

RAE – CEA – 03P18
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O
PROJETO: “A PERCEPÇÃO DAS CARGAS
MECÂNICAS NO MOVIMENTO HUMANO”.

Nelson Ithiro Tanaka
Regina Hitomi Yamamoto

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA – CÓDIGO 03P18

TÍTULO: Relatório de análise estatística sobre o projeto: “A percepção das cargas mecânicas no movimento humano”

PESQUISADORA: Kátia Brandina

ORIENTADOR: Júlio Cerca Serrão

INSTITUIÇÃO: Escola de Educação Física e Esportes (EEFE – USP)

FINALIDADE DO PROJETO: Mestrado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Nelson Ithiro Tanaka
Regina Hitomi Yamamoto

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO

Tanaka, N. I. e Yamamoto, R. H. **Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “A Percepção das Cargas Mecânicas no Movimento Humano”**. São Paulo, IME - USP, 2003. (RAE-CEA-03P18)

FICHA TÉCNICA

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, D.F. e SINGER, J.M. (1986). **Análise de dados longitudinais**. Campinas: VII Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, 106p.

BORG, G.A.V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 14, 5, 377-381.

BORG, G.A.V. (2000). **Escalas de Borg para dor e o esforço percebido**. São Paulo: Editora Manole.

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

HENNIG, E.M.; VALIANT, G.A.; LIU, Q. (1996). Biomechanical variables and the perception of cushioning for running in various types of footwear. **Journal of Applied Biomechanics**, 12, 143-150.

LAGALLY, K.R.; ROBERTSON, R.J.; GLLAGHER, K.I.; GOSS, F.L.; JAKICIC, J.M.; LEPHART, S.M.; McCAW, S.T.; GOODPASTER, B. (2000). Perceived exertion, electromiography and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 34, 3, 552-559.

LAKE, M.J.; LAFORTUNE, M.A. (1998). Mechanical inputs related to perception of lower extremity impact loading severity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 30, 1, 136-143.

MILANI, T.L.; HENNING, E.M., LAFORTUNE, M.A. (1997). Perceptual and biomechanical variables for running in identical shoe constructions with varying midsole hardness. **Clinical Biomechanics**, 12, 5, 294-300.

MILANI, T.L. (2001). Comparison of perceptual and biomechanical measurements. **Atas do I Simpósio Brasileiro de Biomecânica do Calçado, Gramado – RS**, 4.

NETER, J.; KUTNER, M.H.; NACHTSHEIN C.J. e WASSEWMAN, W. (1996). **Applied Linear Statistical Models**. 4ed. Chicago: Irwin.

ROBBINS, S.E.; GOUW, G.J. (1991). Athletic footwear: unsafe due to perceptual illusions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 23, 2, 217-224.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

Microsoft Excel 97

Microsoft Word for Windows 97

Minitab for Windows (versão 13)

SAS ®, versão 8.02.

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise Descritiva Multidimensional (03:020)

Outros - Regressão com Medidas Repetidas (07:990)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Outros - Educação Física (14:990)

ÍNDICE

Resumo.....	6
1. Introdução.....	7
2. Objetivo.....	7
3. Descrição do Estudo.....	8
4. Descrição das Variáveis.....	8
5. Análise Descritiva.....	10
5.1. Box-plots.....	10
5.2. Medidas Resumo.....	11
5.3. Matrizes de Correlações.....	11
5.4. Diagramas de Dispersão.....	12
5.5. Análise de Perfis.....	12
6. Análise Inferencial.....	12
6.1. Introdução.....	12
6.2. Análise em duas etapas.....	14
6.3. Análise por sub-intervalos.....	16
7. Conclusões.....	18
Apêndice A	19
Apêndice B – Tabelas.....	21
Apêndice C – Gráficos.....	44
Apêndice D - Aspectos Técnicos.....	59

Resumo

A percepção das cargas mecânicas é considerada o elemento central que permite ao sistema nervoso realizar ajustes no movimento, evitando a ocorrência de lesões.

Neste estudo foram analisados 10 indivíduos durante o movimento de corrida, sobre uma plataforma de força de reação do solo por um período de 45 minutos. Este instrumento é utilizado para medir as variáveis dinâmicas e quantificar as cargas externas aplicadas ao aparelho locomotor na execução do movimento. Durante a corrida, cada indivíduo associou valores subjetivos à percepção de carga através de uma escala de percepção do esforço.

Assim com o objetivo de analisar a relação entre a percepção das cargas mecânicas no movimento e os parâmetros dinâmicos da corrida, foram realizadas análises descritivas dessas variáveis, através de gráficos de perfis, box-plots, gráficos de dispersão e matriz de correlações. Verificou-se que a percepção das cargas mecânicas tende a aumentar ao longo da execução do movimento.

Em seguida, foi feita uma análise inferencial através do ajuste de modelos de regressão longitudinal.

A partir dessa análise concluímos que o tempo é a variável mais importante para explicar a percepção, o que nos leva a acreditar que a percepção é melhor explicada por fatores fisiológicos do que por fatores mecânicos.

1. Introdução

A percepção é uma variável qualitativa que é expressada por humanos como reflexo a fatores fisiológicos ou a estímulos através do tato ou da audição.

Estudos que abordam a relação entre a percepção e as cargas mecânicas (Henning et al., 1996; Lake & Lafortune, 1998; Milani et al., 1997 e ROBINS & GOUW, 1991) visam compreender a influência das sensações mecânicas percebidas durante a execução do movimento.

O aparelho locomotor possui células receptoras especializadas em captar o estímulo mecânico do corpo. Denominadas mecanorreceptores, essas células estão localizadas na pele, articulações e músculos. Elas informam o sistema nervoso sobre a aplicação, remoção, localização e intensidade dos estímulos mecânicos.

Conhecer a percepção das cargas mecânicas é importante quando se considera que ela é o elemento central que permite ao sistema nervoso realizar ajustes no movimento, diminuindo assim a probabilidade de ocorrência de lesões (Milani, 2001).

Com a preocupação de quantificar a percepção e associá-la a valores objetivos de esforço, escalas de percepção estão sendo aprimoradas e utilizadas para quantificar as sensações dos indivíduos.

Borg (Borg, 1982 e Borg, 2000) desenvolveu escalas de percepção do esforço, nas quais, expressões verbais comuns são associadas a valores numéricos que auxiliam na classificação do esforço. Neste estudo foi utilizada a escala sobre o índice do esforço percebido (Ratings of Perceived Exertion - RPE) de Borg (Apêndice A). Aqui não será avaliada a qualidade da escala em relação à quantificação da percepção. A sua adoção se deu em função dela ser freqüentemente utilizada nesta área de estudo.

2. Objetivo

Este estudo tem como objetivo avaliar a relação entre a percepção das cargas mecânicas no movimento e os parâmetros dinâmicos da corrida. Os parâmetros dinâmicos aqui considerados são: força vertical, tempo para ocorrência da força máxima, gradiente de crescimento e impulso.

3. Descrição do Estudo

Foram analisados 10 indivíduos voluntários, de ambos os sexos, fisicamente ativos. Foi considerado como critério de exclusão a presença de qualquer lesão osteo-mio-articular que impeça a plena realização dos movimentos locomotores. Cada indivíduo foi informado previamente sobre os objetivos e procedimentos metodológicos e em seguida foi assinado um termo de consentimento.

As variáveis dinâmicas da corrida são mensuradas através de uma esteira rolante GAITYWAY (Figura 1) composta por duas plataformas de força piezoelétricas dispostas em série. A plataforma de força de reação do solo é um instrumento utilizado para medir as variáveis dinâmicas do movimento e quantificar as cargas externas aplicadas ao aparelho locomotor. O sistema é parcialmente gerenciado através do programa de funções GAITYWAY (versão 1.08), que permite controlar parâmetros relativos à aquisição, armazenamento e tratamento dos dados.

Cada indivíduo correu sobre a esteira por um período de 45 minutos em velocidade constante e auto-selecionada. Antes da coleta efetiva dos dados houve um período de 10 minutos para a familiarização das condições do experimento.

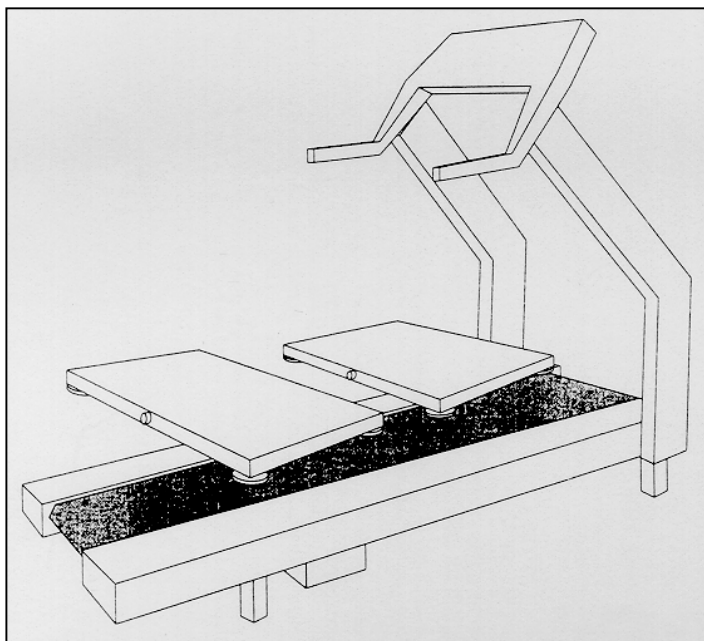
As respostas dinâmicas foram registradas em dez ocasiões distintas, a cada 5 minutos de corrida. Para cada intervalo de 5 minutos foram registrados os dados dinâmicos dos 10 segundos finais do intervalo.

O número de registros varia em função da quantidade de passos válidos para cada indivíduo.

Ao final de cada intervalo, cada indivíduo atribuiu um valor subjetivo à percepção de carga através da escala de Borg.

Assim, para cada indivíduo, a cada 5 minutos (10 vezes), foram coletados os dados dinâmicos de 10 segundos de corrida e o valor da percepção à carga mecânica. As observações são intermitentes.

Figura 1: Esteira GAITYWAY

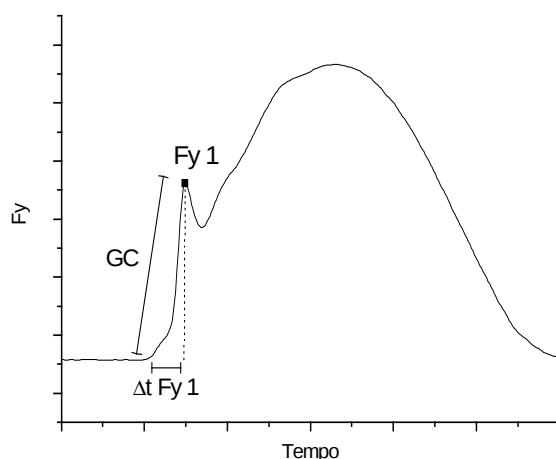


4. Descrição das Variáveis

Os principais indicadores de estresse mecânico podem ser obtidos pela análise da componente vertical da força de reação do solo. Entre esses indicadores, foram observadas as seguintes variáveis dinâmicas, que podem ser representadas conforme a Figura 2:

- **Fy_1:** Valor da Força Vertical Máxima no primeiro pico (N).
- **Δt Fy_1:** Tempo para ocorrer a Força Vertical Máxima (s).
- **GC:** Gradiente de Crescimento, razão entre Fy_1 e Δt Fy_1 ($N \cdot s^{-1}$).
- **I_50:** Área sob a curva (impulso) desde o instante do primeiro contato até 50 ms após o contato (N.s).
- **I_75:** Área sob a curva (impulso) desde o instante do primeiro contato até 75 ms após o contato (N.s).

Figura 2: Representação das variáveis dinâmicas da corrida



Os dados para as variáveis dinâmicas da corrida foram calculados por intermédio de rotinas matemáticas processadas no programa *Matlab* (versão 6.1).

Para a percepção das cargas mecânicas, foi observada a seguinte variável subjetiva:

- **Percep:** Valor que quantifica a sensação do indivíduo em relação ao esforço, através da escala de Borg.

5. Análise Descritiva

5.1. Box-Plots

Foram construídos box-plots (Bussab e Moretin, 2002) para cada variável, considerando-se todas as passadas para todos os indivíduos (Gráficos C1 a C6). Uma preocupação que tivemos foi checar se os box-plots iriam se diferenciar indivíduo a indivíduo. Para isso, escolhemos um único indivíduo ao acaso e constatamos visualmente que os box-plots de todos os indivíduos e daquele único indivíduo não se diferenciaram muito.

Nos Gráficos C1 a C5, referentes às variáveis dinâmicas Fy_1 , ΔtFy_1 , GC, I_50 e I_75 , respectivamente, percebemos que a distribuição para cada variável é homogênea ao longo dos intervalos de tempo, ou seja, em linhas gerais praticamente não existe diferença entre as distribuições das variáveis dinâmicas ao longo do tempo. Para a percepção, Gráfico C6, parece existir uma tendência de crescimento conforme o tempo aumenta.

5.2. Medidas Resumo

Também foram construídas tabelas de medidas descritivas para cada intervalo de tempo, contendo a média, o desvio padrão, a variância, o valor mínimo e o valor máximo para cada variável (Tabelas B1 a B10). Note que para as variáveis Fy_1 , CG, I_50 e I_75 a variância é bem maior que a média. Para as variáveis ΔtFy_1 e Percepção ocorre o contrário.

