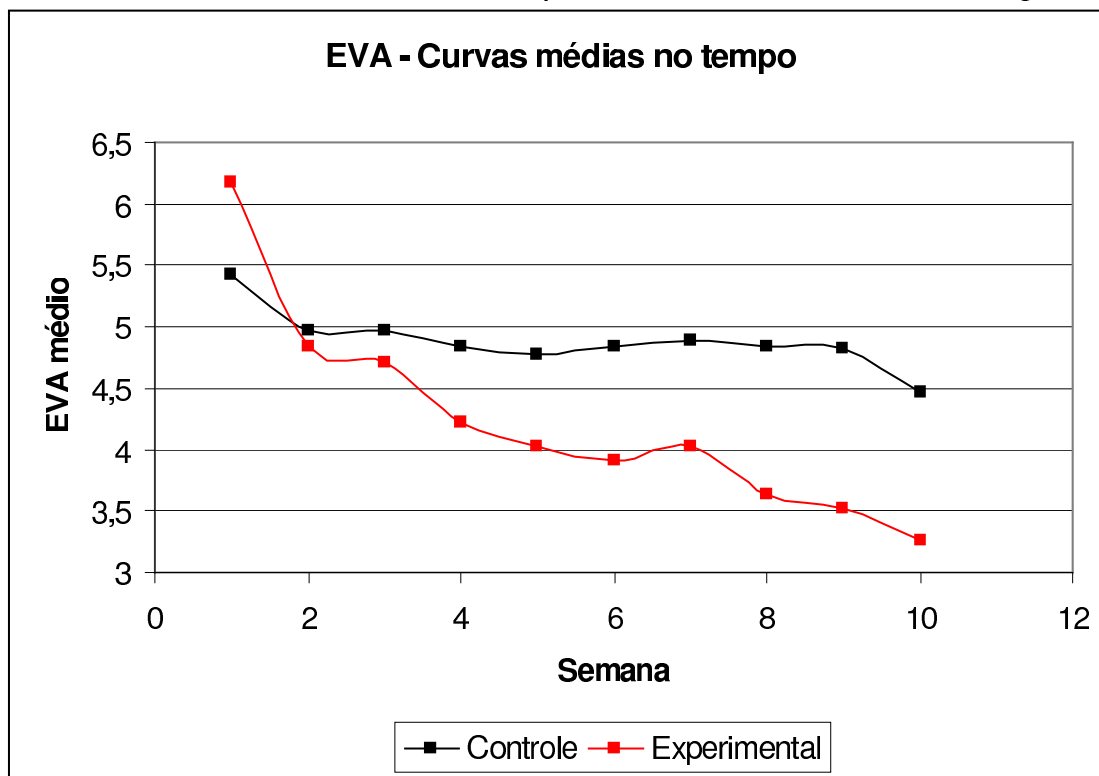
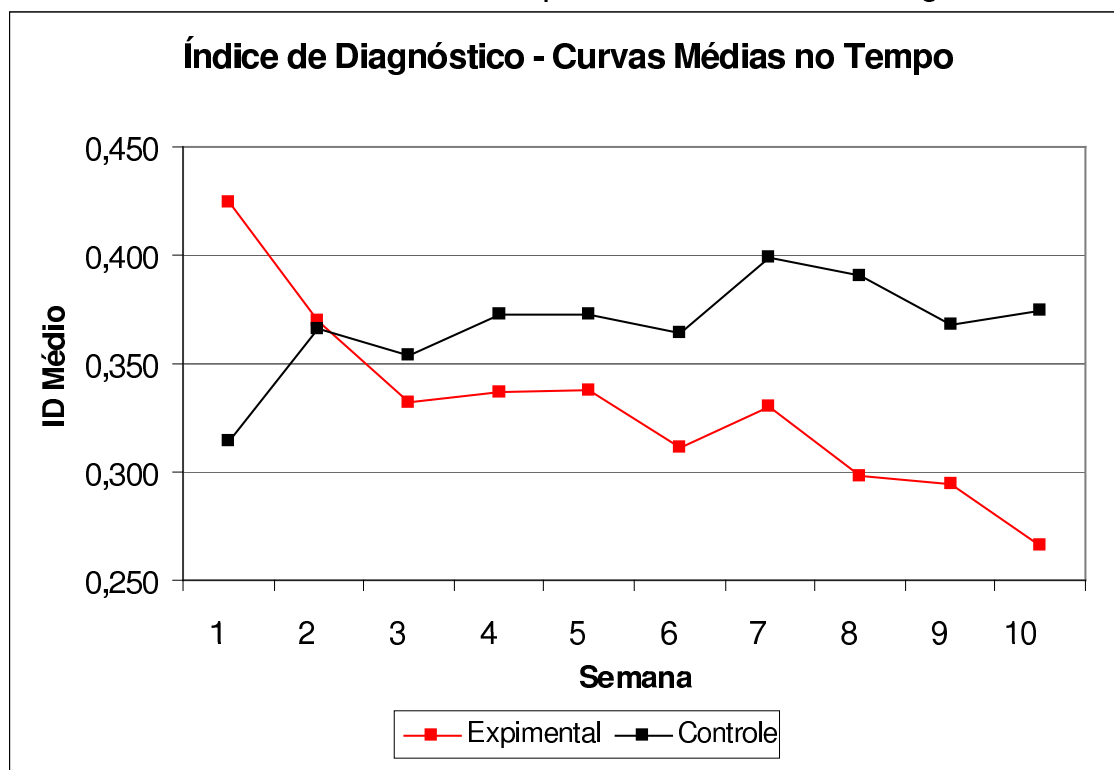
Gráfico B.18 – Curvas médias no tempo – variável Escala Visual Analógica**Gráfico B.19** – Curvas médias no tempo – variável Índice de Diagnóstico

