

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA - CÓDIGO 99P06

TÍTULO: Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Organização hierárquica de um programa de ação e estabilização de habilidades motoras”.

PESQUISADORA: Andrea Michele Freudenheim

ORIENTADOR: Edison de Jesus Manoel

INSTITUIÇÃO: Escola de Educação Física e Esporte - USP

FINALIDADE DO PROJETO: Doutorado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Clélia Maria de Castro Toloi

Denise Aparecida Botter

Gustavo Henrique de Araujo Pereira

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO: BOTTER, D. A.; TOLOI, C. M. C. e PEREIRA, G. H. A. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Organização hierárquica de um programa de ação e estabilização de habilidades motoras”.** São Paulo, IME-USP, 1999. (RAE – CEA - 99P06)

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BMDP – Statistical Software Manual, Release 7.0** (1990). Los Angeles: BMDP Statistical Software, Inc. 629p.
- BOX, G. E. P., JENKINS, G.M. and REINSEL, G. C. (1994). **Time series analysis: forecasting and control**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall. 604p.
- BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. (1987). **Estatística básica**. 4.ed. São Paulo: Atual Editora. 320p.
- CONOVER, W. J. (1971). **Practical Nonparametric Statistics**. 1.ed. New York: John Wiley & Sons. 462p.
- NETER, J., KUTNER, M. H., NACHTSHEIM, C. J. and WASSERMAN, W. (1996). **Applied Linear Statistical Models**. 4. ed. Illinois: Richard D. Irwing. 1408p.
- PAIT, P. R. (1979). **Alguns testes para detectar mudanças em modelos de regressão**. São Paulo. 95p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Matemática e Estatística - USP.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

BMDP New System for Windows (versão 1.12);
 Excel for Windows (versão 97);
 Minitab for Windows (versão 11.12);
 Word for Windows (versão 97).

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS:

[Entre parênteses encontra-se a Classificação “Statistical Theory & Method Abstracts” (ISI)]

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)
 Análise de Regressão Clássica (07:020)

Outros (07:990)

ÁREA DE APLICAÇÃO:

Bioestatística (14:030)

ÍNDICE

RESUMO	6
1. Introdução	7
2. Descrição do estudo	7
3. Descrição das variáveis	8
3.1. Medidas de desempenho global	9
3.2. Medidas de variabilidade micro	9
3.3. Medidas de variabilidade macro.....	10
4. Análise descritiva	10
5. Análise inferencial	13
5.1. Medidas de desempenho global	15
5.2. Medidas de variabilidade micro	16
5.3. Medidas de variabilidade macro.....	16
5.4. Variabilidade do seqüenciamento	17
6. Conclusões	17
Apêndice A.....	19
Apêndice B.....	21
Apêndice C	29
Apêndice D	37
Apêndice E.....	45
Apêndice F	53
Apêndice G	58
Apêndice H	66
Apêndice I	74

RESUMO

Neste trabalho estudou-se o processo de aquisição de habilidade motora através da reprodução de padrões gráficos. Os participantes deste estudo foram 15 estudantes da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. Cada participante reproduziu 250 vezes um padrão gráfico comum e 30 vezes um padrão gráfico modificado (ruído). Após a realização de 140 reproduções dos padrões gráficos (término da 1ª sessão), o estudo era interrompido e a 2ª sessão era iniciada em um intervalo que variava de 24 horas a uma semana. O objetivo do estudo foi avaliar o comportamento de medidas de desempenho e de variabilidade ao longo do processo de reproduções do padrão gráfico. Através do ajuste de modelos de regressão com resíduos correlacionados, pode-se verificar que os indivíduos, com a prática, melhoram o desempenho e diminuem a variabilidade em relação à maioria das variáveis. Desejava-se saber também se a introdução do ruído causava alteração no comportamento das medidas de desempenho e de variabilidade. A conclusão a que se chegou foi que os ruídos pouco afetam o comportamento das medidas consideradas. Além disso, concluiu-se que a interrupção no estudo influencia a maioria das medidas de desempenho e de variabilidade, provocando uma queda no desempenho global e um aumento da variabilidade.

1. Introdução

A consistência no comportamento é a principal característica da ação habilidosa. Em contraposição, a variabilidade do comportamento tem sido vista como uma característica prejudicial à ação habilidosa, uma vez que ela introduziria um elemento de incerteza neste desempenho. No entanto, embora a redução da variabilidade na resposta motora seja importante para uma execução bem sucedida, quando em excesso, a diminuição da variabilidade pode ter como consequência a perda da flexibilidade nas respostas, acarretando perda da capacidade de se adaptar às circunstâncias ambientais em constante mudança.

Um método para se estudar o processo de aquisição de habilidade motora é a reprodução, com um grande número de repetições, de padrões gráficos. Para verificar se foi conseguido um comportamento estável, deve ser introduzido, após um certo número de repetições, uma mudança no padrão gráfico (ruído).

O objetivo do estudo é avaliar o comportamento de medidas de desempenho e de variabilidade ao longo do processo de reproduções do padrão gráfico. Além disso, deseja-se verificar de que forma a introdução de ruído afeta o comportamento e, se a alteração produzida, caso existente, é menor à medida que são acumuladas reproduções do padrão comum.

2. Descrição do estudo

A amostra, coletada em novembro de 1998, foi formada por 15 estudantes universitários da Escola de Educação Física da USP (5 homens e 10 mulheres). Para a seleção da amostra não foi feito qualquer tipo de aleatorização. Os participantes eram voluntários inexperientes na tarefa realizada. A cada um dos participantes do estudo foi pedido que reproduzisse padrões gráficos que eram formados por 10 traços. O número de reproduções realizadas por cada estudante foi igual a 280, dividido em 28 blocos de 10 tentativas e distribuído em duas sessões de 14 blocos. O espaçamento entre as duas sessões foi no mínimo de 24 horas e no máximo de uma semana.

Os voluntários reproduziram um mesmo padrão gráfico A (Figura A.1) na maioria dos blocos. Com o intuito de causar uma perturbação no desempenho global dos indivíduos, no 2º, 10º e 24º blocos foi introduzida uma modificação no padrão gráfico. Nesses blocos, os estudantes reproduziram o padrão gráfico B (Figura A.2). É importante ressaltar que não foi imposta nenhuma restrição quanto ao tempo despendido com a tarefa. Ainda fizeram parte das instruções as seguintes recomendações:

- as reproduções devem ser as mais precisas possíveis tanto em relação à forma quanto em relação ao tamanho;
- os pontos iniciais e finais de cada traço devem estar bem claros;
- quando um erro for cometido, não se deve voltar para corrigi-lo. Deve-se apenas fazer a próxima reprodução de maneira correta.

Para a coleta dos dados, uma folha contendo espaço para 20 reproduções foi colada em uma mesa digitalizadora (“Quora” modelo QC-A4) sensível à pressão da caneta utilizada no estudo. Essa mesa estava ligada a uma interface conectada a um computador Macintosh (modelo Performa 630), de modo que as informações relativas a cada reprodução, de cada voluntário, foram transmitidas diretamente para o computador. Um “software” desenvolvido especialmente para a coleta e análise de dados desse estudo foi utilizado para gerenciar as informações. Esse programa calculou as medidas de desempenho utilizadas no estudo e as armazenou em planilhas *Excel*. A cada 20 tentativas, os participantes descansaram 50 segundos enquanto era substituída a folha de coleta e reinicializado o software utilizado.

3. Descrição das variáveis

As variáveis podem ser divididas em 3 grupos: medidas de desempenho global, medidas de variabilidade micro e medidas de variabilidade macro. A variabilidade micro corresponde à variabilidade existente na reprodução da figura como um todo. Já a variabilidade macro está relacionada com a variabilidade existente na construção dos traços da figura. Supondo, por exemplo, que um indivíduo realizasse apenas duas tentativas e gastasse o mesmo tempo para reproduzir o padrão gráfico, não haveria

variabilidade micro. Porém, haveria variabilidade macro desde que a pessoa consumisse quantidades de tempo diferentes, nas duas tentativas, para realizar um mesmo traço.

Antes da apresentação das variáveis, deve-se definir:

- Tempo total de movimento: soma dos tempos gastos (ms) na construção de cada um dos 10 traços;
- Tempo total de pausa: soma dos tempos gastos (ms) entre o término de um traço e o início de outro;
- Tamanho total: soma dos tamanhos (décimo de mm) de cada traço da figura;
- Velocidade: quociente entre o tamanho total e o tempo total de movimento (décimo de mm/ms).

3.1. Medidas de desempenho global

São calculadas as seguintes medidas de desempenho global:

- Média do tempo total de movimento (ms) nas 10 tentativas de um bloco;
- Média do tempo total de pausa (ms) nas 10 tentativas de um bloco;
- Média do tamanho total (décimo de mm) nas 10 tentativas de um bloco;
- Média da velocidade (décimo de mm/ms) nas 10 tentativas de um bloco.

3.2. Medidas de variabilidade micro

As medidas de variabilidade micro utilizadas no estudo são:

- Desvio padrão do tempo total de movimento (ms) nas 10 tentativas de um bloco;
- Desvio padrão do tempo total de pausa (ms) nas 10 tentativas de um bloco;
- Desvio padrão do tamanho total (décimo de mm) nas 10 tentativas de um bloco;
- Desvio padrão da velocidade (décimo de mm/ms) nas 10 tentativas de um bloco.

3.3. Medidas de variabilidade macro

Algumas das medidas de variabilidade macro dependem do conceito de desvio padrão relativo, que é a média dos desvios padrão de porcentagens. Por exemplo: para o tempo total de movimento calcula-se, inicialmente, em cada tentativa, a porcentagem do tempo total de movimento consumido em cada traço. Em seguida calcula-se, para cada traço, o desvio padrão das 10 porcentagens. O desvio padrão relativo do tempo total de movimento é a média dos 10 desvios padrão encontrados.

As medidas de variabilidade macro consideradas são:

- Desvio padrão relativo do tempo total de movimento (porcentagem);
- Desvio padrão relativo do tempo total de pausa (porcentagem);
- Desvio padrão relativo do tamanho total (porcentagem);
- Desvio padrão relativo da velocidade (porcentagem);
- Variabilidade do seqüenciamento: a partir de um registro inicial da ordem seqüencial dos traços, calcula-se o número de traços diferentes em cada localização, por blocos de 10 tentativas. Se o indivíduo utilizar sempre a mesma seqüência de traços, será obtido o valor 10 que será subtraído de 10 correspondendo ao valor final zero, que indicará máxima consistência no bloco. Esta medida expressa a consistência do seqüenciamento de cada sujeito.