5.3. Matrizes de Correlações

Para cada intervalo de tempo, foram construídas matrizes de correlações de Pearson, Tabelas B11a B20, a fim de identificarmos associações entre as variáveis em função do tempo. No cálculo dessas matrizes em cada unidade amostral (um indivíduo em um instante de tempo), foi considerada a média das passadas válidas para cada variável. Porém para verificar se o valor da percepção não muda em um curto espaço de tempo, também foram calculadas as matrizes de correlações considerando-se todas as passadas válidas para cada unidade amostral. Estes cálculos mostraram que as matrizes de correlações considerando-se a média das passadas e as matrizes de correlações considerando-se todas as passadas variam muito pouco. Não mostraremos os resultados desta comparação aqui pois eles não são importantes no desenvolvimento do trabalho. Tais resultados ficarão disponíveis junto com o banco de dados do relatório na secretaria do CEA.

Como podemos notar, as correlações entre a percepção e as variáveis dinâmicas são muito baixas, apresentando um pequeno aumento nos intervalos intermediários de tempo como $t_7=30$ e $t_8=35$.

5.4. Diagramas de Dispersão

Pode-se verificar também a baixa associação entre a percepção e as variáveis dinâmicas através dos diagramas de dispersão (Gráficos C14 a C28). Foram construídos gráficos para o intervalo inicial ($t=0$), intermediário ($t=25$) e final ($t=45$). Em todos os gráficos não foi possível identificar nenhum tipo de associação entre a percepção e demais variáveis.

5.5. Análise de Perfis

Para comparar a evolução da percepção em função do tempo e em função de cada uma das variáveis dinâmicas, foram construídos gráficos de perfis (Andrade e Singer, 1986) (Gráficos C7 a C13).

Através dos Gráficos C7 e C8, podemos notar que a percepção tende a aumentar conforme o tempo aumenta. Não há evidências de relação entre a percepção e as demais variáveis. Dessa forma, só o tempo parece ser um fator importante para explicar a variação da percepção.

6. Análise Inferencial

6.1. Introdução

Com o objetivo de explicar a percepção em função das variáveis dinâmicas, foi ajustado o seguinte modelo de Regressão longitudinal ou com medidas repetidas (Neter et al., 1996):

$$Y_{tk} = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 Fy_1 + \beta_3 CG + \beta_4 I_50 + \beta_5 I_75 + \beta_6 \Delta t Fy_1 + \varepsilon_{tk} \quad (1)$$

para

$$t = 0, 5, 10, \dots, 45$$

$k = 1, 2, 3, \dots, 10$

onde:

Y_{tk} = Percepção para o k-ésimo indivíduo no instante de tempo t.

Dessa forma, estamos tentando explicar a percepção do k-ésimo indivíduo no instante de tempo t através de uma função linear do tempo e das variáveis dinâmicas.

Os coeficientes β 's podem ser interpretados como:

β_0 = O intercepto, é o valor esperado para a percepção quando o tempo e as variáveis dinâmicas são iguais a zero.

β_1 = Taxa de variação da percepção quando o tempo varia de uma unidade.

β_2 = Taxa de variação da percepção quando Fy_1 varia de uma unidade.

β_3 = Taxa de variação da percepção quando CG varia de uma unidade.

β_4 = Taxa de variação da percepção quando I_50 varia de uma unidade.

β_5 = Taxa de variação da percepção quando I_75 varia de uma unidade.

β_6 = Taxa de variação da percepção quando ΔtFy_1 varia de uma unidade.

ε_{tk} = Erro associado a percepção do k-ésimo indivíduo no instante de tempo t.

Apresentamos um detalhamento matemático do modelo no apêndice D.1.

Cada indivíduo é observado em 10 instantes de tempo distintos. É de se esperar que as percepções de um indivíduo nos vários instantes de tempo devam ser correlacionadas. Para modelar as dependências existentes são utilizadas estruturas de covariâncias. Neste estudo foram utilizados 4 tipos de estruturas: estrutura geral (UN), estrutura simétrica (CS), estrutura independente (IND) e estrutura autoregressiva (AR). As formas matriciais das estruturas de covariâncias encontram-se no Apêndice D.2.

A análise do modelo de regressão acima (1) foi feita utilizando-se o software SAS, versão 8.02, procedimento GENMOD.

Fixando um nível de significância de 10% , obtivemos os seguintes resultados:

Considerando a distribuição Poisson e estrutura de covariância CS, foram significantes para explicar a percepção o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis Fy_1 , I_50 e ΔtFy_1 . Para a estrutura AR, o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis Fy_1 , GC

e I_50. Para a estrutura IND o intercepto (β_0), o tempo e apenas a variável Fy_1. No caso da estrutura UN, não foi possível obter um resultado devido ao grande número de parâmetros a ser estimado pelo modelo se comparado ao tamanho da amostra. Maiores detalhes sobre os resultados da análise, encontram-se nas Tabelas B21 a B23.

Considerando-se a distribuição Gama e estrutura CS, foram significantes o tempo e as variáveis Fy_1, I_50, I_75 e ΔtFy_1 . Para a estrutura AR, o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis Fy_1, GC e I_50. Para a estrutura IND o intercepto (β_0), o tempo e apenas a variável Fy_1. Aqui também não foi possível utilizar a estrutura UN (Tabelas B24 a B26).

Assim, através dos resultados acima, podemos concluir que o intercepto e o tempo são realmente significativos para quase todos os casos. Como a significância das variáveis dinâmicas variam com a distribuição e a estrutura de covariância fixada, optou-se por uma análise mais detalhada que é feita na seção seguinte.

6.2. Análise em duas etapas

Como o intercepto (β_0) e o tempo foram definitivamente significantes, ajustamos o seguinte modelo considerando-se apenas o efeito dessas duas componentes:

$$Y_{tk} = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_{tk} \quad (2)$$

para

$t = 0, 5, 10, \dots, 45$

$k = 1, 2, 3, \dots, 10$

onde:

Y_{tk} = Percepção para o k-ésimo indivíduo no instante de tempo t.

β_0 = O intercepto, é o valor esperado para a percepção quando o tempo e as variáveis dinâmicas são iguais a zero.

β_1 = Taxa de variação da percepção quando o tempo varia de uma unidade.

ε_{tk} = Erro associado a percepção do k-ésimo indivíduo no instante de tempo t.

A análise do modelo de regressão acima (2) foi realizada utilizando-se o procedimento GENMOD. A partir desta análise, obtemos uma estimativa para os valores de β_0 e β_1 (Tabelas B27 e B28) e conseguimos calcular a percepção estimada através de uma função linear do tempo ($\hat{Y}_{tk} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 t$).

Em seguida ajustamos um terceiro modelo, sendo considerada apenas as variáveis dinâmicas para explicar a percepção sem os efeitos do intercepto (β_0) e do tempo ($Y_{tk} - \hat{Y}_{tk}$).

A análise do modelo (3) foi realizada através do procedimento GENMOD:

$$Y_{tk} - \hat{Y}_{tk} = \alpha_0 + \alpha_1 Fy_1 + \alpha_2 CG + \alpha_3 I_50 + \alpha_4 I_75 + \alpha_5 \Delta t Fy_1 + \varepsilon_{tk} \quad (3)$$

para

$t = 0, 5, 10, \dots, 45$

$k = 1, 2, 3, \dots, 10$

onde:

$Y_{tk} - \hat{Y}_{tk}$ = Resíduo da percepção para o k-ésimo indivíduo no instante de tempo t que é a diferença entre a percepção observada e a percepção estimada levando em conta apenas o intercepto(β_0) e do tempo.

α_0 = O intercepto, é o valor esperado para o resíduo da percepção quando as variáveis dinâmicas são iguais a zero.

α_1 = Taxa de variação do resíduo da percepção quando Fy_1 varia de uma unidade.

α_2 = Taxa de variação do resíduo da percepção quando CG varia de uma unidade.

α_3 = Taxa de variação do resíduo da percepção quando I_50 varia de uma unidade.

α_4 = Taxa de variação do resíduo da percepção quando I_75 varia de uma unidade.

α_5 = Taxa de variação do resíduo da percepção quando $\Delta t Fy_1$ varia de uma unidade.

ε_{tk} = Erro associado do resíduo a percepção do k-ésimo indivíduo no instante de tempo t.

Fixando um nível de significância de 10% , obtivemos os seguintes resultados:

Considerando a distribuição Poisson e estrutura de covariância CS, apenas o intercepto (α_0) foi significativo para explicar a percepção ($Y_{tk} - \hat{Y}_{tk}$). Para a estrutura AR(1), o intercepto (α_0) e as variáveis Fy_1, GC e I_50. Para a estrutura IND apenas o intercepto (α_0). Para a estrutura UN apenas a variável ΔtFy_1 foi significativa.

Considerando-se a distribuição Gama e estrutura CS, nenhuma variável foi importante para explicar a percepção ($Y_{tk} - \hat{Y}_{tk}$). Para a estrutura AR, foram significativos o intercepto (α_0), o tempo e as variáveis Fy_1, GC e I_50. Para a estrutura IND apenas o intercepto (α_0) e para a estrutura UN foi possível obter um resultado.

Maiores detalhes sobre a análise encontram-se nas Tabelas B29 a B35.

6.3. Análise por sub-intervalos

Para avaliar a significância das variáveis ao longo do tempo, foi feita uma análise para cada sub-intervalo de tempo, considerando-se os intervalos de tempo iniciais ($t = 0, 5, 10$ e 15), intermediários ($t = 20, 25, 30$) e finais ($t = 35, 40, 45$).

Vale ressaltar que a análise por sub-intervalo nos traz um resultado pouco confiável devido à redução do número de observações para cada indivíduo.

Os dados para cada sub-intervalo foram ajustados através do modelo (1), descrito na seção anterior.

Para o sub-intervalo inicial, distribuição Poisson e estrutura de covariância CS, foram significativos o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis Fy_1 e I_75. Para a estrutura AR, o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis Fy_1, I_75 e ΔtFy_1 . Para a estrutura IND o intercepto (β_0), o tempo e apenas a variável I_75. Não foi possível obter um resultado para a estrutura UN. Considerando a distribuição Gama e estrutura CS, foram significativos o tempo e as variáveis Fy_1 e I_75. Para a estrutura AR, o intercepto (β_0), o tempo e a variável I_75. Para a estrutura IND o tempo e a variável I_75. Para a estrutura UN não foi possível obter um resultado.

O ajuste do modelo para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson e estrutura de covariância CS, foram significativos o intercepto (β_0), o tempo, e as

variáveis Fy_1 , CG , I_50 e ΔtFy_1 . Para a estrutura AR, o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis Fy_1 e GC . Para a estrutura IND o intercepto (β_0), o tempo e apenas a variável I_50 . Para a estrutura UN o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis GC , I_50 e ΔtFy_1 . Considerando a distribuição Gama e estrutura CS, foram significantes o tempo e as variáveis Fy_1 , GC , I_50 e ΔtFy_1 . Para a estrutura AR, o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis GC e I_50 . Para a estrutura IND o intercepto (β_0) e o tempo. Para a estrutura UN o intercepto (β_0), o tempo e as variáveis GC , I_50 .

Para o sub-intervalo final, distribuição Poisson e estrutura de covariância CS, foram significativos o intercepto (β_0), o tempo, e as variáveis GC e I_75 . Para a estrutura AR e UN, o intercepto (β_0), o tempo e apenas a variável GC . Para a estrutura IND e o intercepto (β_0), e a variável GC . Para a distribuição Gama e estrutura CS, foram significativos intercepto (β_0), o tempo e as variáveis GC e I_75 . Para a estrutura AR e UN, o intercepto (β_0), o tempo e a variável GC . Para a estrutura IND o tempo e a variável I_75 .

Detalhes dos resultados das análises para cada sub-intervalo são apresentados nas Tabelas B36 a B57.

Ainda para os sub-intervalos, foi ajustado também o modelo de regressão (3). Neste caso, o modelo foi ajustado apenas para a distribuição e estruturas que apresentaram variáveis dinâmicas significativas na análise completa. Assim, para o sub-intervalo inicial, distribuição Poisson e Gama, estrutura AR, foram significativos o intercepto (α_0) e a variável Fy_1 . Para a distribuição Poisson, estrutura UN não foi possível obter um resultado. Para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson estrutura AR, foram significativos o intercepto (α_0) e as variáveis Fy_1 , GC , I_50 e ΔtFy_1 . Para estrutura UN o intercepto e as variáveis I_50 e I_75 . Para a distribuição Gama e estrutura AR, o tempo e as variáveis Fy_1 , GC e I_50 . Para o subintervalo final, distribuição Poisson e estrutura AR, apresentaram significância o intercepto e as variáveis GC e I_75 . Para a estrutura UN apenas o intercepto. Para a distribuição Gama, estrutura AR o intercepto (α_0) e a variável I_75 foram significantes. Os resultados da análise encontram-se nas Tabelas B58 a B65.

Olhando os sub-intervalos, o intercepto e o tempo são significantes em todos os casos, mas as variáveis dinâmicas tem significâncias que variam ao longo dos sub-intervalos.

7. Conclusões

Pela análise descritiva fica evidente que o tempo parece ser significativo para explicar a percepção.

No entanto, ao fazer a análise inferencial constatamos, numa primeira vista, que algumas variáveis dinâmicas tornam-se significantes de um modo bastante dependente da estrutura de covariâncias utilizada. Por isso, numa análise mais detalhada, separamos os efeitos do tempo e das variáveis dinâmicas. Observando os gráficos C7 e C8 vemos que a percepção aumenta com o tempo. Devido a isto, tendemos a acreditar mais nas estimativas da Tabela B27 (estrutura Poisson) do que as da Tabela B28 (estrutura Gama), pois as primeiras apresentam coeficiente angular positivo, enquanto que as segundas apresentam coeficiente negativo. Através das tabelas vemos que o tempo é uma variável importante para explicar a percepção.

Olhando os efeitos das variáveis dinâmicas em duas estruturas de covariâncias (CS e IND) elas não são significativas. Na estrutura AR temos que Fy_1 , GC e I_50 são significativas. No entanto, olhando as estimativas na Tabela B30 vemos que o coeficiente de I_50 é negativo e na Tabela B34 os coeficientes de Fy_1 e GC são negativos. Estas estimativas são anti-intuitivas pois esperamos um relação direta destas variáveis com a percepção. Isto nos faz suspeitar que as significâncias observadas na estrutura AR possam ser espúrias, decorrentes do modelo ser uma aproximação da realidade e do fato de termos poucos dados.