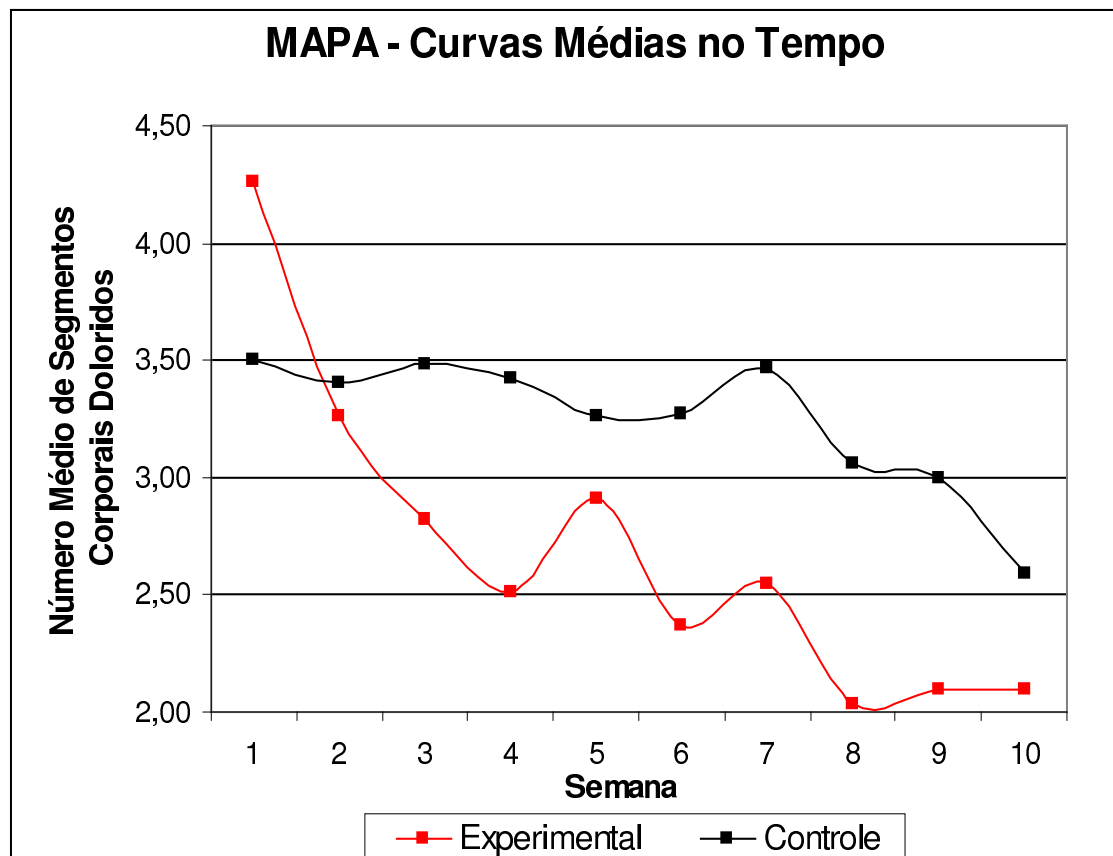
Gráfico B.20 – Curvas médias no tempo – variável MAPA