4. Análise descritiva

Nos Gráficos B.1 a B.13 estão os “boxplots” (Bussab e Morettin (1987)) das observações dos 15 indivíduos para cada uma das variáveis por bloco. O objetivo de sua construção foi descobrir se a média é uma boa medida de tendência central para os dados. O Gráfico B.1 mostra um elevado número de valores discrepantes para a variável média do tempo total de pausa. Verifica-se também assimetria em alguns blocos, como no 14, por exemplo. Tudo isso faz com que a média seja bastante influenciada por alguns poucos valores e tenha, para essa variável, valores mais altos que uma medida de tendência central deve ter. As demais variáveis, embora possuam menor número de valores discrepantes, também contém problemas. Em todas elas, as

observações discrepantes e a assimetria são predominantemente para um mesmo lado, o que provoca um deslocamento na média. Outro problema é que o número de observações discrepantes por bloco não é o mesmo. Alguns terão maior influência delas e isso pode afetar as comparações entre os blocos. Além disso, em algumas variáveis há valores discrepantes bem distantes do máximo da variável naquele bloco. No Gráfico B.3, por exemplo, o bloco 23 da variável desvio padrão relativo do tempo total de pausa possui uma observação discrepante cuja magnitude é várias vezes a amplitude do bloco. Nesses casos, a influência deles na média é ainda maior. Baseado no que foi discutido, a conclusão a que se chegou foi que a média não é uma boa medida de tendência central para esses dados.

Após a conclusão de que não seria adequado utilizar a média para esses dados, havia duas opções. A primeira era tentar eliminar observações discrepantes do estudo de modo a tornar a média uma medida apropriada. A segunda era utilizar a mediana, já que esta é uma medida robusta às observações discrepantes. Para que a primeira alternativa fosse utilizada, o ideal seria que os valores discrepantes de diferentes blocos fossem, em sua maioria, dos mesmos sujeitos. Para verificar se isso ocorria, foram feitos gráficos de perfis dos indivíduos para as 13 variáveis (Gráficos C.1 a C.13). Pode-se ver que, em várias variáveis, as observações discrepantes são de sujeitos diferentes. Isso fica mais evidente no Gráfico C.2 da variável desvio padrão do tempo total de pausa. Nesse gráfico, os 4 maiores valores discrepantes são de 4 sujeitos diferentes. Para essa variável seria portanto impossível a retirada de indivíduos, já que não existe um sujeito discrepante e sim vários sujeitos que são discrepantes em alguns blocos. O Gráfico C.1 mostra que na variável média do tempo total de pausa há dois sujeitos discrepantes. Estes poderiam ser removidos. No entanto, não seria adequado remover sujeitos em algumas variáveis e utilizar a mediana em outras. Portanto, foi decidido que não seriam eliminados indivíduos e que a mediana seria utilizada como medida resumo para os dados.

Os Gráficos D.1 a D.13 mostram o perfil da mediana para cada uma das variáveis. Em cada bloco, de cada variável, está representado o intervalo de confiança para a mediana. As suposições para a construção desse intervalo são que as observações dentro de cada bloco são independentes e a distribuição da variável é

simétrica (Conover (1971)). Os intervalos de confiança mostram que, para todas as variáveis, a variabilidade entre os sujeitos é bastante grande. Porém, esses intervalos não indicam nada além disso. Através deles, não é possível fazer comparações entre blocos, já que os intervalos não levam em consideração a dependência existente entre os blocos.

Os Gráficos D.1, D.4, D.7 e D.10 mostram os perfis da mediana para as medidas de desempenho global. O comportamento das curvas fornece indícios de que o desempenho global melhora com a prática. O tempo total de movimento e o tempo total de pausa parecem decrescer e a velocidade parece aumentar, à medida que os indivíduos acumulam reproduções do padrão gráfico. O tamanho total parece diminuir durante os primeiros 14 blocos permanecendo aproximadamente constante nos demais blocos. Como o tamanho real dos padrões gráficos é 760 décimos de mm, parece haver, quanto a essa variável, uma queda no desempenho com a prática, já que a mediana tem valor próximo ao real no início do experimento e decresce durante a primeira sessão.

Os perfis da mediana para as medidas de variabilidade micro são apresentados nos Gráficos D.2, D.5, D.8 e D.11. Eles fornecem indícios de que a variabilidade micro diminui com a prática para o tempo total de pausa e o tempo total de movimento. Para a velocidade, a variabilidade micro parece aumentar. Já no tamanho parece não haver modificações na variabilidade micro durante todo o experimento.

Os Gráficos D.3, D.6, D.9, D.12 e D.13 mostram os perfis da mediana para as medidas de variabilidade macro. Eles parecem indicar que a variabilidade macro, para a maioria das variáveis, diminui à medida que os indivíduos acumulam reproduções do padrão gráfico. Isso ocorre para o tempo total de movimento, o tempo total de pausa e o seqüenciamento. Para a velocidade, a variabilidade macro parece aumentar, enquanto que para o tamanho há indícios de um comportamento constante.

Os gráficos de perfis da mediana mostram indícios de que, para a maioria das variáveis, não há influência dos ruídos no desempenho mediano dos indivíduos. Alguns ruídos, como o 3º da variável média do tempo total de pausa (Gráfico D.1) e o 2º do desvio padrão do tempo total de pausa (Gráfico D.2), parecem exercer uma leve

influência no desempenho dos sujeitos. Porém, a maioria dos blocos com introdução de ruído parece se comportar como um bloco padrão.

Para a maioria das variáveis, há indícios de que a mudança de sessão afeta o desempenho dos indivíduos. Nos Gráficos D.1 e D.4, por exemplo, o 15º bloco apresenta um desempenho mediano bem inferior ao do 14º. Em algumas variáveis, como o desvio padrão do tamanho total (Gráfico D.8), essa influência parece não ocorrer. Porém, a sessão a que o bloco pertence (primeira ou segunda) deverá ser considerada na análise inferencial, pois essa variável parece ter influência no desempenho dos sujeitos, na maioria das variáveis.

5. Análise inferencial

Nesta seção foi aplicada uma técnica inferencial com o objetivo de confirmar as conclusões da análise descritiva. A técnica estatística utilizada foi a de regressão com resíduos correlacionados (Neter et al. (1996)). Os parâmetros foram estimados através do método “back forecasting” (Box et al. (1994)).

Para a mediana de cada uma das 13 variáveis foi ajustado um modelo. As variáveis preditoras utilizadas foram: bloco, sessão, ruído 1, ruído 2 e ruído 3. As 4 últimas são variáveis “dummy” (assumem apenas os valores 0 e 1). A variável sessão assume o valor 0 para as observações que pertencem à primeira sessão e 1 para aquelas que pertencem à segunda sessão. As variáveis relacionadas ao ruído assumem 1 no bloco em que ele ocorreu e 0 nos demais blocos.

Pelo fato das observações serem provenientes da mediana dos mesmos indivíduos avaliados nos 28 blocos, é razoável esperar que haja correlação entre os resíduos. Por isso, foi ajustado para eles uma estrutura de correlação AR (2) (Box et al. (1994)). Em algumas variáveis verificou-se que essa estrutura não era adequada. Nesses casos, foram introduzidos outros modelos para os resíduos. Em outras variáveis, foi retirada a estrutura de correlação para os resíduos, pois foi observado que eles podiam ser considerados independentes.

Para cada uma das 13 medianas o modelo inicial ajustado foi:

$$x_t = \alpha_0 + \beta t + \alpha_{1t} \text{ruído1} + \alpha_{2t} \text{ruído2} + \alpha_{3t} \text{ruído3} + \alpha_{4t} \text{sessão} + v_t$$

$$v_t = \phi_1 v_{t-1} + \phi_2 v_{t-2} + \varepsilon_t$$

onde:

x_t é a mediana de uma das 13 variáveis no bloco t ;

α_0 é a constante do modelo;

β é a variação média na mediana quando aumenta-se o bloco em uma unidade;

α_{1t} é a variação média na mediana ocorrida no bloco do ruído 1;

α_{2t} é a variação média na mediana ocorrida no bloco do ruído 2;

α_{3t} é a variação média na mediana ocorrida no bloco do ruído 3;

α_{4t} é a variação média na mediana ocorrida na mudança de sessão;

v_t é o resíduo do modelo no bloco t modelado por um AR(2);

ϕ_1 e ϕ_2 são os coeficientes do modelo para os resíduos;

t é o bloco;

$\varepsilon_t \sim \text{Normal}(0, \sigma^2)$ independentes.

A partir do modelo inicial foram retiradas, uma a uma, as variáveis cujos coeficientes não eram significantes. Ao final do processo, obteve-se, para cada variável, um modelo final. A ausência de uma variável nesse modelo indica que ela não influencia na variável resposta. Os ajustes finais obtidos podem ser encontrados nos Gráficos E.1 a E.13. As estimativas para os parâmetros do modelo final, assim como seus erros padrão e níveis descritivos estão nas Tabelas F.1 a F.13.

Para que os resultados finais sejam válidos, é necessário que o resíduo ε_t satisfaça as hipóteses de normalidade, homocedasticidade (variância constante) e independência. Para verificar se as suposições foram satisfeitas, foram construídos gráficos de resíduos para o modelo final. No gráfico dos resíduos em função do bloco (Gráficos G.1 a G.13), a homocedasticidade é aceita quando a dispersão dos pontos não se altera significativamente quando se varia o bloco. A suposição de independência é satisfeita quando as autocorrelações observadas no gráfico de autocorrelação

(Gráficos H.1 a H.13) estão dentro da faixa vermelha tracejada. O gráfico de probabilidade normal (Gráficos I.1 a I.13) traz evidências de que o resíduo tem distribuição normal quando seus pontos estão próximos de uma reta. Para a maioria dos modelos finais, as suposições para os resíduos estão satisfeitas. Em alguns poucos modelos, parece haver um leve desvio nas suposições. Pelo fato dos níveis descritivos dos testes desses modelos não estarem próximos de 5% e, levando-se em conta que não houve fortes desvios de suposições, os resultados encontrados para essas variáveis também são válidos. Nas seções seguintes são discutidos os modelos finais que foram obtidos.