Na análise dos sub-intervalos, temos o tempo sendo significativo para explicar a percepção em todos os casos. Algumas variáveis dinâmicas são significativas na explicação da percepção, porém essas significâncias variam ao longo do tempo. Novamente os coeficientes para as variáveis significativas são negativos, o que indica que talvez a análise nos sub-intervalos não seja tão confiável, pelas mesmas razões apontadas para desconfiar das significâncias no parágrafo anterior.

Apêndice A

Escala de Percepção (RPE) de BORG

6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Apêndice B

Tabelas

Tabela B1: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_1=0$
N=246

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	740.8	244.0	304.7	1322.9
ΔtFy_1	0.04	0,00*	0.03	0.05
GC	19096	5687	7254	31284
I_50	25.6	7.3	11.9	41.1
I_75	45.7	14.9	19.1	77.2
Percep	9	2	6	12

* menor que 0,01

Tabela B2: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_2=5$
N=246

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	761.7	242.5	322.4	1277.4
ΔtFy_1	0.04	0.01	0.03	0.05
GC	19284	5717	8267	30134
I_50	25.5	7.0	12.4	38.4
I_75	45.7	14.0	19.6	72.6
Percep	10	2	6	13

* menor que 0,01

Tabela B3: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_3=10$
N=241

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	755.6	247.4	303.6	1283.5
ΔtFy_1	0.04	0.04	0.03	0.05
GC	19603	6140	7704	35691
I_50	25.9	7.4	11.9	41.1
I_75	46.3	14.7	18.6	76.5
Percep	11	2	8	13

* menor que 0,01

Tabela B4: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a

 $t_4=15$

N=242

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	764.5	269.4	307.5	1366.1
ΔtFy_1	0.04	0.01	0.03	0.05
GC	19531	6126	7150	34570
I_50	26	7.7	11.6	41.4
I_75	47.0	16.0	18.8	78
Percep	12	1	9	14

* menor que 0,01

Tabela B5: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_5=20$

N=233

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	738.5	232.1	1283.7	602.8
ΔtFy_1	0.04	0.01	0.03	0.05
GC	18716	5347	30020	15911
I_50	25.3	6.8	39.6	21.8
I_75	45.3	13.8	74.6	38.9
Percep	12	1	10	14

* menor que 0,01

Tabela B6: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_6=25$

N=238

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	748.9	263.4	299.4	1370.8
ΔtFy_1	0.04	0.01	0.03	0.05
GC	16422	7089	2349	30995
I_50	25.2	7.2	11.7	39.6
I_75	45.8	15.1	18.4	75.7
Percep	13	1	11	14

* menor que 0,01

Tabela B7: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_7=30$
N=222

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	733.7	251.7	284.4	1322.6
ΔtFy_1	0.04	0.01	0.03	0.05
GC	18495	5974	6080	32154
I_50	25	7.4	11.17	41
I_75	45.5	15.4	17.9	75.1
Percep	13	1	11	15

* menor que 0,01

Tabela B8: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_8=35$
N=237

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	721.7	242.5	269.6	1333.7
ΔtFy_1	0.04	0.01	0.03	0.05
GC	15513	6680	2240	27613
I_50	24.6	7.0	10.7	39.8
I_75	44.4	14.5	17.2	76.5
Percep	13	1	11	15

* menor que 0,01

Tabela B9: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_9=40$
N=238

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	724.6	251.4	278.2	1320.1
ΔtFy_1	0.04	0.01	0.03	0.05
GC	17801	5594	5834	28227
I_50	24.5	7.0	10.8	38.9
I_75	44.6	14.5	17.7	74.6
Percep	14	1	12	16

* menor que 0,01

Tabela B10: Medidas resumo para as variáveis no intervalo de tempo associado a $t_{10}=45$
 N=243

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fy_1	732	258.6	279.6	1307.6
$\Delta t Fy_1$	0.04	0,00*	0.03	0.05
GC	18412	5839	5886	29564
I_50	25.0	7.4	11.1	41.3
I_75	45.6	15.4	17.8	75.9
Percep	14	1	12	16

* menor que 0,01

Tabela B11: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_1=0$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	$\Delta t Fy_1$	Percep
Fy_1	1					
GC	0,94	1				
I_50	0,99	0,97	1			
I_75	0,98	0,93	0,99	1		
$\Delta t Fy_1$	0,38	0,05	0,28	0,35	1	
Percep	-0,07	0,07	-0,07	-0,16	-0,37	1

Tabela B12: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_2=5$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	$\Delta t Fy_1$	Percep
Fy_1	1					
GC	0,89	1				
I_50	0,97	0,96	1			
I_75	0,97	0,91	0,98	1		
$\Delta t Fy_1$	0,33	-0,12	0,11	0,22	1	
Percep	-0,21	-0,19	-0,26	-0,35	0,08	1

Tabela B13: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_3=10$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,91	1				
I_50	0,99	0,96	1			
I_75	0,99	0,90	0,98	1		
Δt Fy_1	0,24	-0,17	0,11	0,23	1	
Percep	-0,09	-0,04	-0,09	-0,20	-0,09	1

Tabela B14: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_4=15$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,92	1				
I_50	0,99	0,96	1			
I_75	0,99	0,92	0,99	1		
Δt Fy_1	0,41	0,02	0,27	0,38	1	
Percep	0,21	0,19	0,18	0,12	0,08	1

Tabela B15: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_5=20$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,92	1				
I_50	0,99	0,96	1			
I_75	0,99	0,92	0,99	1		
Δt Fy_1	0,40	0,02	0,28	0,37	1	
Percep	0,39	0,36	0,34	0,29	0,14	1

Tabela B16: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_6=25$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,45	1				
I_50	0,98	0,61	1			
I_75	0,98	0,54	0,98	1		
Δt Fy_1	0,47	-0,46	0,30	0,41	1	
Percep	0,40	-0,07	0,32	0,32	0,53	1

Tabela B17: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_7=30$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,95	1				
I_50	0,99	0,98	1			
I_75	0,99	0,95	0,99	1		
Δt Fy_1	0,15	-0,16	0,03	0,09	1	
Percep	0,52	0,42	0,50	0,53	0,32	1

Tabela B18: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_8=35$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,06	1				
I_50	0,99	0,16	1			
I_75	0,99	0,12	0,99	1		
Δt Fy_1	0,16	-0,73	0,04	0,13	1	
Percep	0,50	0,21	0,49	0,53	0,06	1

Tabela B19: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_9=40$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,92	1				
I_50	0,98	0,97	1			
I_75	0,99	0,93	0,99	1		
Δt Fy_1	0,26	-0,14	0,08	0,17	1	
Percep	0,29	0,14	0,22	0,32	0,33	1

Tabela B20: Matriz de Correlação entre as variáveis do estudo para o intervalo de tempo associado a $t_{10}=45$.

	Fy_1	GC	I_50	I_75	Δt Fy_1	Percep
Fy_1	1					
GC	0,93	1				
I_50	0,99	0,97	1			
I_75	0,98	0,93	0,99	1		
Δt Fy_1	0,26	-0,11	0,12	0,19	1	
Percep	0,13	0,03	0,13	0,22	0,26	1

Tabela B21: Resultados da análise do modelo (1) para distribuição Poisson e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	3.1039	0.4282	2.2647	3.9432	<.0001
Tempo	0.0093	0.0019	0.0056	0.0131	<.0001
FY_1	0.0019	0.0009	0.0001	0.0037	0.0344
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.3455
I_50	-0.0678	0.0293	-0.1253	-0.0103	0.0208
I_75	0.0026	0.0059	-0.0090	0.0142	0.6617
Δt Fy_1	17.2676	8.7766	34.4693	-0.0659	0.0491

Tabela B22: Resultados da análise do modelo (1) para distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.6105	0.1872	2.2437	2.9773	<.0001
Tempo	0.0094	0.0019	0.0057	0.0131	<.0001
FY_1	0.0008	0.0004	0.0001	0.0016	0.0274
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0814
I_50	-0.0290	0.0156	-0.0595	0.0015	0.0624
I_75	0.0010	0.0056	-0.0099	0.0119	0.8600
ΔtFy_1	-7.7580	5.1029	-17.7595	2.2436	0.1284

Tabela B23: Resultados da análise do modelo (1) para distribuição Poisson e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.6724	0.3904	1.9071	3.4376	<.0001
Tempo	0.0094	0.0020	0.0055	0.0132	<.0001
FY_1	0.0016	0.0009	-0.0001	0.0033	0.0696
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.7111
I_50	-0.0317	0.0327	-0.0959	0.0325	0.3331
I_75	-0.0100	0.0076	-0.0249	0.0049	0.1883
ΔtFy_1	-8.4225	7.8519	23.8119	6.9669	0.2834

Tabela B24: Resultados da análise do modelo (1) para distribuição Gama e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0321	0.0352	-0.0369	0.1011	0.3623
Tempo	-0.0008	0.0002	-0.0011	-0.0004	<.0001
FY_1	-0.0001	0.0001	-0.0003	-0.0000	0.0386
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.3427
I_50	0.0064	0.0024	0.0017	0.0111	0.0071
I_75	-0.0009	0.0004	-0.0017	-0.0001	0.0309
ΔtFy_1	1.3766	0.7235	-0.0413	2.7946	0.0571

Tabela B25: Resultados da análise do modelo (1) para distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	-0.0008	0.0002	-0.0011	-0.0004	<.0001
Tempo	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	<.0001
FY_1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0412
GC	0.0026	0.0014	0.0002	0.0053	0.0959
I_50	0.0001	0.0004	0.0009	0.0008	0.0677
I_75	0.6745	0.4630	0.2330	1.5820	0.8631
ΔtFy_1	0.0719	0.0175	0.0376	0.1061	0.1452

Tabela B26: Resultados da análise do modelo (1) para distribuição Gama e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0677	0.0328	0.0033	0.1320	0.0394
Tempo	0.0008	0.0002	0.0011	0.0004	<.0001
FY_1	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0723
GC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7358
I_50	0.0026	0.0027	0.0027	0.0079	0.3311
I_75	0.0008	0.0006	0.0004	0.0020	0.1765
ΔtFy_1	0.7094	0.6459	0.5565	1.9752	0.2721

Tabela B27: Estimativa de β_0 e β_1 para distribuição Poisson.

Estrutura	Intercepto	Nível Descritivo	Tempo	Nível Descritivo
CS	2.2862	<.0001	0.0089	<.0001
AR	2.2505	<.0001	0.0093	<.0001
IND	2.2862	<.0001	0.0089	<.0001
UN	2.1821	<.0001	0.0126	<.0001

Tabela B28: Estimativa de β_0 e β_1 para distribuição Gama.

Estrutura	Intercepto	Nível Descritivo	Tempo	Nível Descritivo
CS	0.1004	<.0001	-0.0007	<.0001
AR	0.1039	<.0001	-0.0008	<.0001
IND	0.1004	<.0001	-0.0007	<.0001
UN	0.1101	<.0001	-0.0011	<.0001

Tabela B29: Resultados da análise do modelo (3) para distribuição Poisson e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.6625	0.7687	1.1559	4.1691	0.0005
FY_1	0.0011	0.0015	-0.0019	0.0041	0.4816
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.3266
I_50	-0.0640	0.0603	-0.1823	0.0542	0.2885
I_75	0.0137	0.0122	-0.0103	0.0377	0.2629
ΔtFy_1	-4.0672	12.2361	28.0495	19.9152	0.7396

Tabela B30: Resultados da análise do modelo (3) para distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.6744	0.2576	2.1694	3.1793	<.0001
FY_1	0.0008	0.0004	0.0000	0.0016	0.0410
GC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0348
I_50	-0.0511	0.0219	-0.0940	-0.0083	0.0194
I_75	0.0116	0.0085	-0.0051	0.0283	0.1734
ΔtFy_1	-7.1596	5.8271	18.5805	4.2613	0.2192

Tabela B31: Resultados da análise do modelo (3) para distribuição Poisson e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.4200	0.5765	1.2901	3.5498	<.0001
FY_1	0.0011	0.0013	-0.0014	0.0036	0.4016
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.3715
I_50	-0.0222	0.0467	-0.1139	0.0694	0.6344
I_75	-0.0055	0.0073	-0.0199	0.0089	0.4522
ΔtFy_1	-2.1960	9.4750	20.7667	16.3747	0.8167

Tabela B32: Resultados da análise do modelo (3) para distribuição Poisson e estrutura UN.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.4219	0.8102	1.1661	2.0099	0.6025
FY_1	-0.0024	0.0016	0.0055	0.0007	0.1281
GC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3322
I_50	0.1002	0.0654	0.0279	0.2284	0.1253
I_75	-0.0139	0.0106	0.0348	0.0069	0.1904
ΔtFy_1	35.4663	14.1270	7.7778	63.1547	0.0121

Tabela B33: Resultados da análise do modelo (3) para distribuição Gama e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0614	0.0529	-0.0423	0.1652	0.2457
FY_1	-0.0001	0.0001	-0.0003	0.0001	0.5450
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.3124
I_50	0.0040	0.0041	-0.0041	0.0121	0.3322
I_75	-0.0009	0.0008	-0.0025	0.0007	0.2515
ΔtFy_1	0.1650	0.8530	-1.5069	1.8368	0.8466

Tabela B34: Resultados da análise do modelo (3) para distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0552	0.0185	0.0191	0.0914	0.0028
FY_1	-0.0001	0.0000	-0.0001	0.0000	0.0561
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0404
I_50	0.0035	0.0015	0.0005	0.0066	0.0219
I_75	-0.0008	0.0006	-0.0020	0.0003	0.1546
ΔtFy_1	0.4776	0.4080	-0.3220	1.2772	0.2417