Gráfico B.21 – Distância de Cook e Resíduo Padronizado para modelo ajustado à Escala Visual Analógica

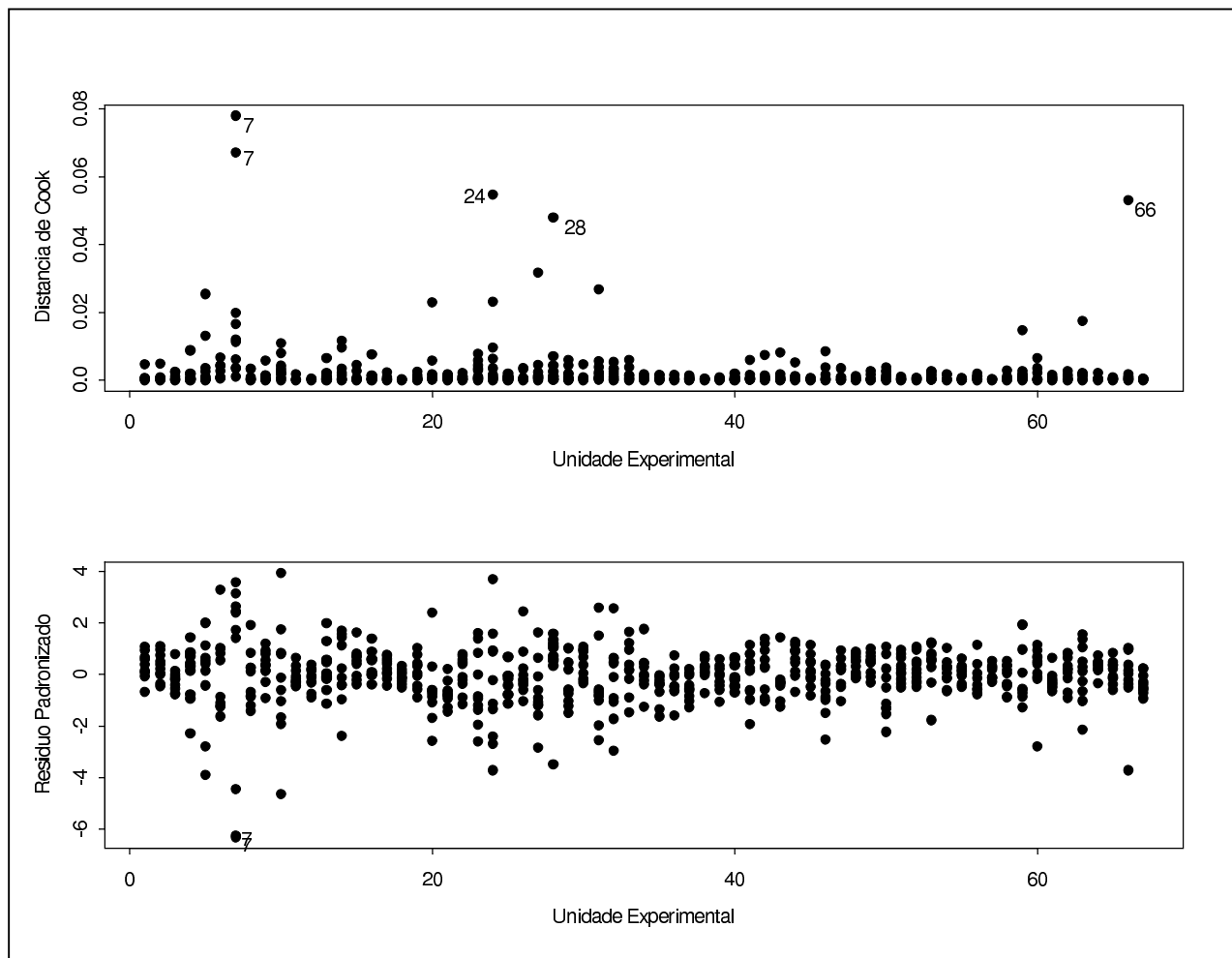


Gráfico B.22 – Medidas de Ajuste – Distância de Cook, Resíduo Padronizado e Envelope Simulado (MAPA).