5.1. Medidas de desempenho global

Todas as medianas das medidas de desempenho global apresentaram comportamento não constante durante o experimento. A mediana da média do tamanho total, da média do tempo total de movimento e da média do tempo total de pausa apresentaram tendência decrescente ($p < 0,003$). Para a mediana da média da velocidade foi observada uma tendência crescente ($p < 0,001$). Para a média do tamanho, a mediana tinha no início do experimento um valor próximo ao verdadeiro (760 décimos de mm). Como foi observada uma tendência de decréscimo ($p = 0,002$), pode-se dizer que, quanto a essa variável, o desempenho global dos indivíduos piora com a prática. Em relação às demais variáveis, o desempenho global melhorou, já que ocorreu diminuição na mediana da média dos tempos total de movimento e de pausa, e aumento na mediana da média da velocidade.

A influência dos ruídos foi observada em apenas duas variáveis. Na variável média do tempo total de pausa, houve uma mudança no comportamento da mediana nos ruídos 1 e 3 ($p < 0,001$). As estimativas dos coeficientes dos ruídos mostram que o primeiro ruído provocou um decréscimo de 776,9 ms na mediana, enquanto o terceiro acarretou um acréscimo de 718,7 ms. O primeiro ruído provocou portanto uma melhora de desempenho. Na variável média do tamanho total foi observado, no ruído 1, um decréscimo de 38,5 décimos de mm na mediana ($p = 0,003$).

A influência da mudança de sessão foi observada nas 4 variáveis ($p < 0,010$). Ela provocou uma queda no desempenho global em relação à média do tempo total de pausa, à média do tempo total de movimento e à média da velocidade. Na média do tamanho foi observada uma melhora no desempenho, já que a mudança de sessão provocou um acréscimo na mediana da média do tamanho total, que aproximou o valor observado ao tamanho real da figura.

5.2. Medidas de variabilidade micro

As medianas do desvio padrão do tempo total de pausa e do desvio padrão do tempo total de movimento apresentaram tendência decrescente ($p < 0,001$). Isso indica que, em relação à essas variáveis, a variabilidade micro diminui com a prática. Em relação à velocidade, a variabilidade micro aumenta ($p < 0,001$) à medida que os indivíduos acumulam reproduções do padrão gráfico. Para a mediana do desvio padrão do tamanho total não foi observada tendência.

Das 4 medidas de variabilidade micro, apenas o desvio padrão do tempo total de movimento sofreu influência do ruído. No primeiro ruído ocorreu um decréscimo de 140,5 ms ($p = 0,013$) na mediana, enquanto os demais ruídos se comportaram como um bloco comum.

Foi observada influência da mudança de sessão na mediana do desvio padrão do tamanho total ($p = 0,018$), do tempo total de pausa ($p = 0,002$) e do tempo total de movimento ($p = 0,016$). Na primeira variável, a mudança de sessão provocou um decréscimo na mediana, enquanto nas outras duas houve um acréscimo. A mediana do desvio padrão da velocidade não apresentou comportamento diferente nas duas sessões.

5.3. Medidas de variabilidade macro

Serão discutidos nesta seção os resultados para as medianas dos desvios padrão relativos. A variabilidade do seqüenciamento será abordada na seção seguinte.

Para a mediana das medidas de tempo, foi observado um comportamento decrescente ($p < 0,001$), enquanto a mediana do desvio padrão relativo da velocidade apresentou tendência crescente ($p < 0,001$). A medida de variabilidade macro do tamanho total teve comportamento constante.

Apenas o primeiro ruído se comportou de forma diferente dos demais blocos, na mediana do desvio padrão relativo do tamanho total ($p = 0,013$). Ele provocou um acréscimo de 0,14 na mediana. Nas demais variáveis não foi observada influência de ruídos.

A mudança de sessão provocou uma mudança no comportamento da mediana no desvio padrão relativo do tamanho total ($p = 0,004$). As demais variáveis não sofreram influência da mudança de sessão. Isso mostra que as medidas de variabilidade macro são menos afetadas por essa mudança que as demais medidas.

5.4. Variabilidade do seqüenciamento

A mediana da variabilidade do seqüenciamento, por se tratar de uma variável discreta, não produziu um bom ajuste, ao ser aplicada a mesma modelagem utilizada para as demais variáveis. Pelo fato do perfil da mediana dessa variável apresentar comportamento bastante diferente em cada uma das duas sessões, foi utilizada regressão em duas fases (Pait (1979)). Esta técnica permite que a variável seja modelada por funções distintas nas duas sessões.

Foi observada uma tendência decrescente na primeira sessão ($p < 0,001$) e um comportamento constante igual a 0,45, na segunda. Para a primeira sessão foi estimado que, em média, a mediana da variabilidade do seqüenciamento decresce 0,49 por bloco. A mudança de sessão e os ruídos não influenciaram essa variável.

6. Conclusões

A análise estatística mostrou que o desempenho global dos alunos da Escola de Educação Física e Esporte da USP, na reprodução do padrão gráfico apresentado,

melhora com a prática, em relação ao tempo total de pausa, ao tempo total de movimento e à velocidade e piora em relação ao tamanho total.

As variabilidades micro e macro existentes na reprodução do padrão gráfico aumentam em relação à velocidade e diminuem em relação às demais variáveis.

Os ruídos, em geral, pouco afetam o desempenho global e as medidas de variabilidade dos indivíduos, já que dos 39 ruídos apenas 5 tiveram comportamento diferente de um bloco comum. Já a mudança de sessão afeta-os em relação a maioria das variáveis, apresentando pequena influência apenas nas medidas de variabilidade macro.

Apêndice A

Padrões gráficos reproduzidos pelos indivíduos

Figura A.1 Padrão gráfico A

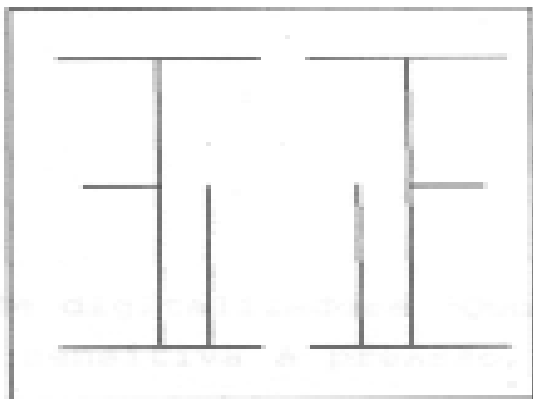
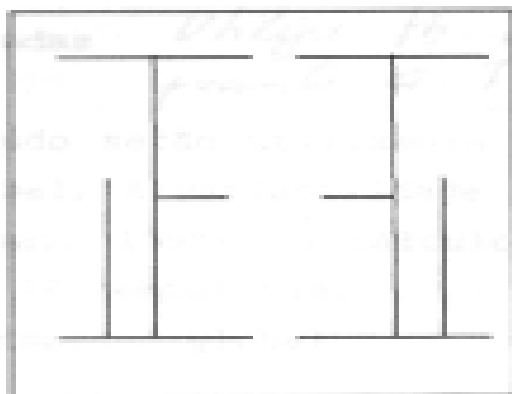


Figura A.2 Padrão gráfico B



Apêndice B

“Boxplots”

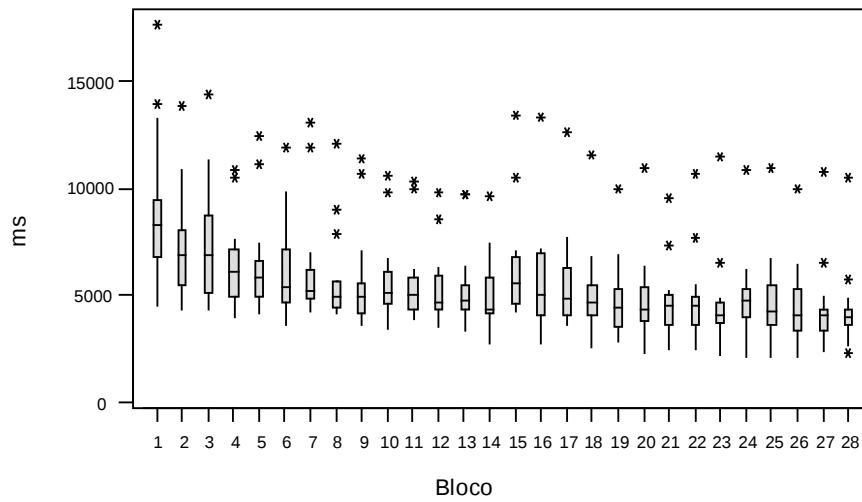
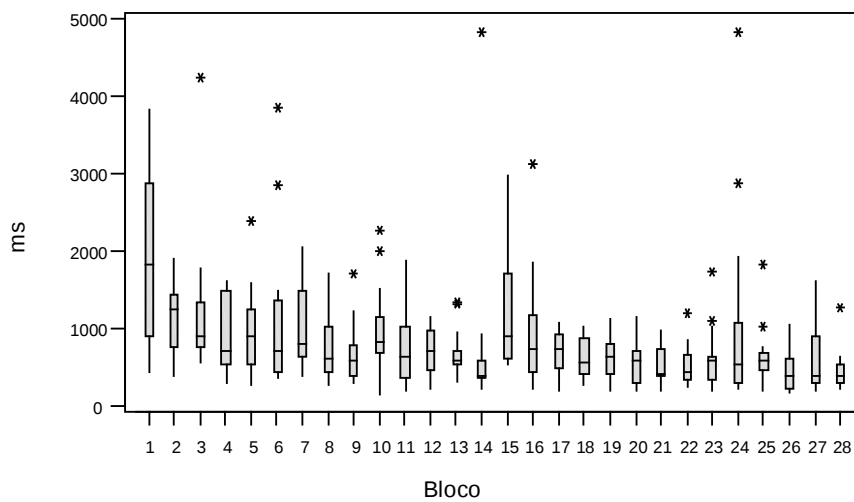
Gráfico B.1. Boxplots da média do tempo total de pausa**Gráfico B.2.** Boxplots do desvio padrão do tempo total de pausa