Tabela B35: Resultados da análise do modelo (3) para distribuição Gama e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0755	0.0402	-0.0033	0.1543	0.0604
FY_1	0.0001	0.0001	-0.0002	0.0001	0.4608
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.3544
I_50	0.0013	0.0032	-0.0049	0.0076	0.6752
I_75	0.0003	0.0005	-0.0006	0.0013	0.5038
ΔtFy_1	0.0812	0.6642	-1.2205	1.3830	0.9026

Tabela B36: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo inicial, distribuição Poisson e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	1,8282	0,4848	0,8780	2,7784	0,0002
Tempo	0,0871	0,0170	0,0537	0,1204	<0,0001
Fy_1	0,0010	0,0005	-0,0000	0,0021	0,0598
GC	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0001	0,5698
I_50	0,0222	0,0259	-0,0285	0,0730	0,3904
I_75	-0,0348	0,0118	-0,0579	-0,0117	0,0031
ΔtFy_1	7,3219	11,9000	-16,0017	30,6455	0,5384

Tabela B37: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo inicial, distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	1,8511	0,4711	0,9278	2,7743	<.0001
Tempo	0,0847	0,0173	0,0508	0,1186	<.0001
Fy_1	0,0009	0,0004	0,0001	0,0017	0.0233
GC	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0001	0,2365
I_50	0,0175	0,0295	-0,0402	0,0753	0.5517
I_75	-0,0321	0,0125	-0,0565	-0,0077	0,0100
ΔtFy_1	5,6358	11,0844	-16,0892	27,3608	0,6111

Tabela B38: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo inicial, distribuição Poisson e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	1,8991	1,1649	-0,3841	4,1824	0,1031
Tempo	0,0890	0,0180	0,0537	0,1242	<0,0001
Fy_1	0,0016	0,0013	-0,0009	0,0041	0,2088
GC	0,0000	0,0001	-0,0001	0,0001	0,8626
I_50	0,0354	0,0378	-0,0388	0,1095	0,3499
I_75	-0,0492	0,0150	-0,0785	-0,0199	0,0010
ΔtFy_1	4,6043	27,8959	-50,0707	59,2793	0,8689

Tabela B39: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo inicial, distribuição Gama e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.1422	0.0454	0.0531	0.2312	0.0018
Tempo	-0.0083	0.0019	-0.0121	-0.0046	<0.0001
Fy_1	-0.0001	0.0001	-0.0002	-0.0000	0.0449
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.5507
I_50	-0.0015	0.0024	-0.0062	0.0033	0.5514
I_75	0.0032	0.0011	0.0010	0.0053	0.0040
ΔtFy_1	-0.6468	1.0692	-2.7423	1.4487	0.5452

Tabela B40: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo inicial, distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0,1330	0,0454	0,0440	0,2219	0,0034
Tempo	-0,0081	0,0019	-0,0118	-0,0043	<0,0001
Fy_1	-0,0001	0,0000	-0,0002	-0,0000	0,2003
GC	-0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	0,2490
I_50	-0,0010	0,0029	-0,0066	0,0047	0,7382
I_75	0,0030	0,0012	0,0007	0,0052	0,0106
ΔtFy_1	-0,3269	1,0790	-2,4416	1,7879	0,7619

Tabela B41: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo inicial, distribuição Gama e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.1230	0.1058	-0.0844	0.3303	0.2450
Tempo	-0.0085	0.0020	-0.0124	-0.0046	<0.0001
Fy_1	-0.0002	0.0001	-0.0004	0.0001	0.1372
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.9173
I_50	-0.0027	0.0036	0.0097	0.0043	0.4475
I_75	0.0046	0.0015	0.0018	0.0075	0.0015
ΔtFy_1	-0.0923	2.5509	-5.0919	4.9074	0.9711

Tabela B42: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.8794	0.3880	2.1190	3.6398	<0.0001
Tempo	0.0475	0.0162	0.0158	0.0792	0.0033
Fy_1	0.0025	0.0012	0.0002	0.0049	0.0328
GC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0249
I_50	-0.0856	0.0383	-0.1606	-0.0106	0.0253
I_75	0.0005	0.0074	-0.0139	0.0150	0.9409
ΔtFy_1	-12.8372	7.2260	-26.9999	1.3255	0.0756

Tabela B43: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.2797	0.2797	1.7106	2.8070	<.0001
Tempo	0.0463	0.0174	0.0122	0.0804	0.0077
Fy_1	0.0010	0.0004	0.0003	0.0017	0.0056
GC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0078
I_50	-0.0266	0.0252	-0.0761	0.0229	0.2919
I_75	-0.0013	0.0095	-0.0198	0.0172	0.8911
ΔtFy_1	-1.9651	4.5579	-10.8983	6.9682	0.6664

Tabela B44: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2,2325	0,3401	1,5959	2,8991	<0,0001
Tempo	0,0490	0,0172	0,0154	0,0827	0,0043
Fy_1	0,0012	0,0010	-0,0008	0,0032	0,2446
GC	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	0,3028
I_50	-0,0267	0,0391	-0,1033	0,0498	0,4938
I_75	-0,0059	0,0082	-0,0221	0,0102	0,4711
ΔtFy_1	-0,3710	5,5071	-11,1647	10,4227	0,9463

Tabela B45: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson e estrutura UN.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.8318	0.4550	1.9400	3.7235	<0,0001
Tempo	0.0352	0.0136	0.0086	0.0619	0.0095
Fy_1	0.0020	0.0014	-0,0007	0.0047	0.1386
GC	0.0000	0.0000	-0,0000	0.0000	0.0716
I_50	-0.0832	0.0370	-0.1558	-0.0107	0.0246
I_75	0.0144	0.0107	-0.0067	0.0355	0.1804
ΔtFy_1	-9.7411	5.4965	-20.5140	1.0318	0.0764

Tabela B46: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Gama e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0526	0.0326	-0.0112	0.1165	0.1062
Tempo	-0.0037	0.0013	-0.0063	-0.0012	0.0040
Fy_1	-0.0002	0.0001	-0.0004	-0.0000	0.0472
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0357
I_50	0.0066	0.0032	0.0004	0.0128	0.0358
I_75	-0.0001	0.0006	-0.0012	0.0010	0.8125
ΔtFy_1	1.0034	0.6022	-0.1770	2.1838	0.0957

Tabela B47: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0,0472	0,0220	0,0041	0,0903	0,0319
Tempo	-0,0038	0,0013	-0,0063	-0,0012	0,0044
Fy_1	-0,0002	0,0001	-0,0004	-0,0001	0,0003
GC	-0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0000	<0,0001
I_50	0,0077	0,0015	0,0047	0,0108	<0,0001
I_75	-0,0000	0,0008	-0,0016	0,0015	0,9637
ΔtFy_1	1,0856	0,4261	0,2506	1,9207	0,0108

Tabela B48: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Gama e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.1031	0,0281	0,0481	0,1582	0,0002
Tempo	-0.0039	0,0014	-0,0066	-0,0012	0,0049
Fy_1	-0,0001	0,0001	-0,0003	0,0001	0,2656
GC	-0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	0,3043
I_50	0,0021	0,0032	-0,0041	0,0083	0,5132
I_75	0,0005	0,0006	-0,0008	0,0017	0,4640
ΔtFy_1	0,0326	0,4545	-0,8582	0,9234	0,9428

Tabela B49: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Gama e estrutura UN.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0760	0.0385	0.0006	0.1514	0.0482
Tempo	-0.0032	0.0012	-0.0055	-0.0008	0.0089
Fy_1	-0.0002	0.0001	-0.0004	0.0001	0.1652
GC	-0,0000	0.0000	-0,0000	0.0000	0.0873
I_50	0.0073	0.0034	0.0006	0.0140	0.0330
I_75	-0.0015	0.0010	-0.0035	0.0004	0.1285
ΔtFy_1	0.8808	0.5438	-0.1851	1.9467	0.1053

Tabela B50: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Poisson e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.5404	0.2748	1.9818	3.0589	<0.0001
Tempo	0.0244	0.0075	0.0097	0.0391	0.0011
Fy_1	0.0000	0.0005	-0.0009	0.0009	0.9533
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0081
I_50	-0.0302	0.0229	-0.0752	0.0147	0.1874
I_75	0.0159	0.0089	-0.0015	0.0334	0.0737
$\Delta t Fy_1$	-1.8299	7.6187	-16.7623	13.1026	0.8102

Tabela B51: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.4963	0.3546	1.8014	3.1913	<0.0001
Tempo	0.0276	0.0083	0.0439	0.4390	0.0009
Fy_1	-0.0003	0.0005	0.0006	0.0006	0.5754
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0040
I_50	-0.0172	0.0119	0.0062	0.0062	0.1497
I_75	0.0080	0.0077	0.0231	0.0231	0.3016
$\Delta t Fy_1$	-2.3695	6.6152	-14.6395	11.4579	0.5649

Tabela B52: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Poisson e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.6600	0.5046	1.6710	3.6489	<0.0001
Tempo	0.0210	0.0071	0.0070	0.0350	0.0033
Fy_1	0.0002	0.0008	-0.0015	0.0018	0.8460
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.9868
I_50	-0.0502	0.0332	-0.1153	0.0149	0.1304
I_75	0.0233	0.0091	0.0054	0.0412	0.0105
$\Delta t Fy_1$	-3.7084	10.2477	-23.7935	16.3767	0.7174

Tabela B53: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Poisson e estrutura UN.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.5558	0.2728	2.0210	3.0905	<0.0001
Tempo	0.0291	0.0096	0.0479	0.0479	0.0024
Fy_1	-0.0003	0.0005	0.0006	0.0006	0.4934
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0408
I_50	-0.0190	0.0165	-0.0432	0.0214	0.5092
I_75	0.0050	0.0087	-0.0121	0.0220	0.5692
ΔtFy_1	-0.2631	7.3541	-14.6768	14.1506	0.9715

Tabela B54: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Gama e estrutura CS.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0787	0.0195	0.0404	0.1169	<0.0001
Tempo	-0.0018	0.0006	-0.0029	-0.0007	0.0015
Fy_1	-0,0000	0.0000	-0,0001	0.0001	0.9060
GC	0,0000	0.0000	0,0000	0,0000	0.0094
I_50	0.0022	0.0016	-0.0010	0.0054	0.1835
I_75	-0.0011	0.0006	-0.0024	0.0002	0.0894
ΔtFy_1	0.1554	0.5498	-0.9222	1.2330	0.7774

Tabela B55: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0722	0.0228	0.0275	0.1169	0.0015
Tempo	-0.0019	0.0005	-0.0030	-0.0009	0.0004
Fy_1	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0001	0.4702
GC	0.0000	0.0000	0.0000	0,0000	0.0032
I_50	0.0011	0.0007	-0.0003	0.0026	0.1216
I_75	-0.0005	0.0005	-0.0015	0.0005	0.3210
ΔtFy_1	-0.1351	0.4687	-1.0537	0.7836	0.7732

Tabela B56: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Gama e estrutura IND.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0697	0,0358	-0,0004	0,1398	0,0512
Tempo	-0,0015	0,0005	-0,0026	-0,0005	0,0045
Fy_1	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0001	0,8444
GC	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	0,8870
I_50	0,0036	0,0024	-0,0010	0,0082	0,1257
I_75	-0,0017	0,0007	-0,0030	-0,0004	0,0123
ΔtFy_1	0,2739	0,7329	-1,1625	1,7103	0,7086

Tabela B57: Resultados da análise do modelo (1) para o sub-intervalo final, distribuição Gama e estrutura UN.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0,0631	0,0170	0,0299	0,0964	0,0002
Tempo	-0,0019	0,0005	-0,0030	-0,0009	0,0003
Fy_1	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0001	0,3042
GC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0234
I_50	0,0006	0,0009	-0,0011	0,0022	0,5131
I_75	-0,0002	0,0005	-0,0012	0,0007	0,6369
ΔtFy_1	0,0047	0,3864	-0,7525	0,7620	0,9902

Tabela B58: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo inicial, distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	1.8975	0.3931	1.1270	2.6680	<.0001
FY_1	0.0014	0.0005	0.0003	0.0024	0.0126
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0001	0.1350
I_50	-0.0204	0.0354	-0.0898	0.0490	0.5644
I_75	-0.0298	0.0192	-0.0675	0.0079	0.1219
ΔtFy_1	5.4154	7.1207	-8.5409	19.3716	0.4469

Tabela B59: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo inicial, distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.1013	0.0299	0.0426	0.1599	0.0007
FY_1	-0.0001	0.0000	-0.0002	-0.0000	0.0051
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.1620
I_50	0.0021	0.0027	-0.0032	0.0073	0.4381
I_75	0.0022	0.0015	-0.0007	0.0050	0.1350
ΔtFy_1	-0.1885	0.5164	-1.2006	0.8236	0.7151

Tabela B60: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	3.0747	0.4261	2.2395	3.9099	<.0001
FY_1	0.0031	0.0013	0.0007	0.0056	0.0131
GC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0085
I_50	-0.1175	0.0405	-0.1969	-0.0381	0.0037
I_75	0.0064	0.0085	-0.0104	0.0231	0.4547
ΔtFy_1	14.2896	8.0482	30.0637	1.4846	0.0758

Tabela B61: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Poisson e estrutura UN.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.5066	0.6509	1.2307	3.7824	0.0001
FY_1	0.0019	0.0024	-0.0028	0.0066	0.4256
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.1975
I_50	-0.1307	0.0697	-0.2672	0.0059	0.0607
I_75	0.0430	0.0125	0.0184	0.0675	0.0006
ΔtFy_1	-3.9759	8.1841	-20.0164	12.0647	0.6271

Tabela B62: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo intermediário, distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0307	0.0282	-0.0247	0.0860	0.2774
FY_1	-0.0002	0.0001	-0.0004	-0.0000	0.0169
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0111
I_50	0.0075	0.0027	0.0023	0.0128	0.0050
I_75	-0.0005	0.0005	-0.0015	0.0006	0.3857
ΔtFy_1	0.9256	0.5421	-0.1370	1.9881	0.0878