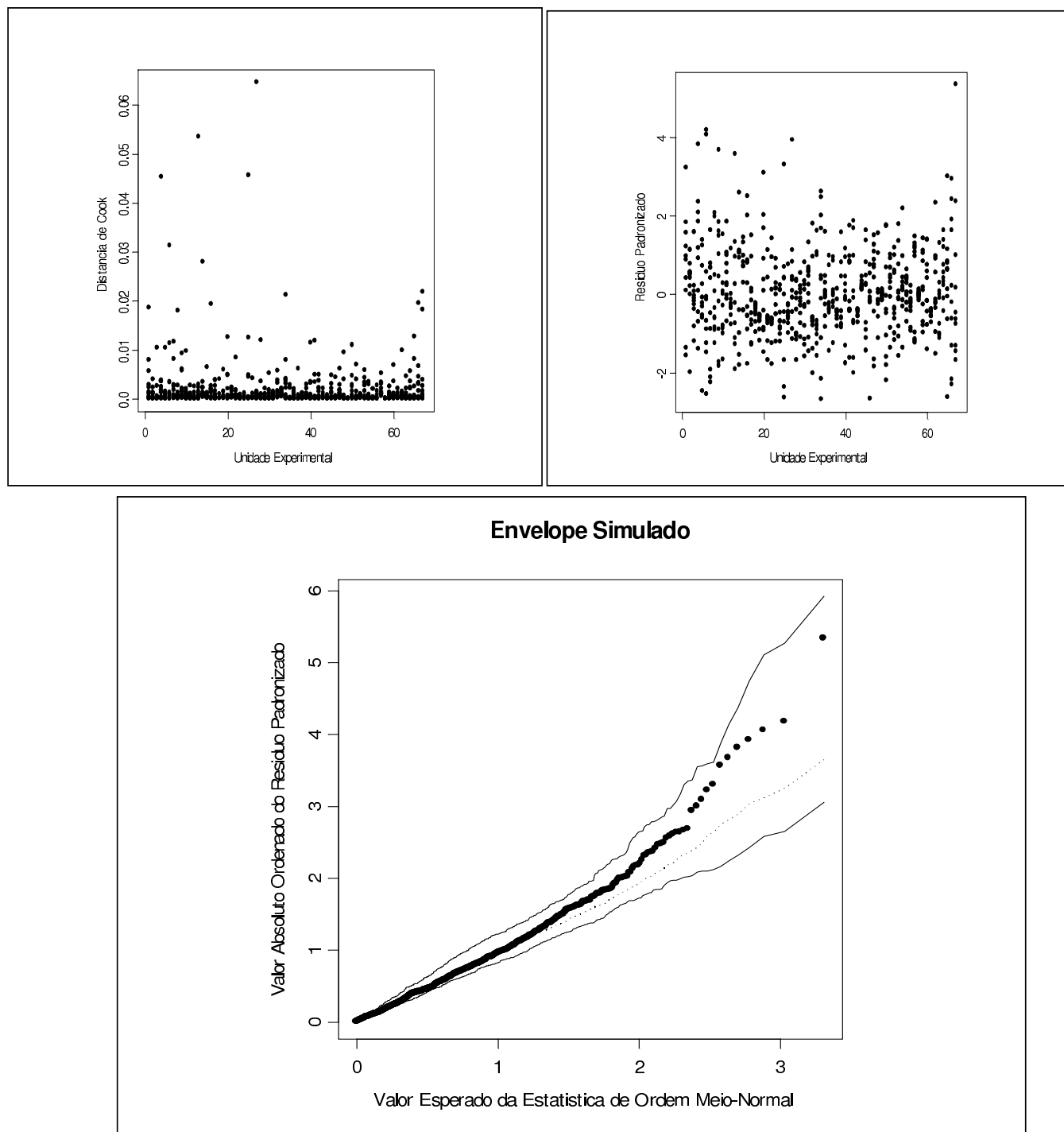


Gráfico B.23 – Medidas de Ajuste – Distância de Cook, Resíduo Padronizado e Envelope Simulado (ID – Índice de Diagnóstico).