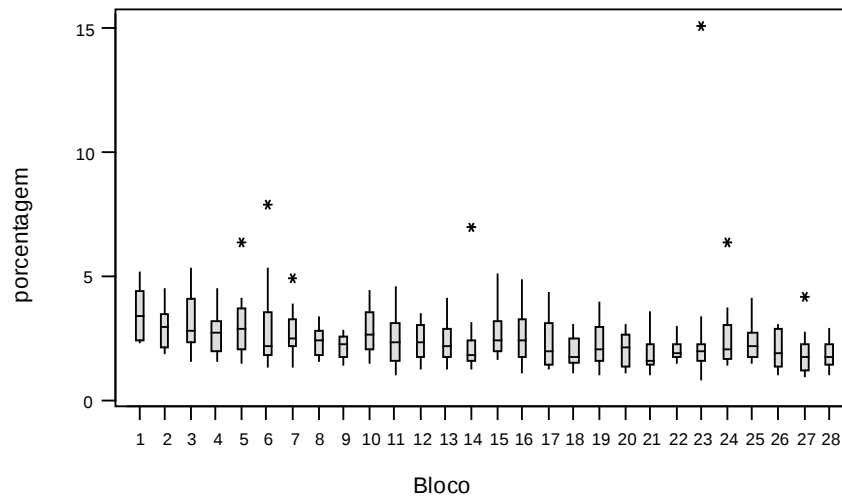
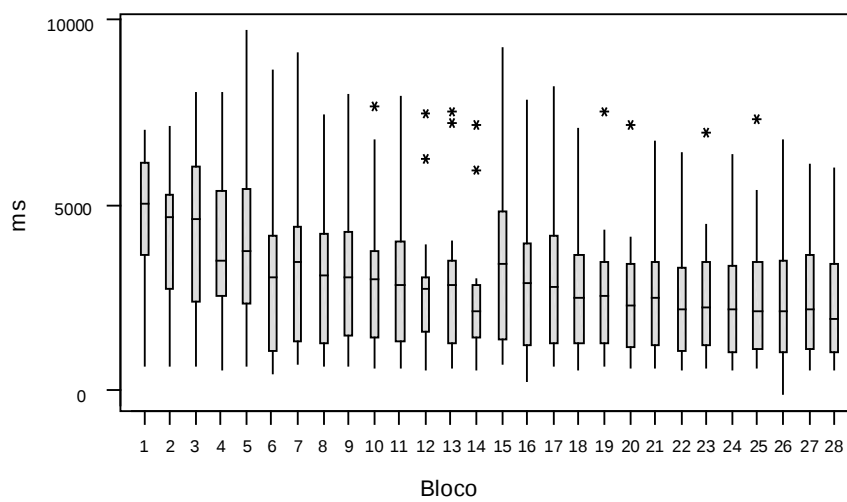
Gráfico B.3. Boxplots do desvio padrão relativo do tempo total de pausa**Gráfico B.4.** Boxplots da média do tempo total de movimento

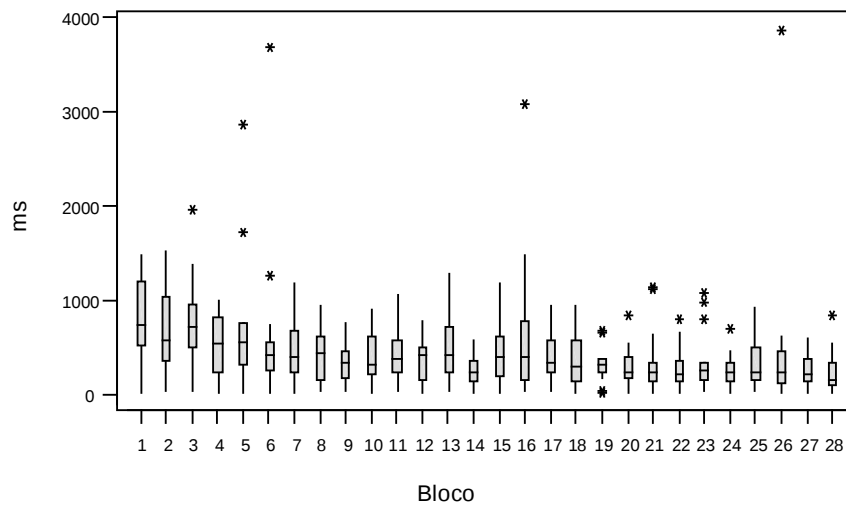
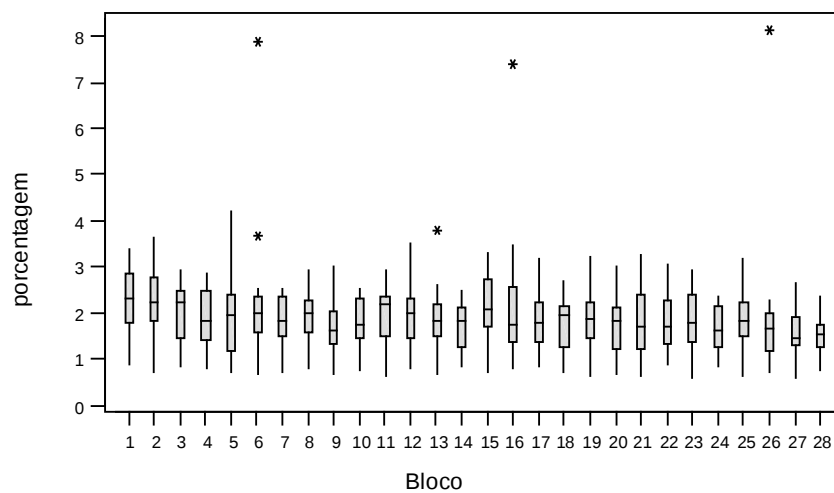
Gráfico B.5. Boxplots do desvio padrão do tempo total de movimento**Gráfico B.6.** Boxplots do desvio padrão relativo do tempo total de movimento

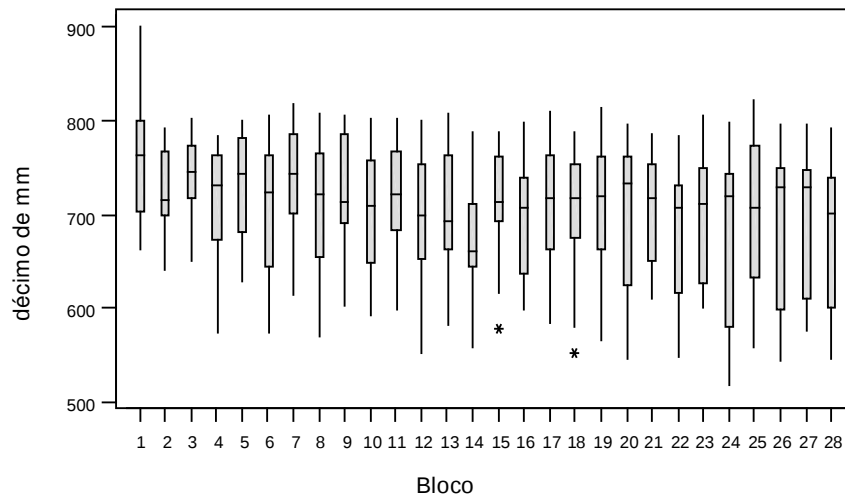
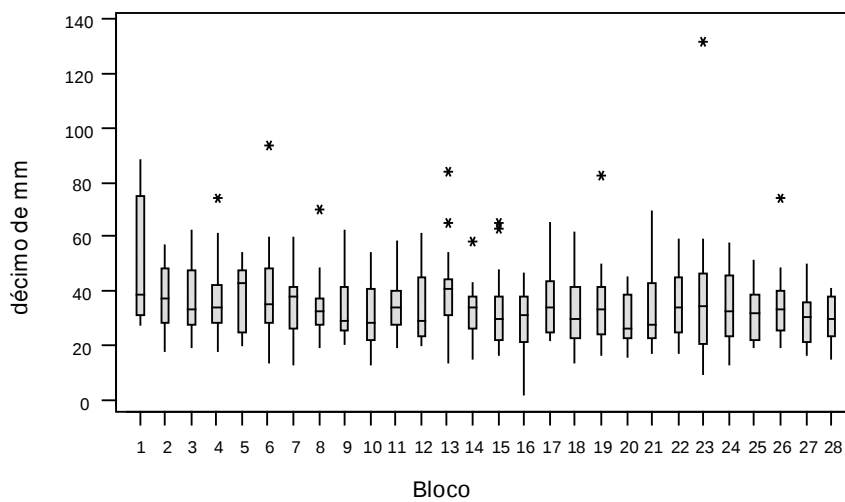
Gráfico B.7. Boxplots da média do tamanho total**Gráfico B.8.** Boxplots do desvio padrão do tamanho total