Tabela B63: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo final, distribuição Poisson e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.4113	0.3773	1.6717	3.1508	<.0001
FY_1	-0.0001	0.0005	-0.0012	0.0009	0.7854
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0208
I_50	-0.0361	0.0258	-0.0868	0.0145	0.1620
I_75	0.0214	0.0115	-0.0011	0.0439	0.0620
ΔtFy_1	0.9844	9.9720	18.5604	20.5292	0.9214

Tabela B64: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo final, distribuição Poisson e estrutura UN.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	2.7932	0.5408	1.7334	3.8531	<.0001
FY_1	-0.0005	0.0008	-0.0021	0.0011	0.5636
GC	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.8087
I_50	-0.0378	0.0364	-0.1090	0.0335	0.2988
I_75	0.0240	0.0150	-0.0055	0.0535	0.1105
ΔtFy_1	-4.9193	13.6751	31.7220	21.8833	0.7190

Tabela B65: Resultados da análise do modelo (3) para o sub-intervalo final, distribuição Gama e estrutura AR.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	IC (95%)		Nível Descritivo
Intercepto	0.0723	0.0225	0.0282	0.1163	0.0013
FY_1	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0001	0.7635
GC	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.6426
I_50	0.0022	0.0015	-0.0008	0.0052	0.1522
I_75	-0.0013	0.0007	-0.0027	0.0000	0.0552
ΔtFy_1	-0.0305	0.6006	-1.2077	1.1466	0.9594

Apêndice C

Gráficos

Gráfico C1: Box-plot da variável Força Vertical Máxima em função do tempo

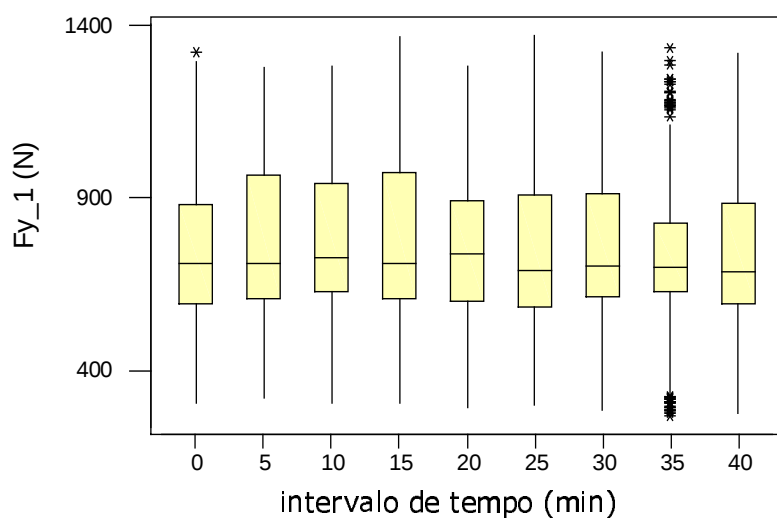


Gráfico C2: Box-plot da variável Tempo para ocorrer a Força Vertical Máxima em função do tempo

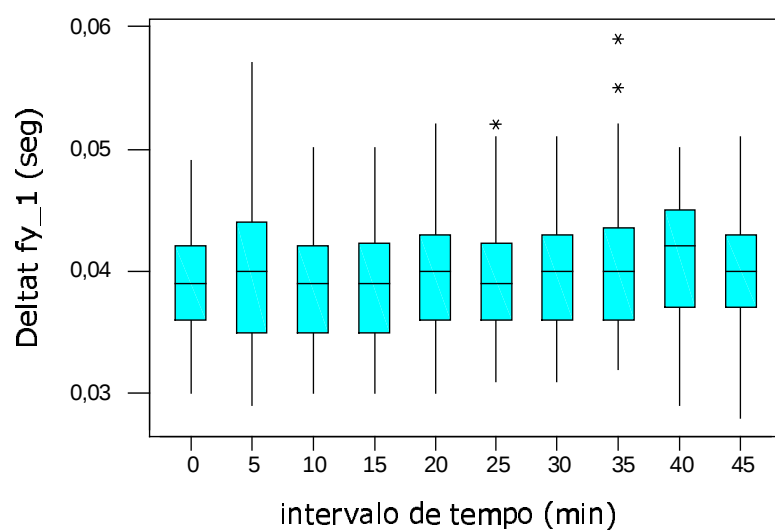


Gráfico C3: Box-plot da variável Gradiente de Crescimento em função do tempo

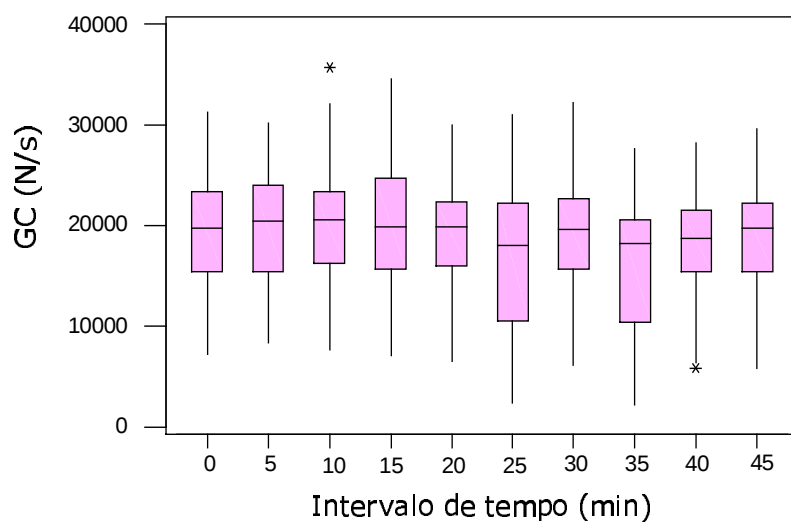


Gráfico C4: Box-plot da variável Impulso aos 50 ms em função do tempo

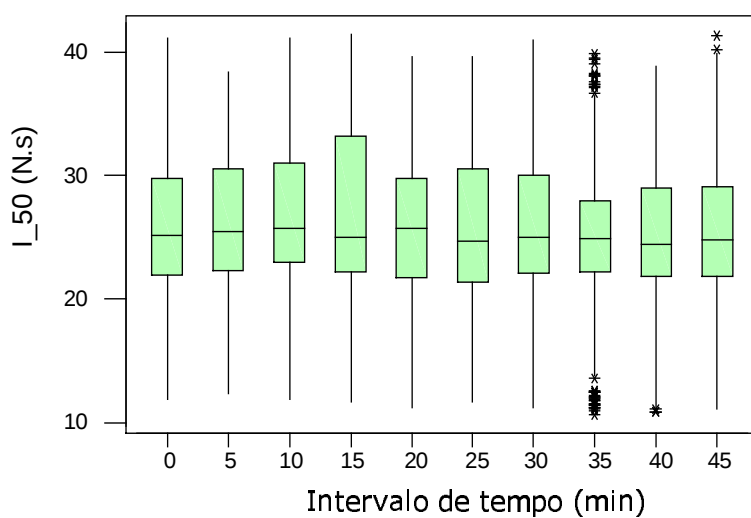


Gráfico C5: Box-plot da variável Impulso aos 75ms em função do tempo

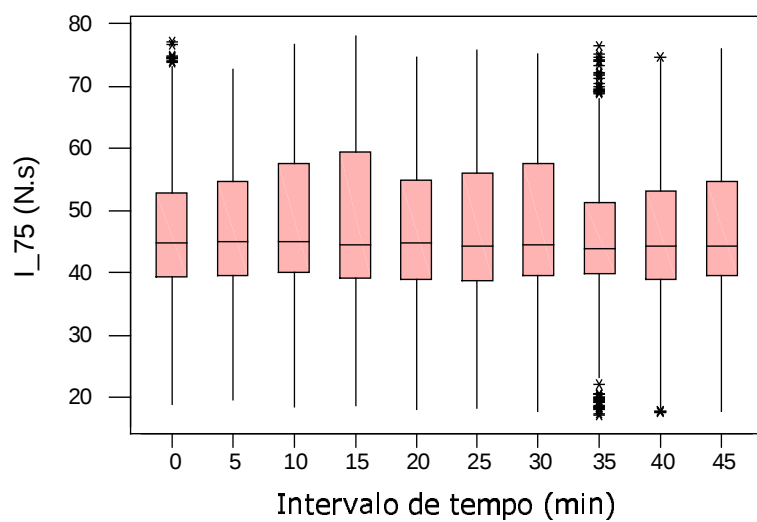


Gráfico C6: Box-plot da variável Percepção em função do tempo

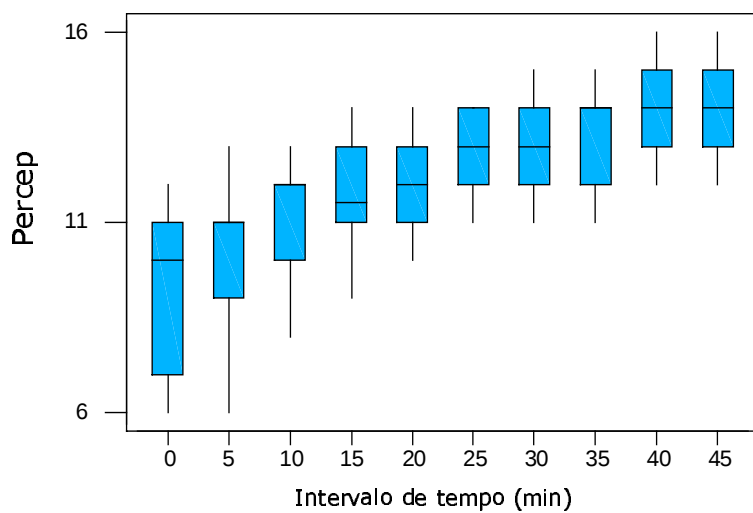


Gráfico C7: Perfis individuais para a variável Percepção em função do tempo

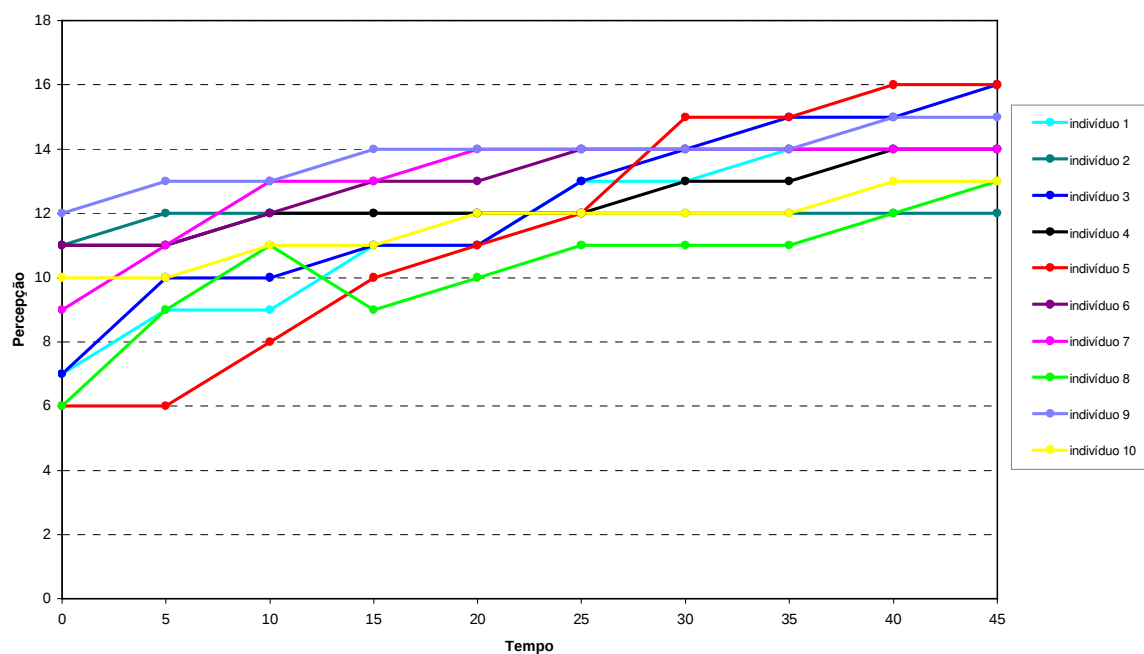


Gráfico C8: Perfil Médio para a variável Percepção em função do tempo

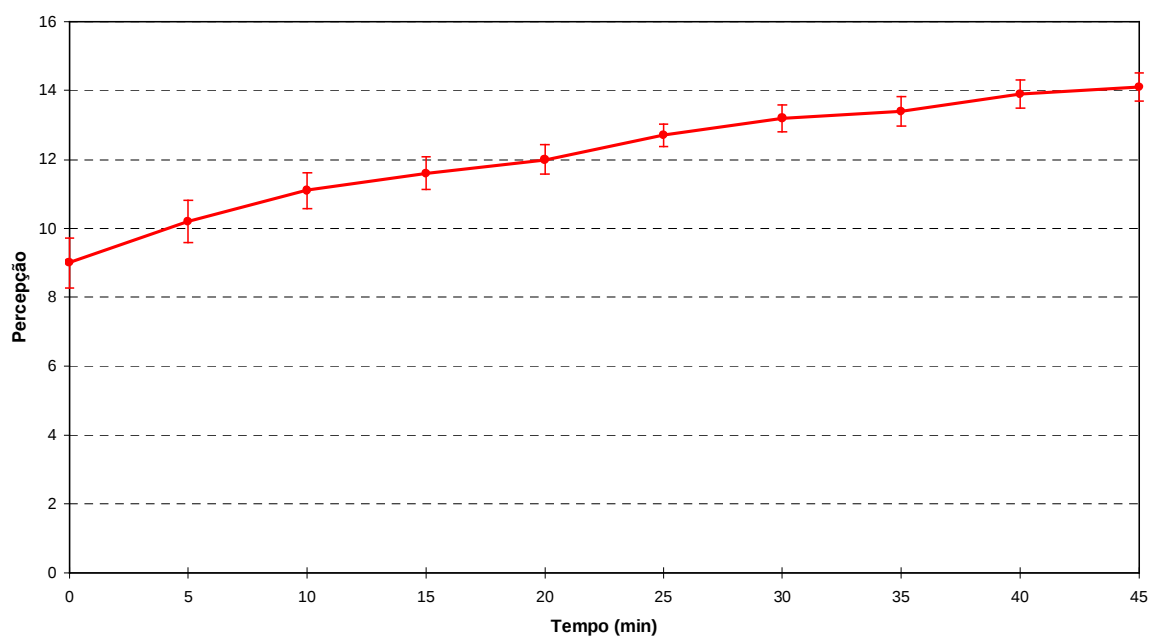


Gráfico 9: Perfis individuais para a variável Percepção em função da variável Força Vertical Máxima