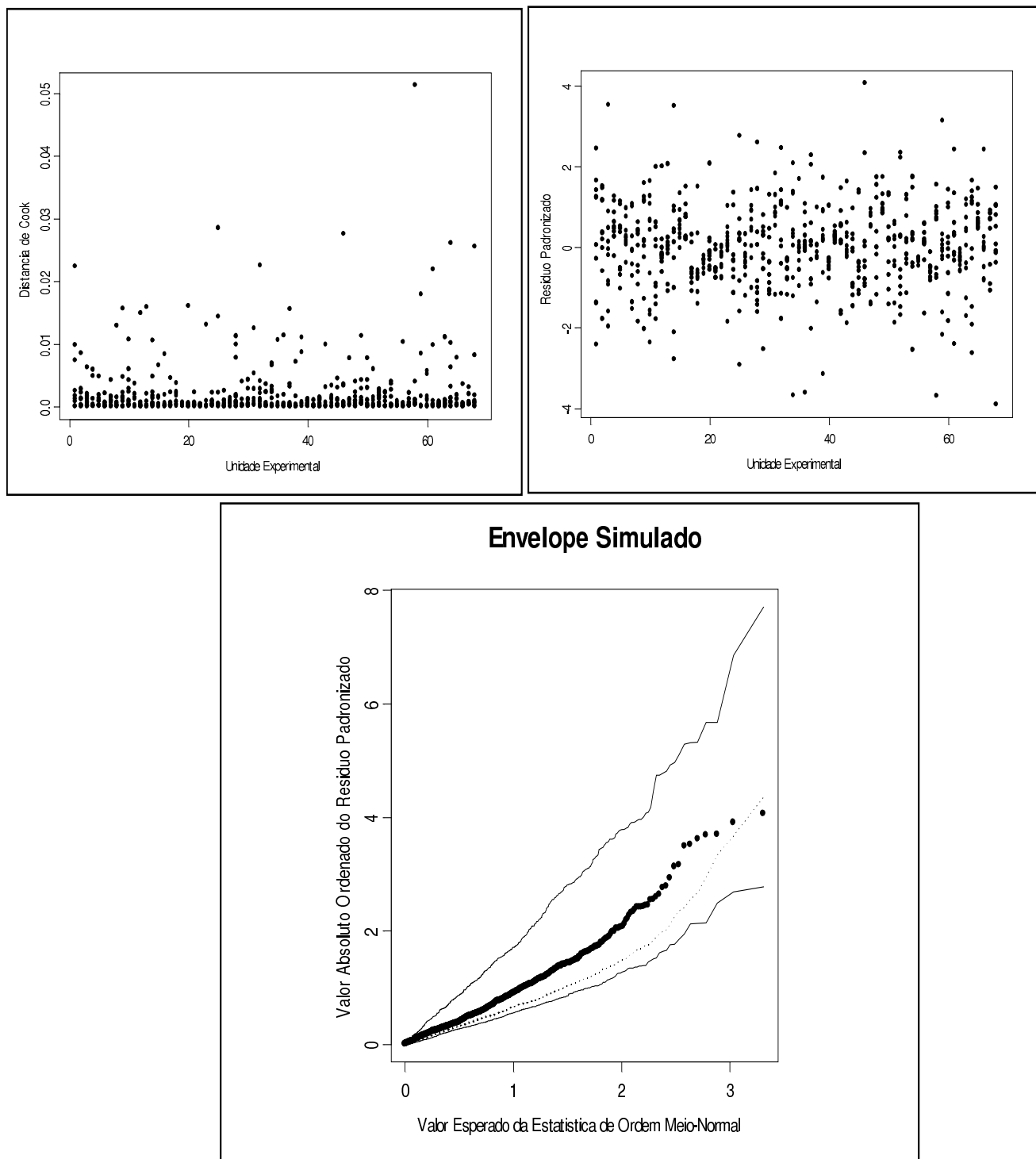


Gráfico B.24 – Curva média X valores ajustados – variável Escala Visual Analógica