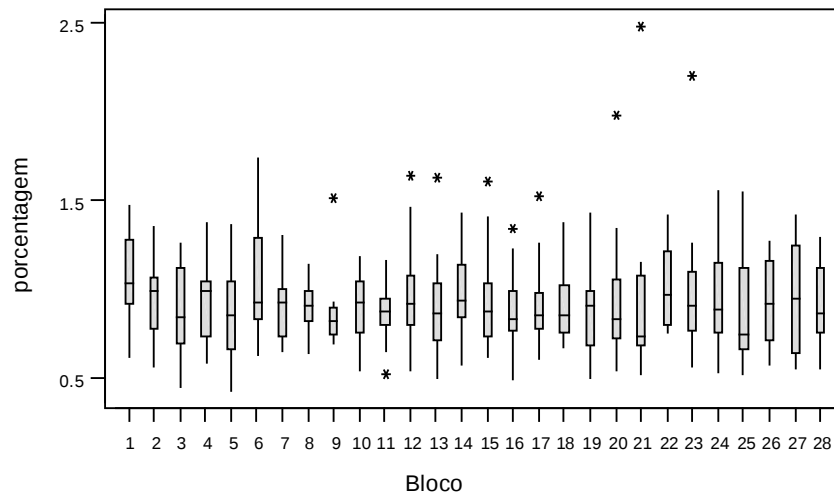
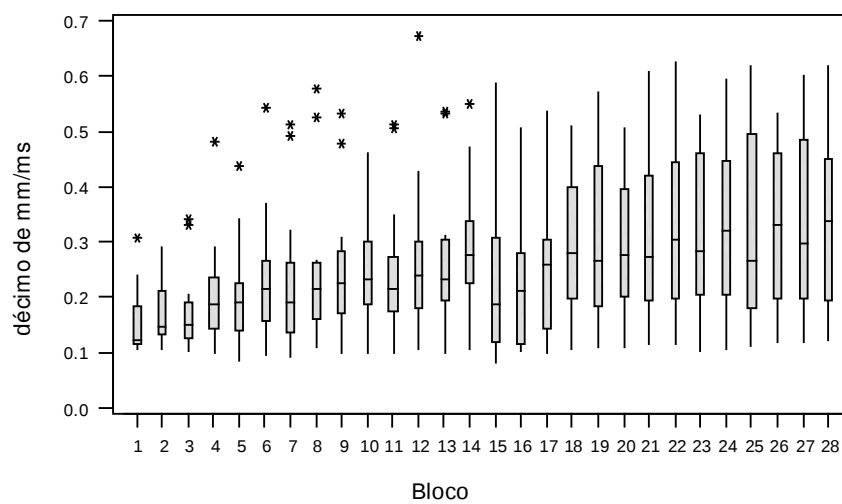
Gráfico B.9. Boxplots do desvio padrão relativo do tamanho total**Gráfico B.10.** Boxplots da média da velocidade

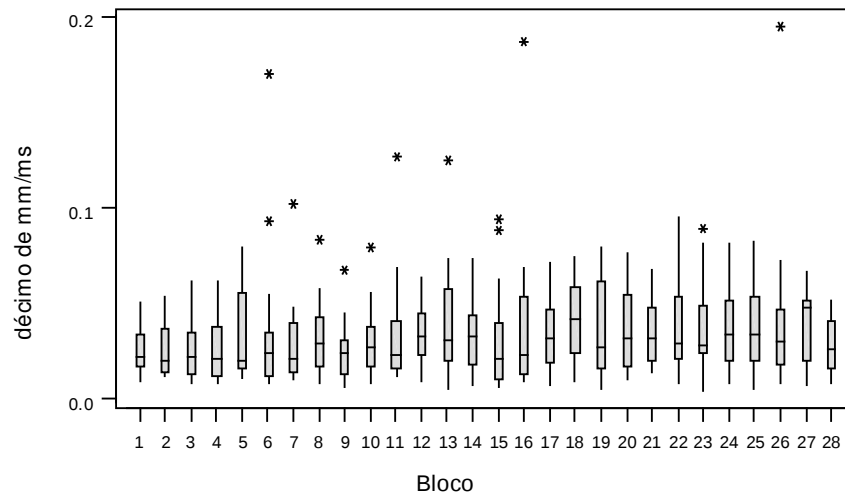
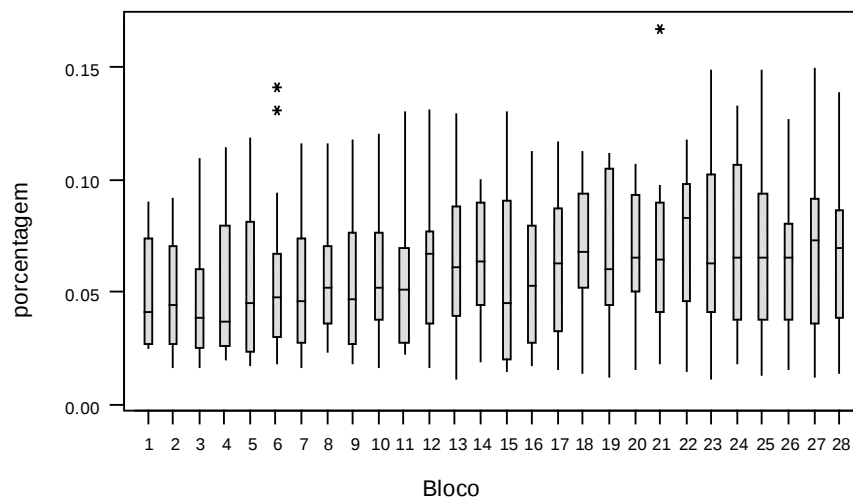
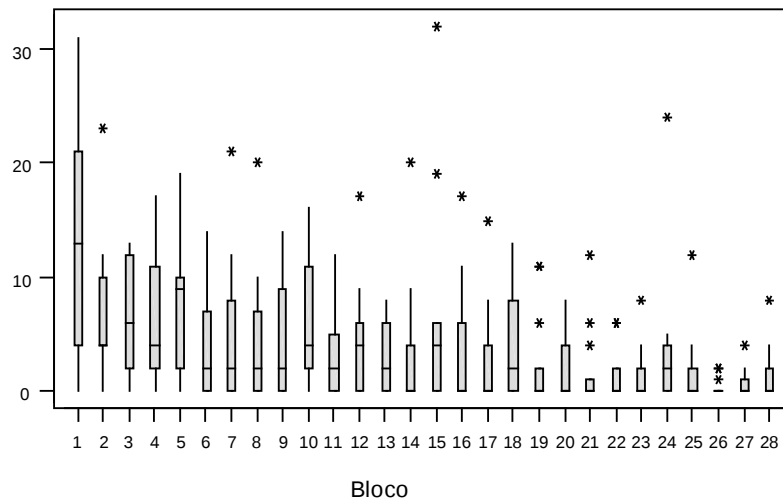
Gráfico B.11. Boxplots do desvio padrão da velocidade**Gráfico B.12.** Boxplots do desvio padrão relativo da velocidade

Gráfico B.13. Boxplots da variabilidade do seqüenciamento

Apêndice C

Gráfico de perfis dos indivíduos

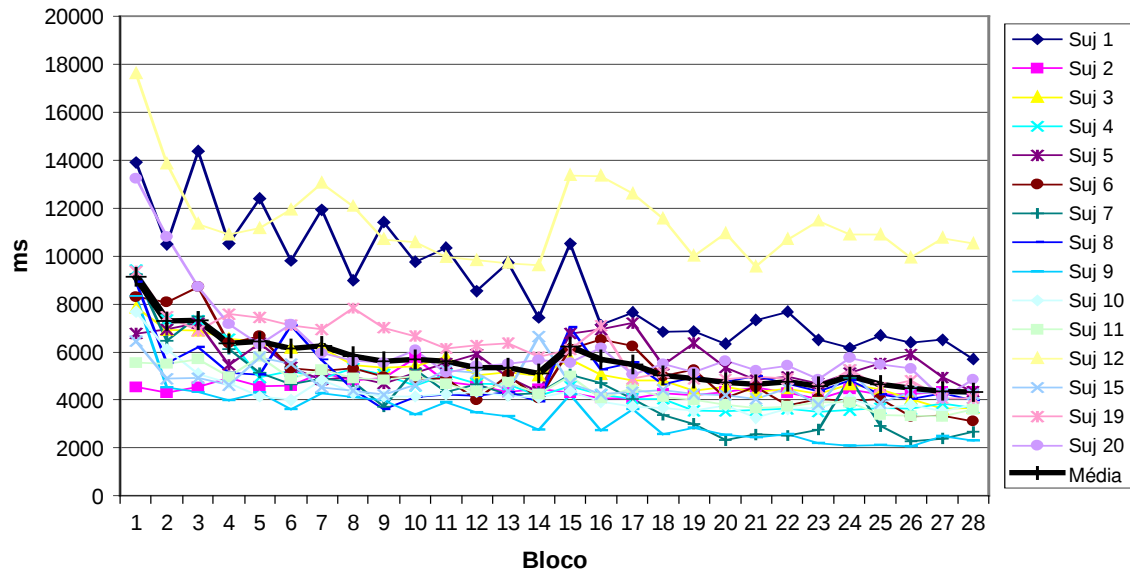
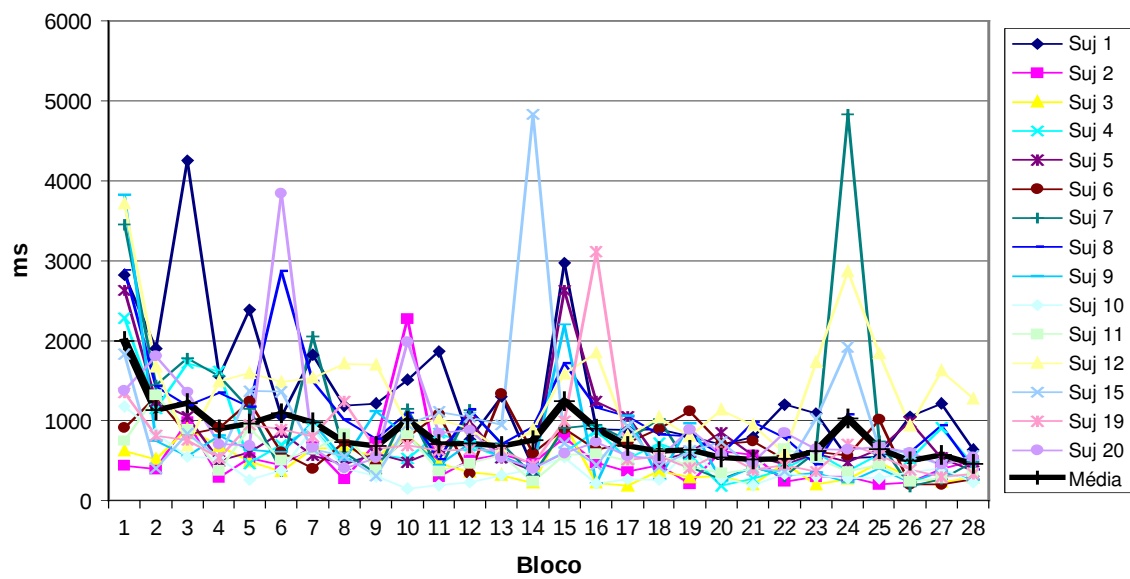
Gráfico C.1. Média do tempo total de pausa**Gráfico C.2.** Desvio padrão do tempo total de pausa