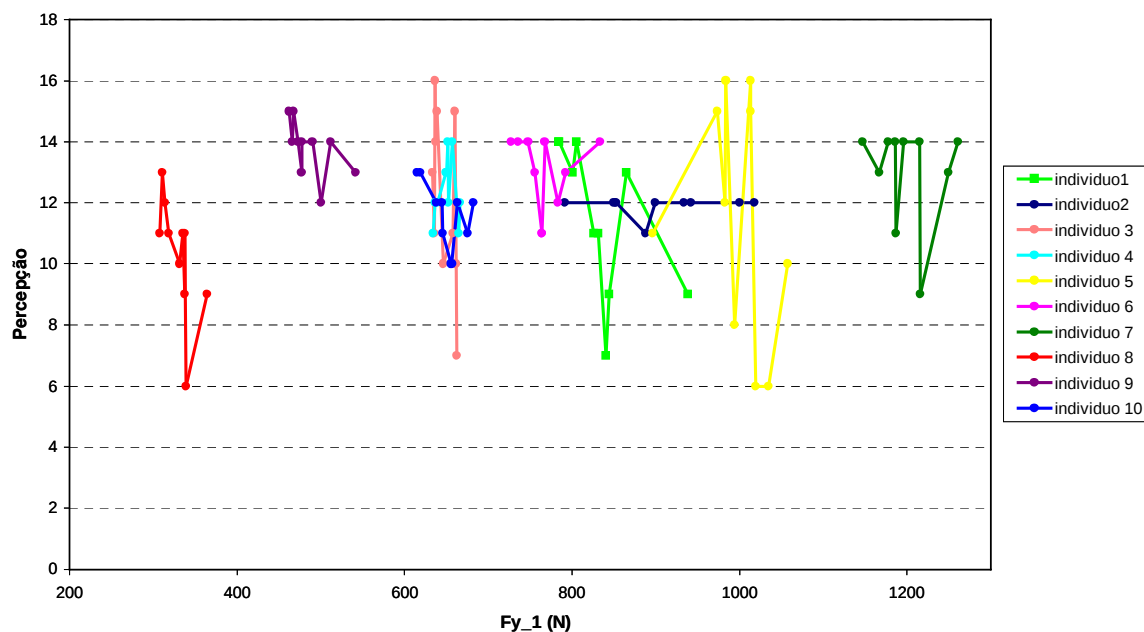


Gráfico 10: Perfis individuais para a variável Percepção em função da variável Tempo para ocorrer a Força Vertical Máxima

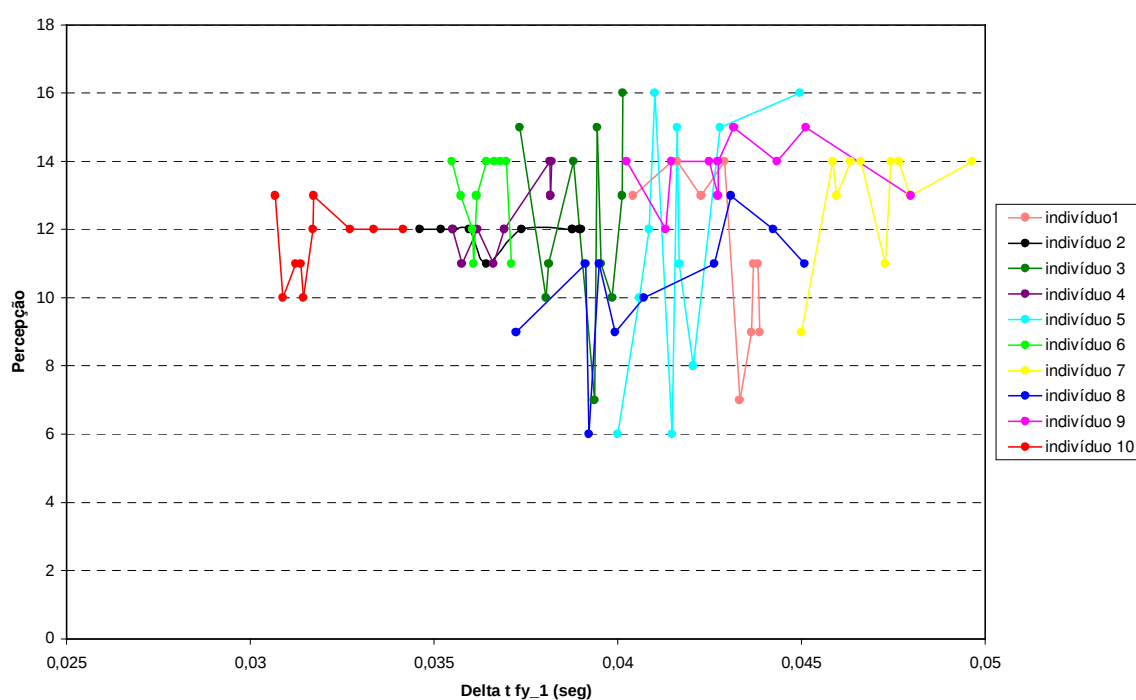


Gráfico 11: Perfis individuais para a variável Percepção em função da variável Gradiente de Crescimento

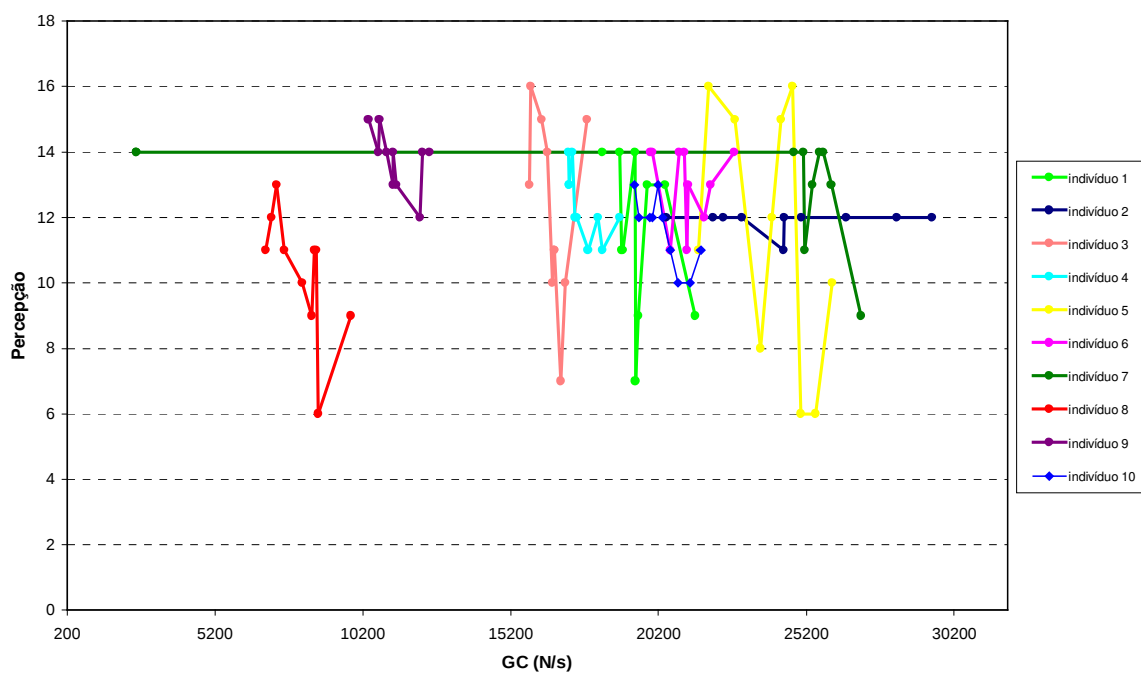


Gráfico 12: Perfis individuais para a variável Percepção em função da variável Impulso aos 50ms

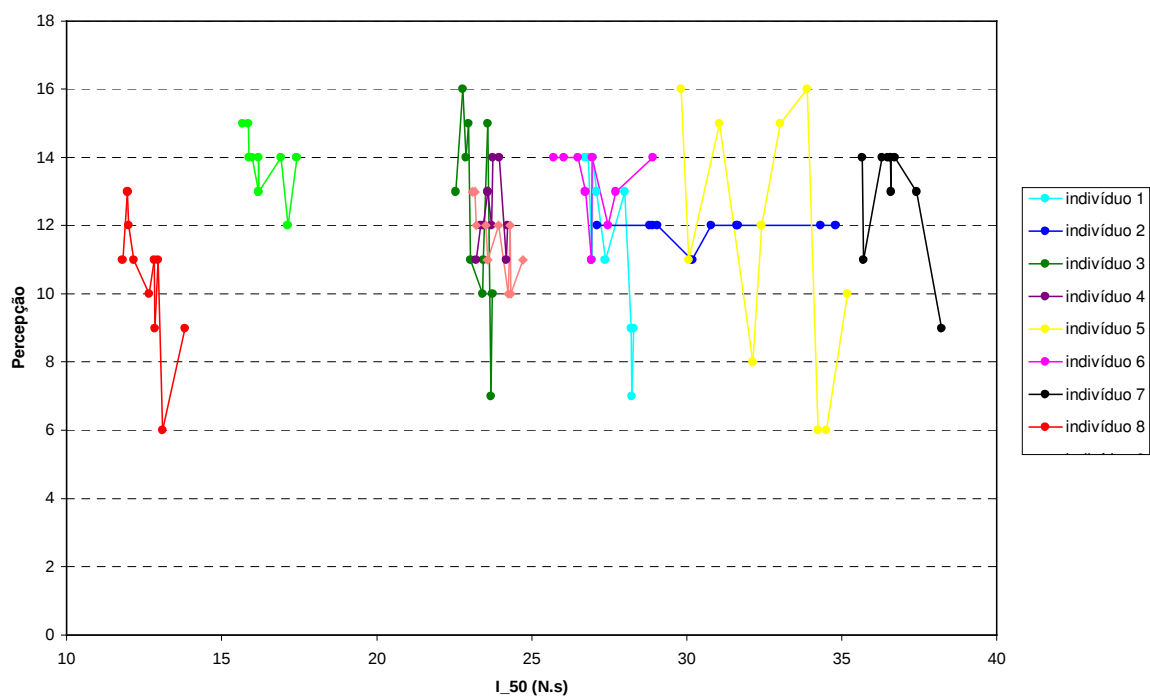


Gráfico 13: Perfis individuais para a variável Percepção em função da variável Impulso aos 75ms

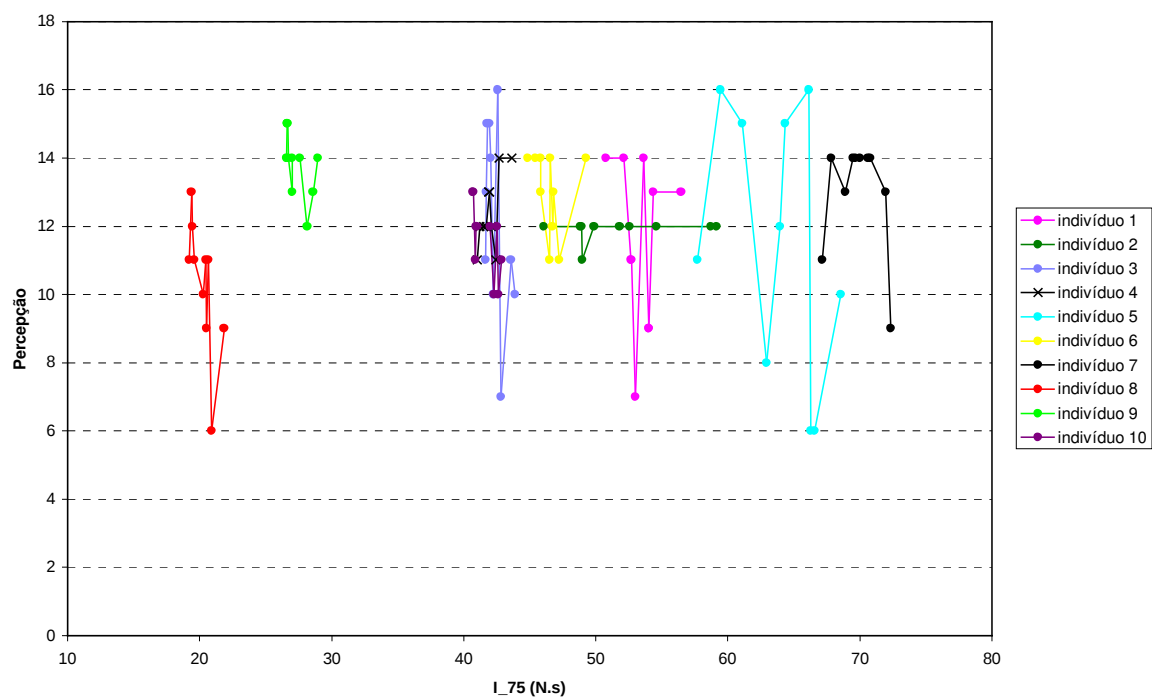


Gráfico 14: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Força Vertical Máxima para o intervalo de tempo associado a $t_1 = 0$