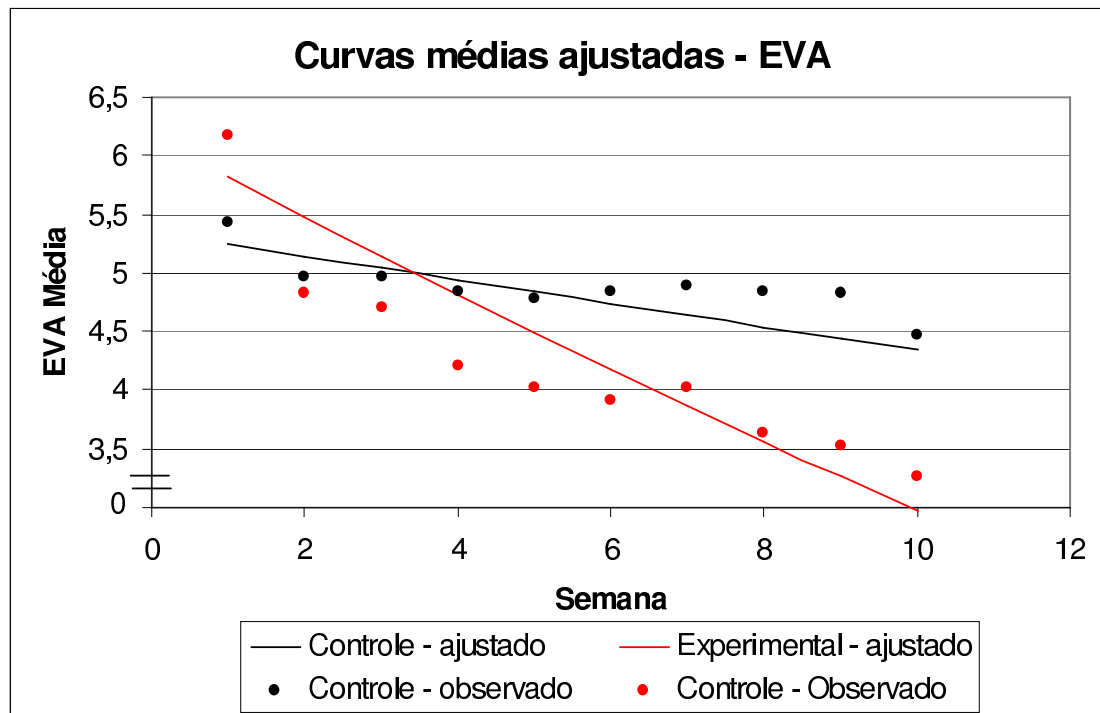


Gráfico B.25 – Curva média X valores ajustados – variável MAPA

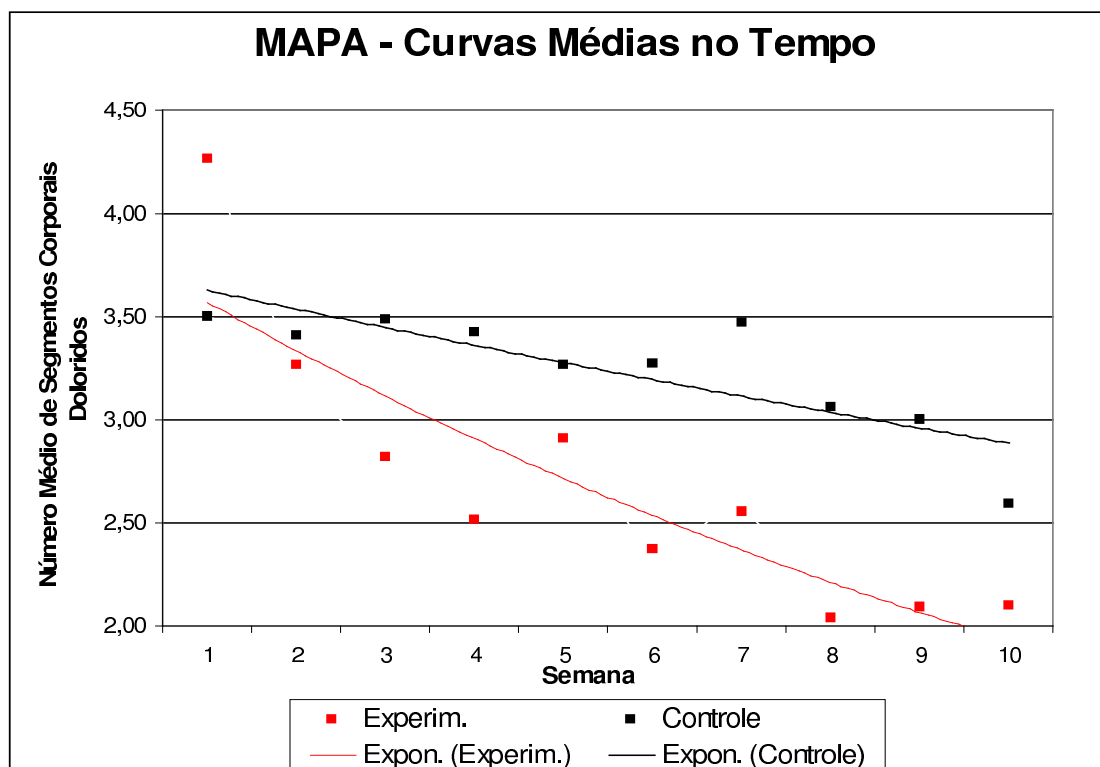
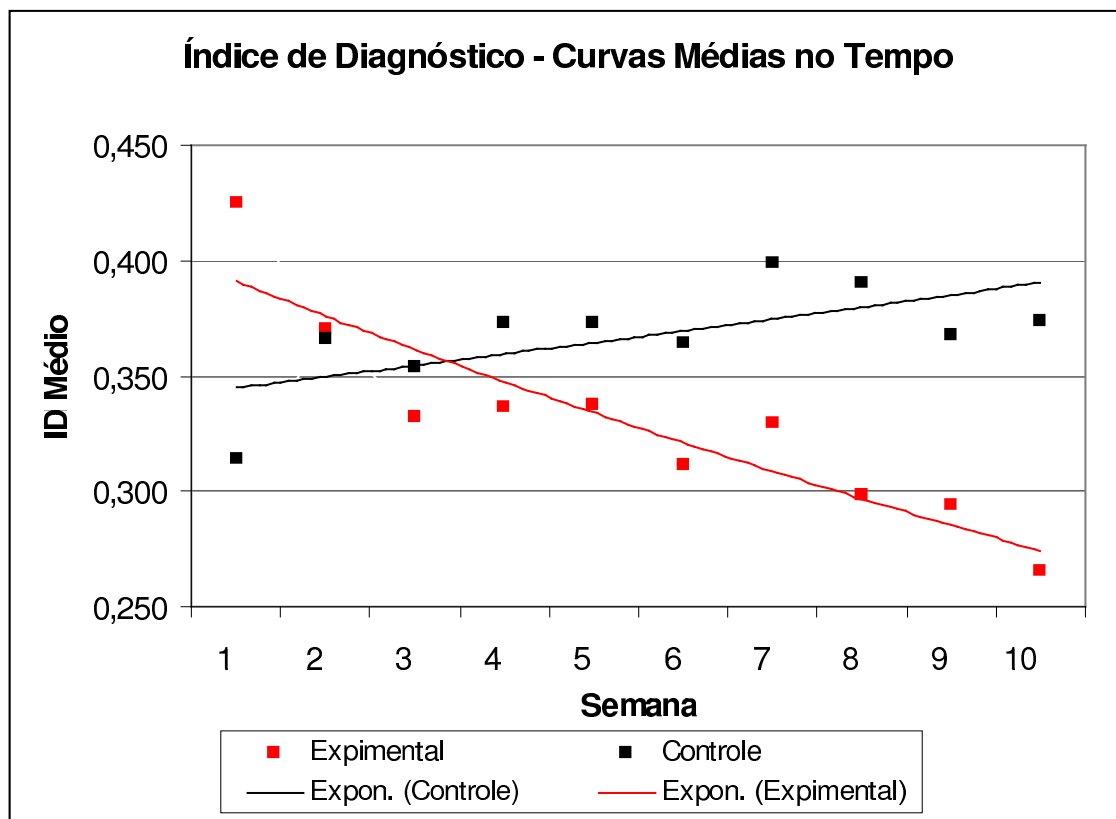


Gráfico B.26 – Curva média X valores ajustados – variável Índice de Diagnóstico

Apêndice C – Tabelas

Tabelas C1 – Indivíduos com melhora, piora ou estagnação nas respostas para algumas questões – Grupo Controle

Q1		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	0	0	1	0
	2	7	9	1	0
	3	2	3	8	0
	4	1	2	0	0
Q4		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	4	7	0	0
	2	5	13	2	0
	3	0	0	2	0
	4	0	1	0	0
Q11		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	2	2	0	0
	2	7	13	3	0
	3	0	2	3	0
	4	0	0	0	2
Q12		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	2	2	0	0
	2	7	14	1	0
	3	4	0	3	0
	4	0	0	1	0
Q13		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	0	0	0	0
	2	7	11	2	0
	3	1	5	4	0
	4	0	2	2	0