Gráfico C.3. Desvio padrão relativo do tempo total de pausa

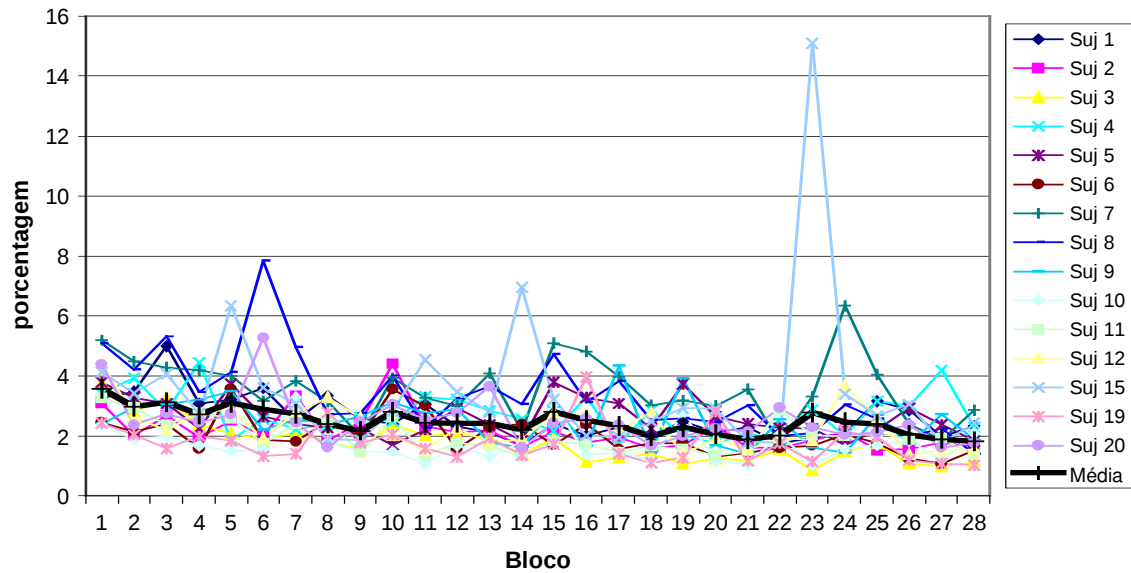


Gráfico C.4. Média do tempo total de movimento

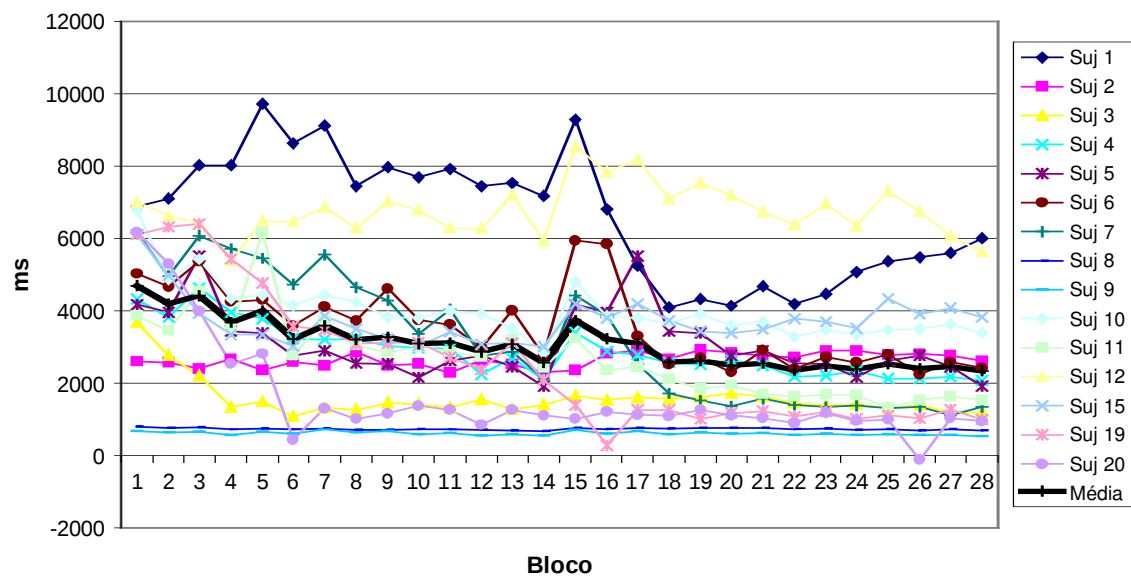
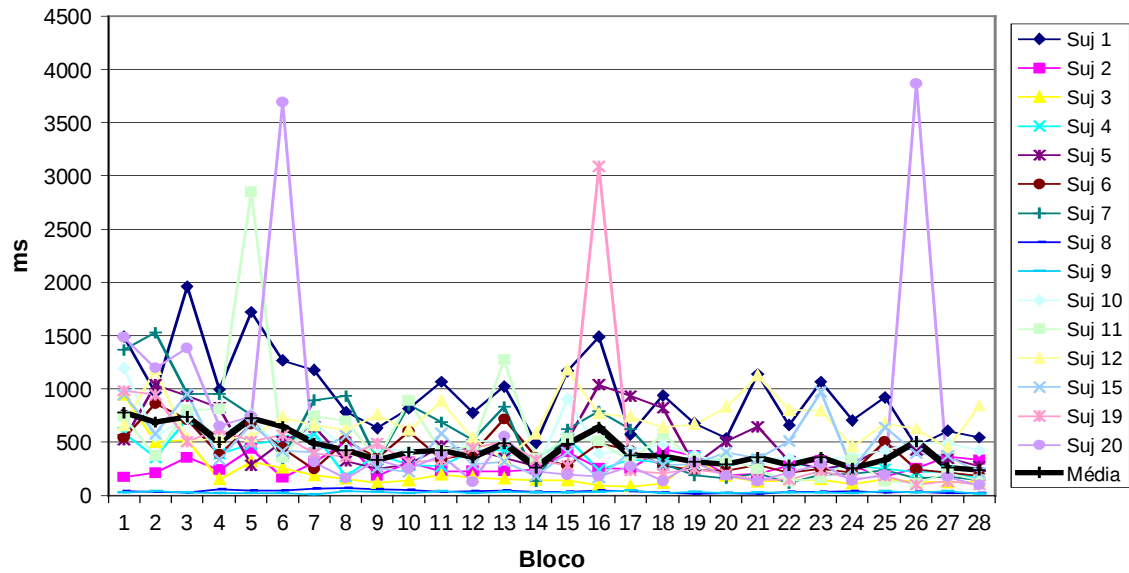
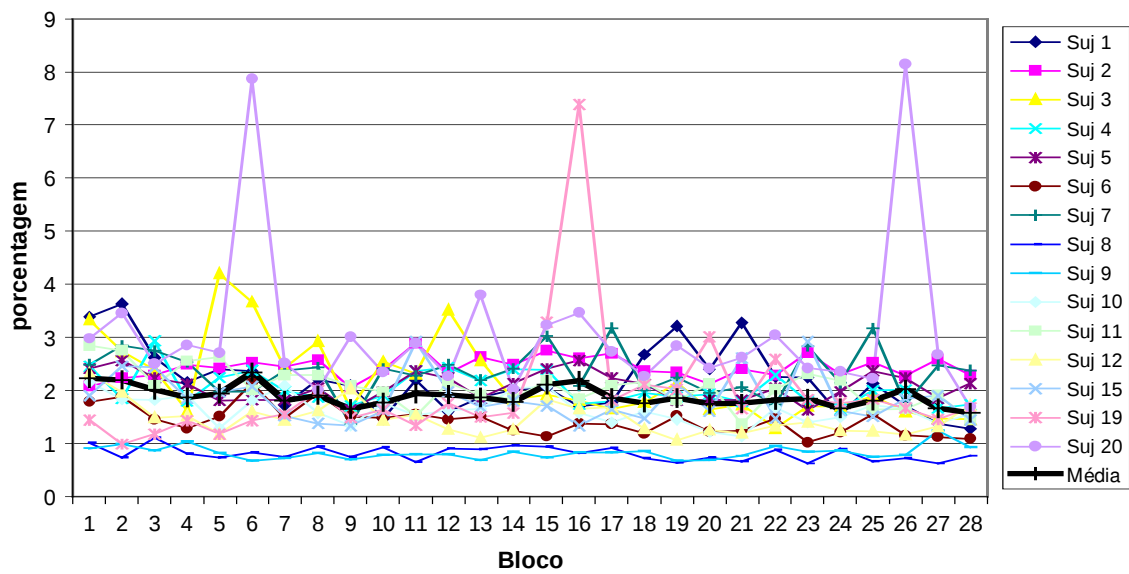


Gráfico C.5. Desvio padrão do tempo total de movimento**Gráfico C.6.** Desvio padrão relativo do tempo total de movimento

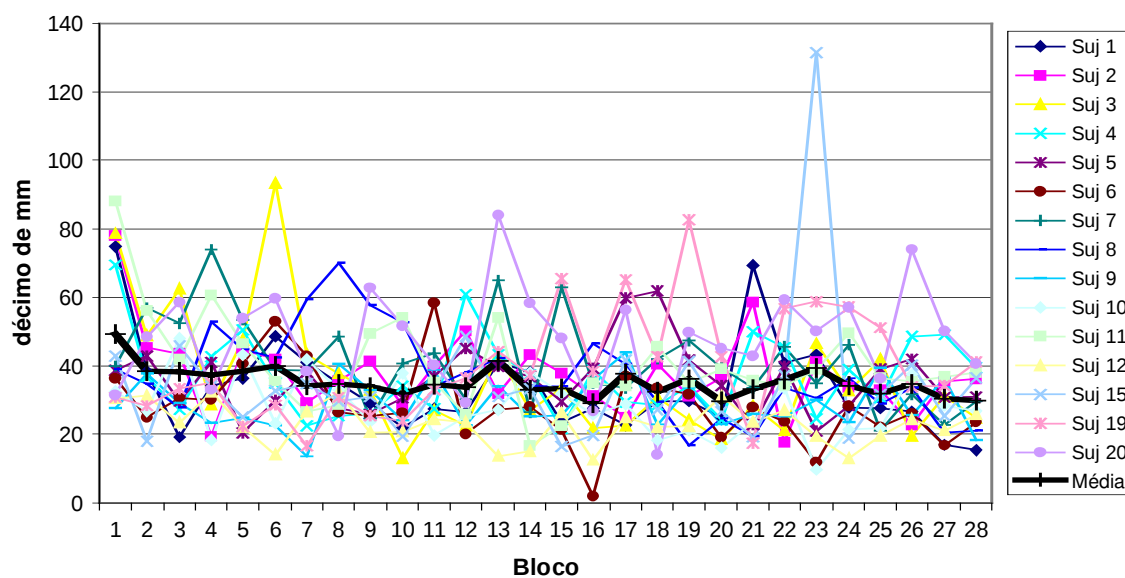
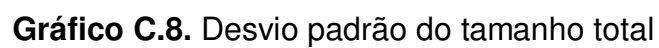