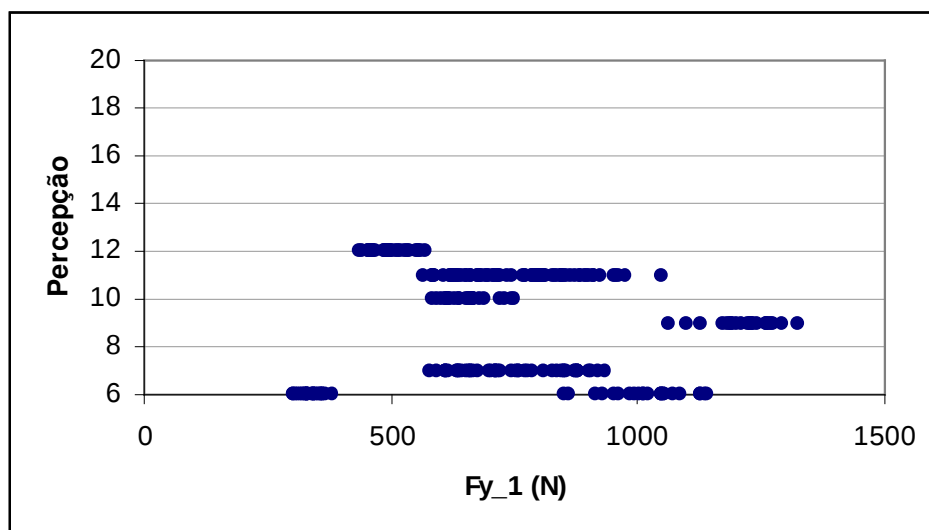


Gráfico 15: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Força Vertical Máxima para o intervalo de tempo associado a $t_6 = 25$

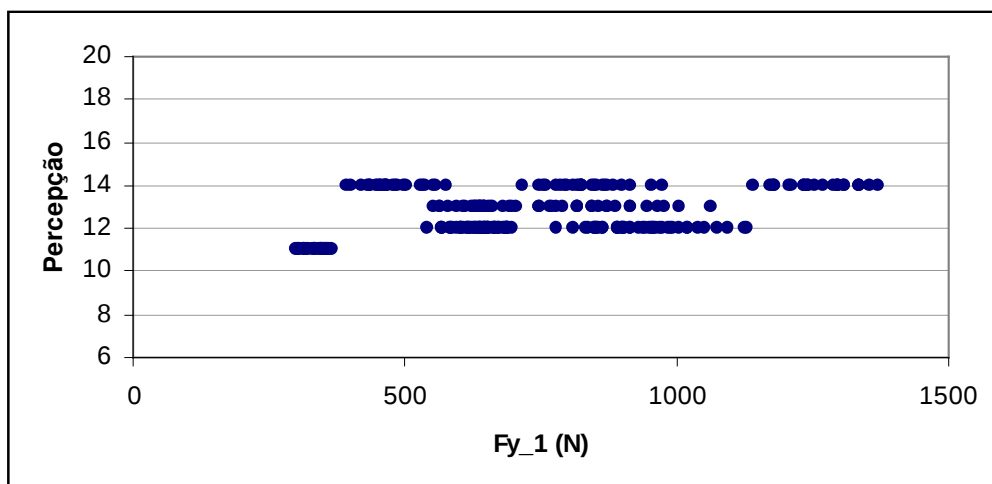


Gráfico 16: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Força Vertical Máxima para o intervalo de tempo associado a $t_{10} = 45$

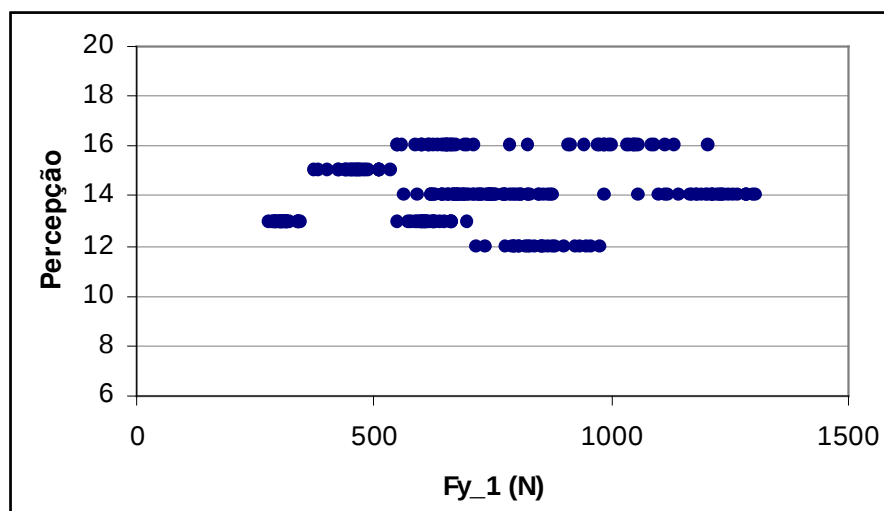


Gráfico 17: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Tempo para ocorrer a Força Vertical Máxima para o intervalo de tempo associado a $t_1 = 0$

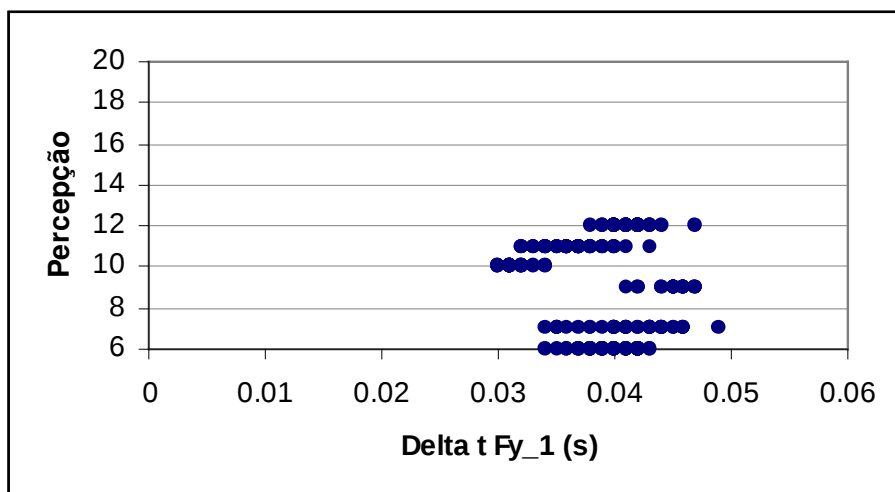


Gráfico 18: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Tempo para ocorrer a Força Vertical Máxima para o intervalo de tempo associado a $t_6 = 25$

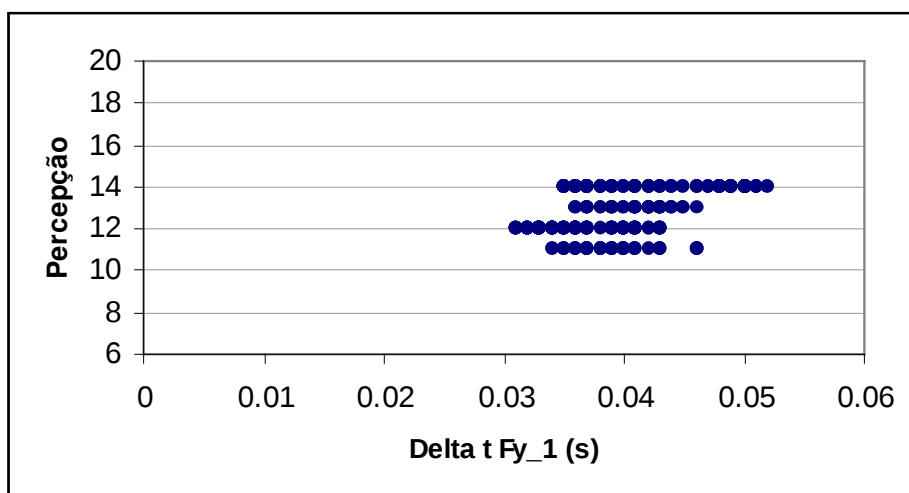


Gráfico 19: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Tempo para ocorrer a Força Vertical Máxima para o intervalo de tempo associado a $t_{10} = 45$

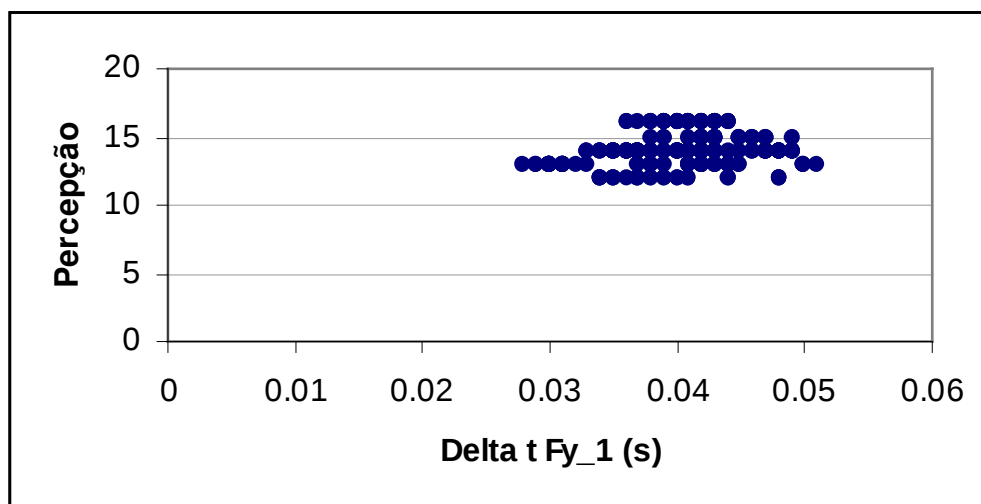


Gráfico 20: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Gradiente de Crescimento para o intervalo de tempo associado a $t_1 = 0$

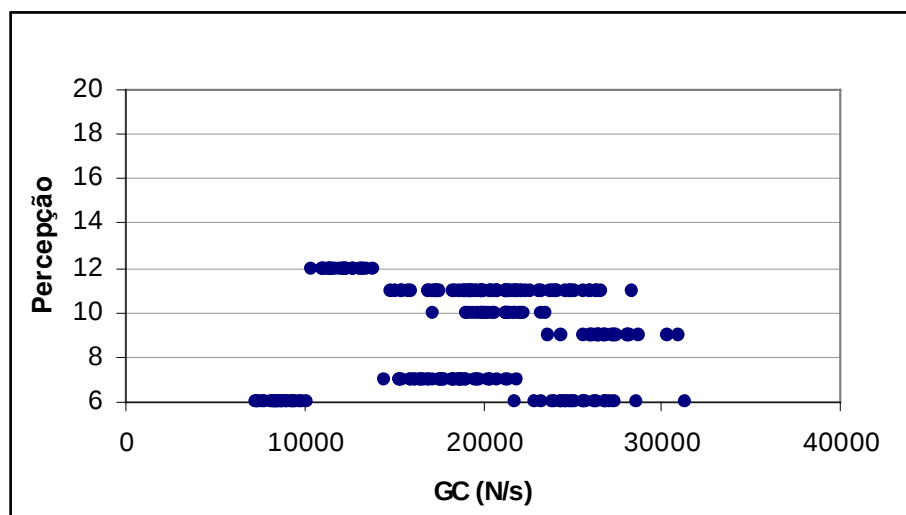


Gráfico 21: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Gradiente de Crescimento para o intervalo de tempo associado a $t_6 = 25$

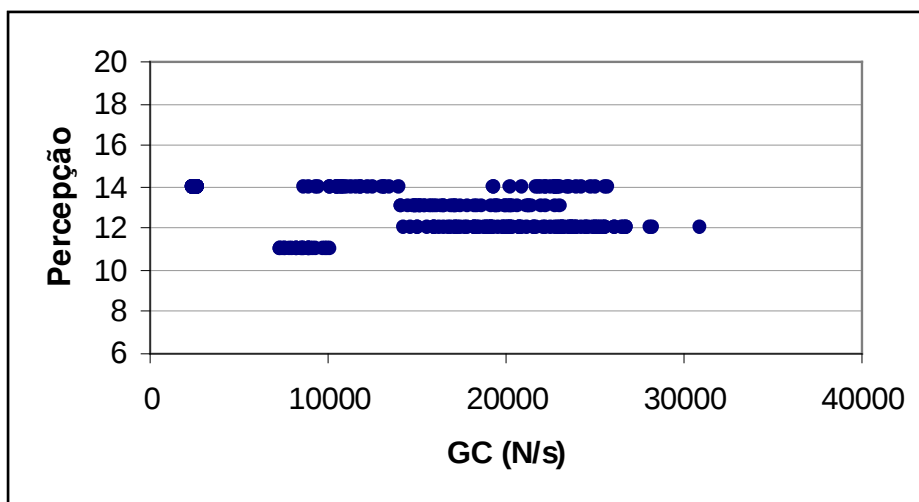


Gráfico 22: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Gradiente de Crescimento para o intervalo de tempo associado a $t_{10} = 45$