Tabelas C2 – Indivíduos com melhora, piora ou estagnação nas respostas para algumas questões – Grupo Experimental

Q1		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	2	0	0	0
	2	4	8	3	0
	3	3	7	2	0
	4	0	4	1	0
Q4		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	5	4	0	0
	2	5	12	1	0
	3	1	3	3	0
	4	0	0	0	0
Q11		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	6	1	0	0
	2	4	11	1	0
	3	2	4	2	0
	4	0	2	1	0
Q12		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	4	1	0	0
	2	6	8	2	0
	3	3	5	4	0
	4	0	1	0	0
Q13		Depois			
		1	2	3	4
Antes	1	3	1	0	0
	2	4	13	2	0
	3	1	4	4	0
	4	1	1	0	0

Tabela C3 – Área entre as funções de Verossimilhança

Questão	Área entre as curvas
14	0,03
11	0,09
9	0,12
8	0,13
10	0,3
4	0,5
Outras Questões	Área muito Grande (>0.5)

Tabela C.4 – Matriz de Correlação Estimada – variável EVA

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,605								
3	0,424	0,685							
4	0,440	0,655	0,917						
5	0,428	0,597	0,809	0,832					
6	0,472	0,735	0,791	0,826	0,832				
7	0,270	0,377	0,690	0,709	0,866	0,739			
8	0,297	0,368	0,706	0,765	0,838	0,706	0,920		
9	0,294	0,505	0,693	0,747	0,789	0,713	0,845	0,898	
10	0,346	0,601	0,610	0,643	0,763	0,751	0,767	0,778	0,856

Tabela C.5 – Matriz de Correlação Estimada – variável MAPA

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,762								
3	0,722	0,762							
4	0,622	0,722	0,762						
5	0,558	0,622	0,722	0,762					
6	0,492	0,558	0,622	0,722	0,762				
7	0,436	0,492	0,558	0,622	0,722	0,762			
8	0,386	0,436	0,492	0,558	0,622	0,722	0,762		
9	0,342	0,386	0,436	0,492	0,558	0,622	0,722	0,762	
10	0,303	0,342	0,386	0,436	0,492	0,558	0,622	0,722	0,762

Tabela C.6 – Matriz de Correlação Estimada – variável ID

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,753								
3	0,676	0,857							
4	0,755	0,880	0,833						
5	0,681	0,821	0,823	0,902					
6	0,700	0,768	0,803	0,822	0,897				
7	0,621	0,749	0,785	0,815	0,824	0,908			
8	0,618	0,717	0,772	0,813	0,833	0,873	0,931		
9	0,568	0,674	0,701	0,733	0,762	0,819	0,886	0,937	
10	0,555	0,711	0,717	0,772	0,779	0,788	0,847	0,885	0,873

Apêndice D – Ajuste do Modelo

Tabela D.1 – Estimativas dos Parâmetros (EVA)

	Estimate	Naive S.E.	Naive z	Robust S.E.	Robust z	Nível descritivo
Intercepto	2,7312	0,0298	91,6457	0,0167	163,9774	0,0000
Tempo	-0,0068	0,0036	-1,9077	0,0020	-3,4323	0,0003
Grupo	0,0523	0,0425	1,2311	0,0275	1,9030	0,0285
Tempo:Grupo	-0,0152	0,0051	-2,9899	0,0044	-3,4320	0,0003

Tabela D.2 – Estimativas dos Parâmetros (MAPA)

	Estimate	Naive S.E.	Naive z	Robust S.E.	Robust z	Nível Descritivo
Intercepto	1,2278	0,1062	11,5628	0,0827	14,8442	0,0000
Tempo	-0,018	0,0135	-1,3381	0,0108	-1,6715	0,0473
Grupo	0,2331	0,1433	1,6266	0,1215	1,918	0,0276
Tempo:Grupo	-0,0588	0,0196	-3,0038	0,0196	-2,994	0,0014

Tabela D.3 – Estimativas dos Parâmetros (ID)

	Estimate	Naive S.E.	Naive z	Robust S.E.	Robust z	
Intercepto	-1,1239	0,1166	-9,639	0.1047	-10,7354	0,0000
Tempo	0.0144	0,0123	1,1777	0.0071	2,0294	0,0212
Grupo	0.2648	0,1650	1,6057	0.1445	1,8316	0,0335
Tempo:Grupo	-0,0489	0,0173	-2,8228	0.0151	-3,2372	0,0006