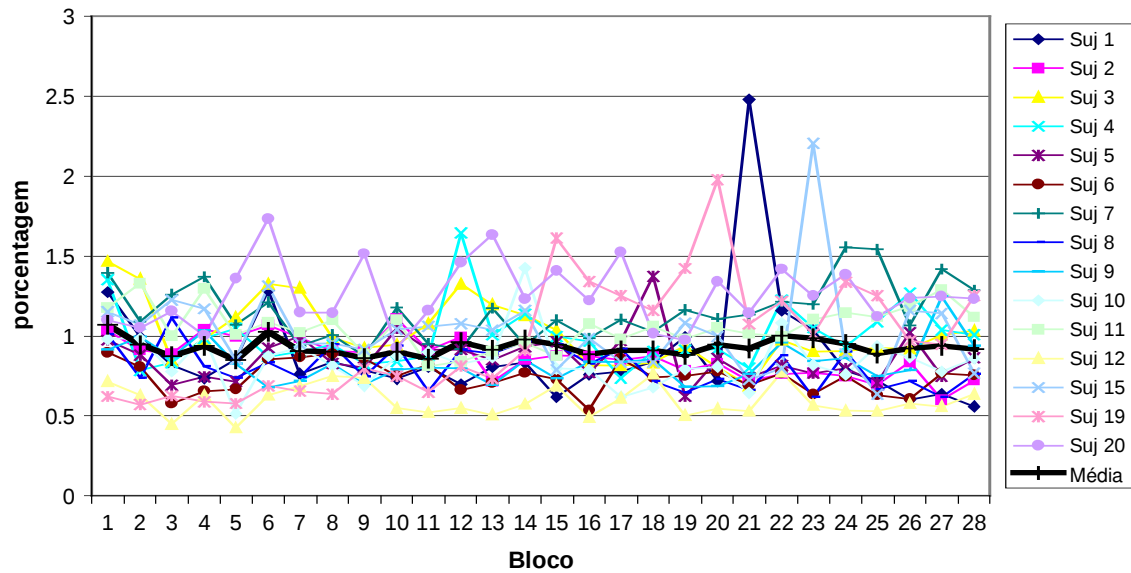
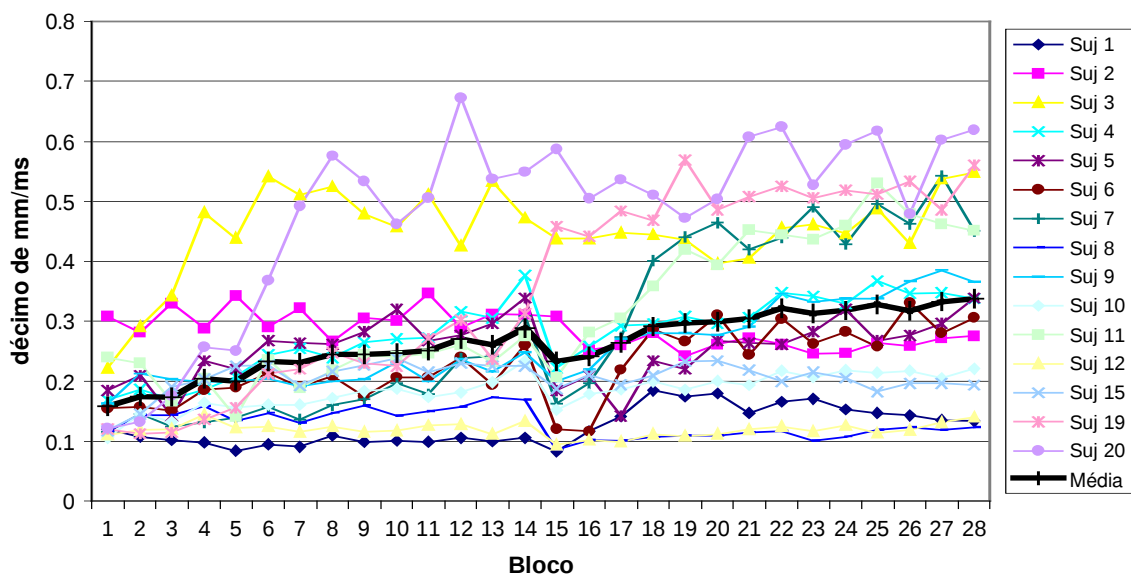
Gráfico C.9. Desvio padrão relativo do tamanho total**Gráfico C.10.** Média da velocidade

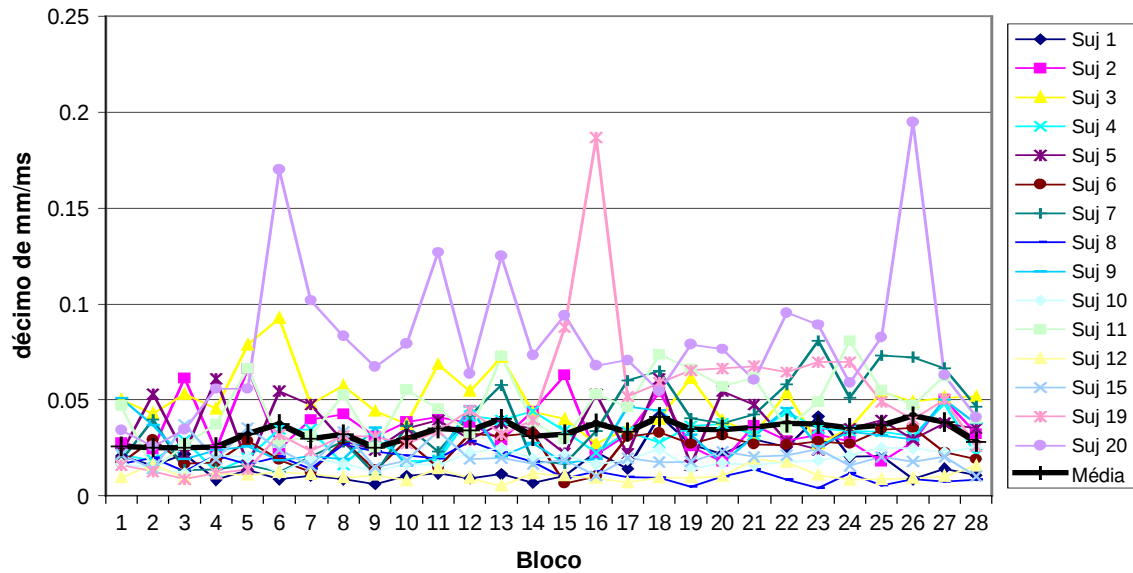
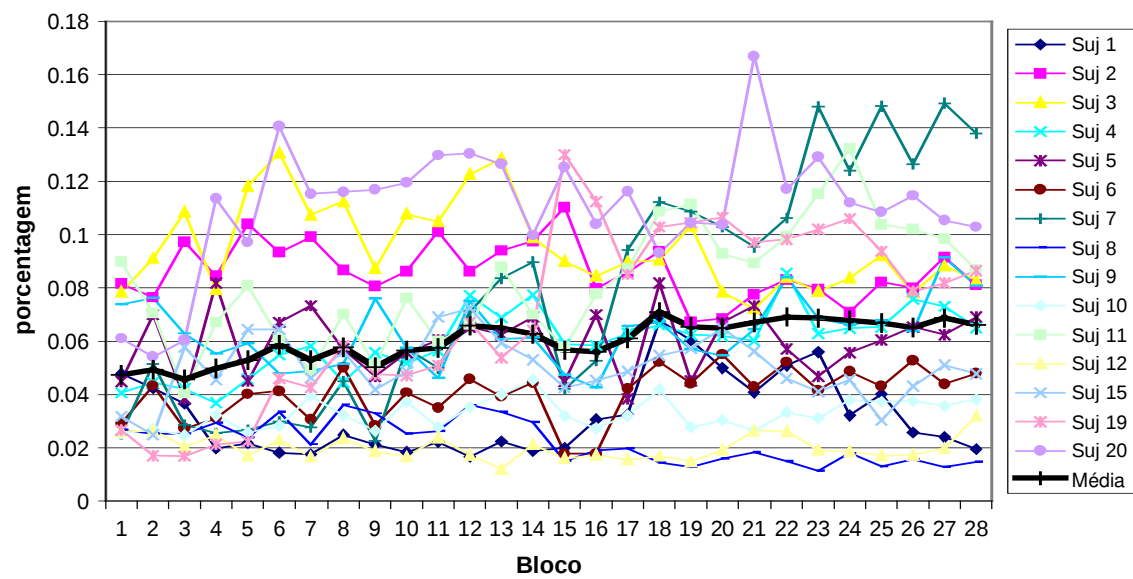
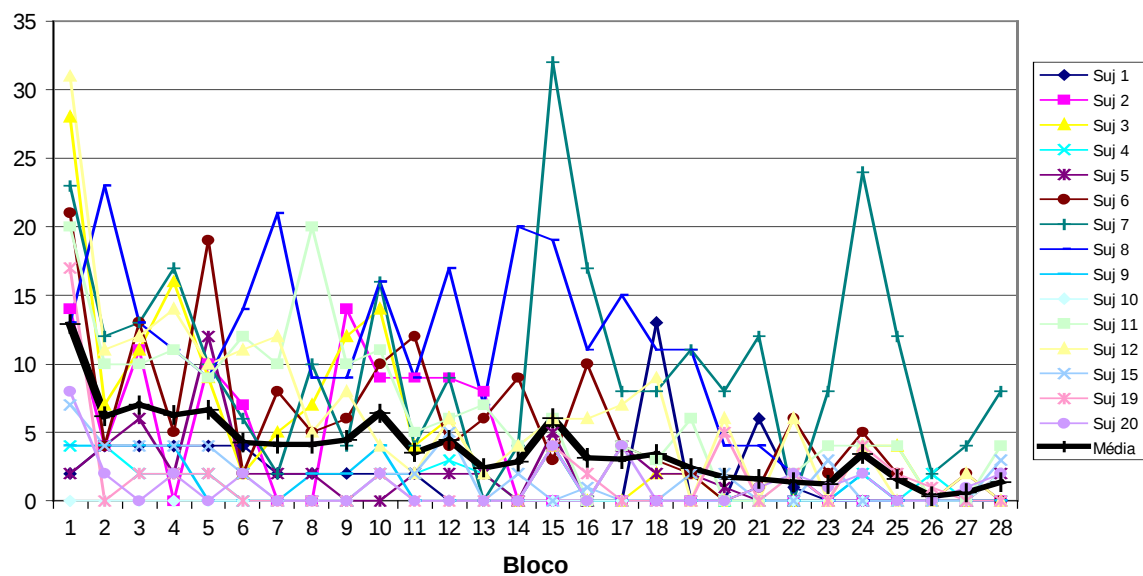
Gráfico C.11. Desvio padrão da velocidade**Gráfico C.12. Desvio padrão relativo da velocidade**