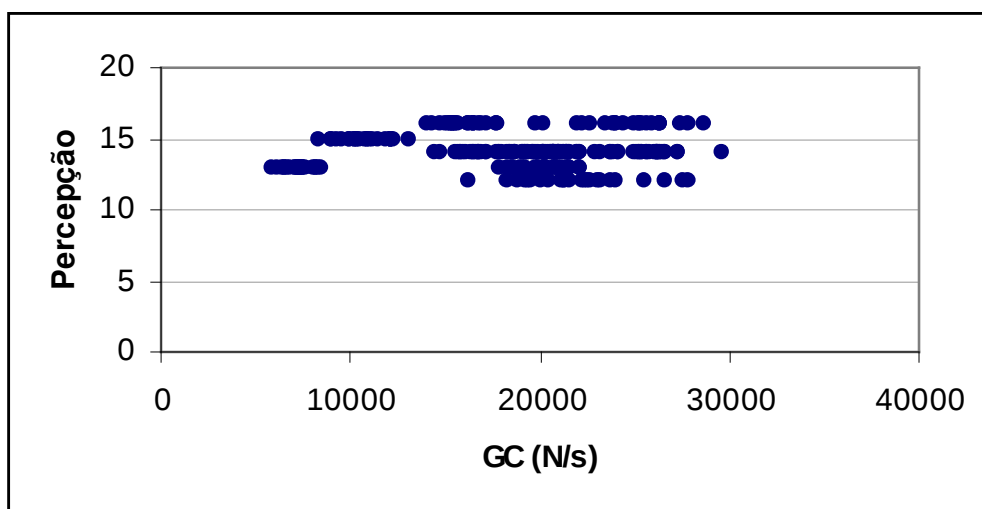


Gráfico 23: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Impulso aos 50ms para o intervalo de tempo associado a $t_1 = 0$

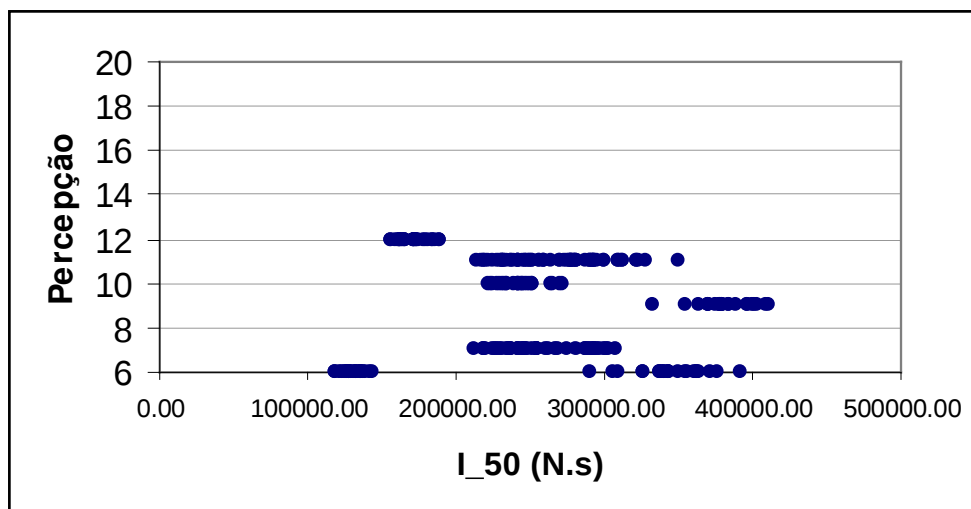


Gráfico 24: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Impulso aos 50ms para o intervalo de tempo associado $t_6 = 25$

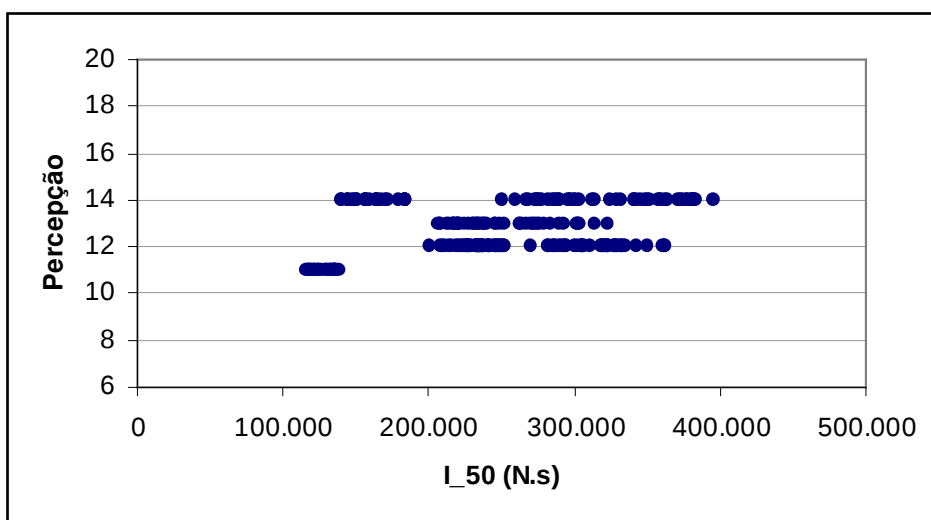


Gráfico 25: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Impulso aos 50ms para o intervalo de tempo associado a $t_{10} = 45$

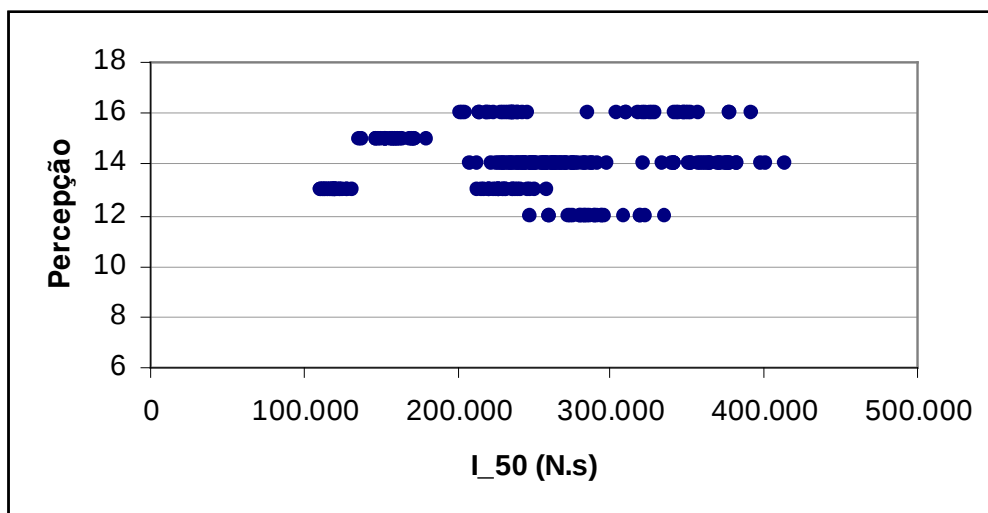


Gráfico 26: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Impulso aos 75ms para o intervalo de tempo associado a $t_1 = 0$

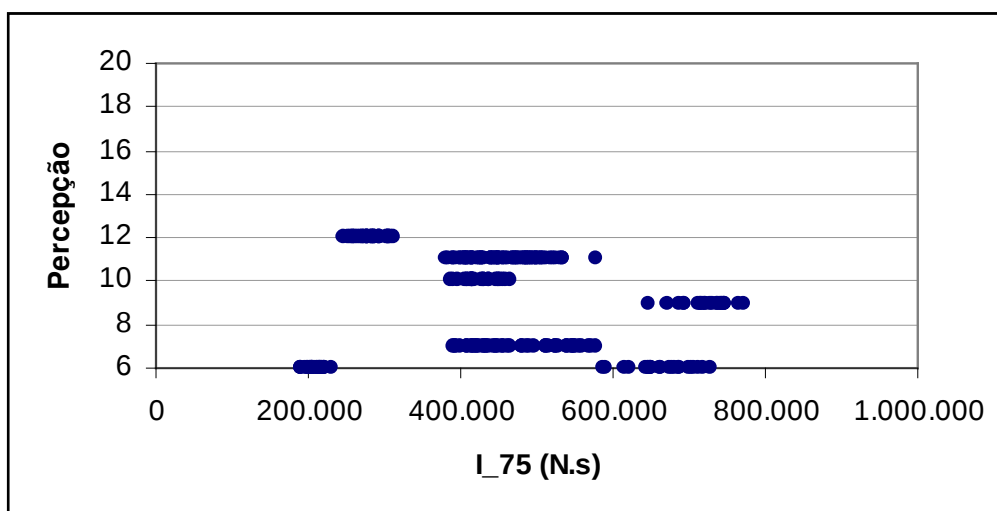


Gráfico 27: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Impulso aos 75ms para o intervalo de tempo associado a $t_6 = 25$

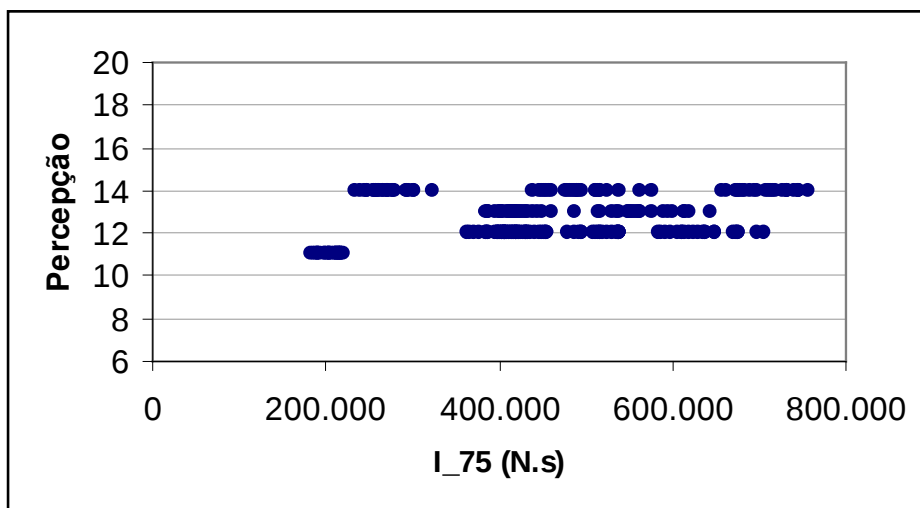
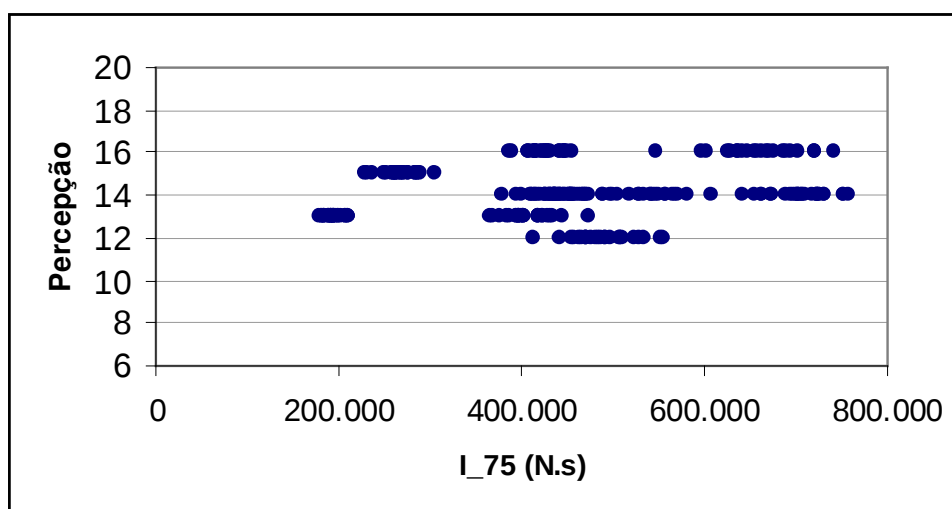


Gráfico 28: Diagrama de Dispersão para a Percepção em função da variável Impulso aos 75ms para o intervalo de tempo associado a $t_{10} = 45$



Apêndice D

Aspectos Técnicos

D.1: Versão Matricial do modelo de regressão utilizado

O k-ésimo indivíduo no instante t tem a percepção modelada por:

$$Y_{tk} = X_{tk} \beta + \varepsilon_{tk}$$

onde

$\beta^T = [\beta_0 \beta_1 \beta_2 \dots \beta_6]$ é o vetor de parâmetros estimado pelo modelo.

$X_{tk} = [1 \ t \ Fy_1 \ GC \ I_50 \ I_75 \ \Delta Fy_1]$ é o vetor que contém os valores para cada

variável observada para o k-ésimo indivíduo no instante de tempo t.

ε_{tk} = erro associado à percepção do k-ésimo indivíduo no instante de tempo t.

Juntando as 10 observações para o indivíduo k, temos:

$$Y_k = X_k^t \beta + \varepsilon_k$$

onde

$Y_k^t = [Percep_1 \dots Percep_{10}]$ é o vetor dos 10 valores da percepção para cada instante de tempo para o k-ésimo indivíduo.

$X_k = \begin{bmatrix} X_{1k} \\ X_{2k} \\ \vdots \\ X_{10k} \end{bmatrix}$ é uma matriz com os valores de cada variável para os 10 instantes de

tempo para o k-ésimo indivíduo.

$\varepsilon_k = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_{10} \end{bmatrix}$ é o vetor de erros associado à percepção para cada instante de tempo para o k-ésimo indivíduo.

D.2: Forma Matricial das estruturas de covariância

a) Independente

$$\text{IND: } \sigma^2 \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

b) Estrutura geral

$$\text{UN: } \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{21} & \cdots & \sigma_{101} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22}^2 & \cdots & \sigma_{102} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{101} & \sigma_{102} & \cdots & \sigma_{10}^2 \end{bmatrix}$$

3) Autorregresiva

$$\text{AR: } \sigma^2 \begin{bmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \cdots & \rho^{10} \\ \rho & 1 & \rho & \cdots & \rho^9 \\ \rho^2 & \rho & 1 & \cdots & \rho^8 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho^9 & \rho^8 & \rho^7 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

4) Estrutura simétrica

$$\text{CS:} \begin{bmatrix} \sigma^2 + \sigma_1 & \sigma_1 & \cdots & \sigma_1 \\ \sigma_1 & \sigma^2 + \sigma_1 & \cdots & \sigma_1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_1 & \sigma_1 & \cdots & \sigma^2 + \sigma_1 \end{bmatrix}$$