Gráfico C.13. Variabilidade do seqüenciamento



Apêndice D

Gráficos de perfis para a mediana

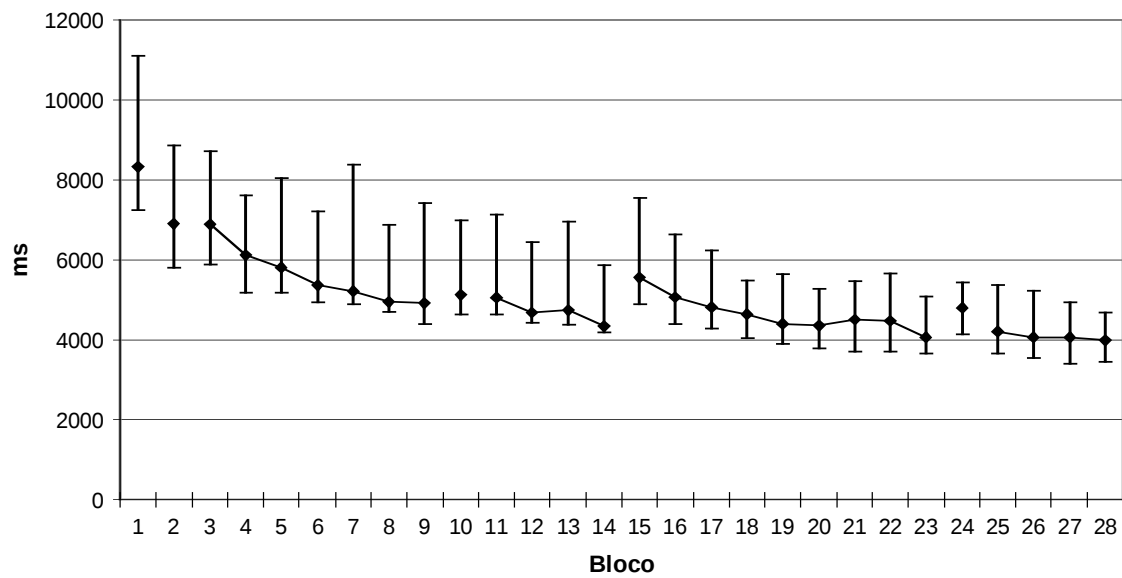
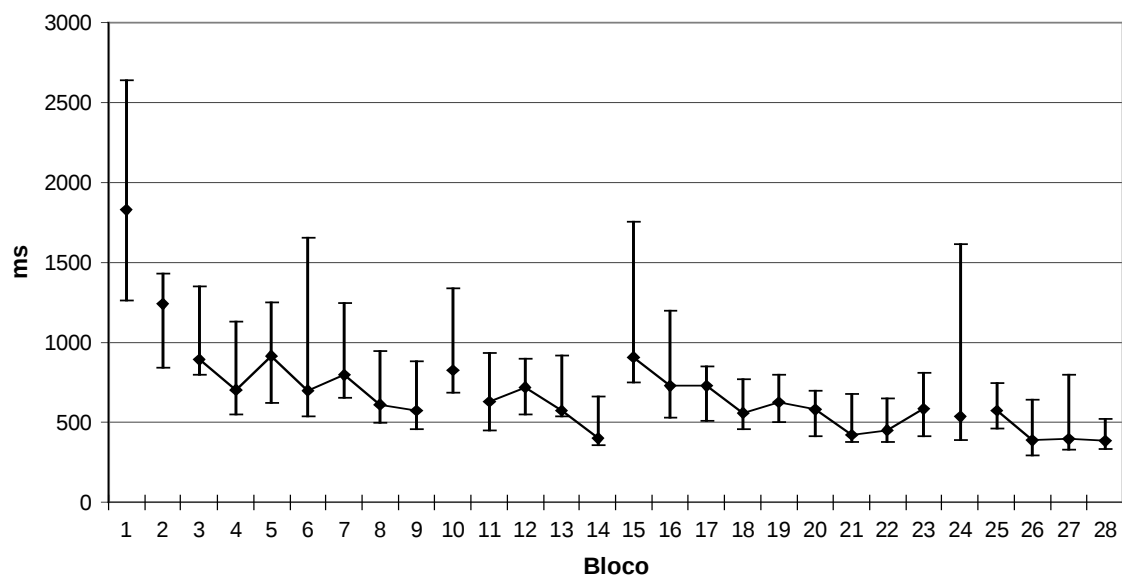
Gráfico D.1. Mediana da variável média do tempo total de pausa**Gráfico D.2.** Mediana da variável desvio padrão do tempo total de pausa

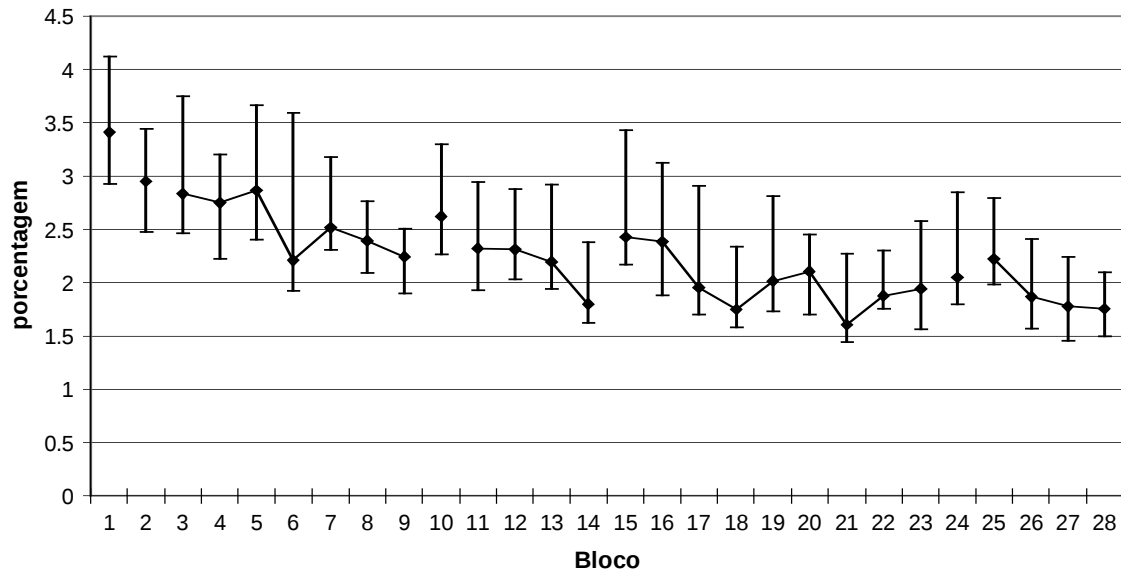
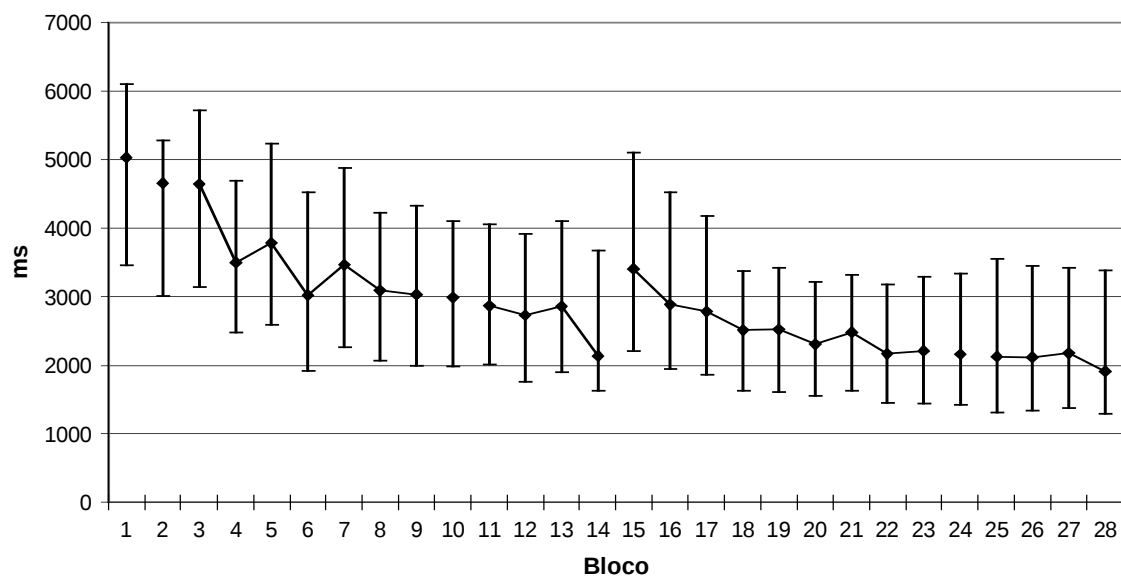
Gráfico D.3. Mediana da variável desvio padrão relativo do tempo total de pausa**Gráfico D.4.** Mediana da variável média do tempo total de movimento

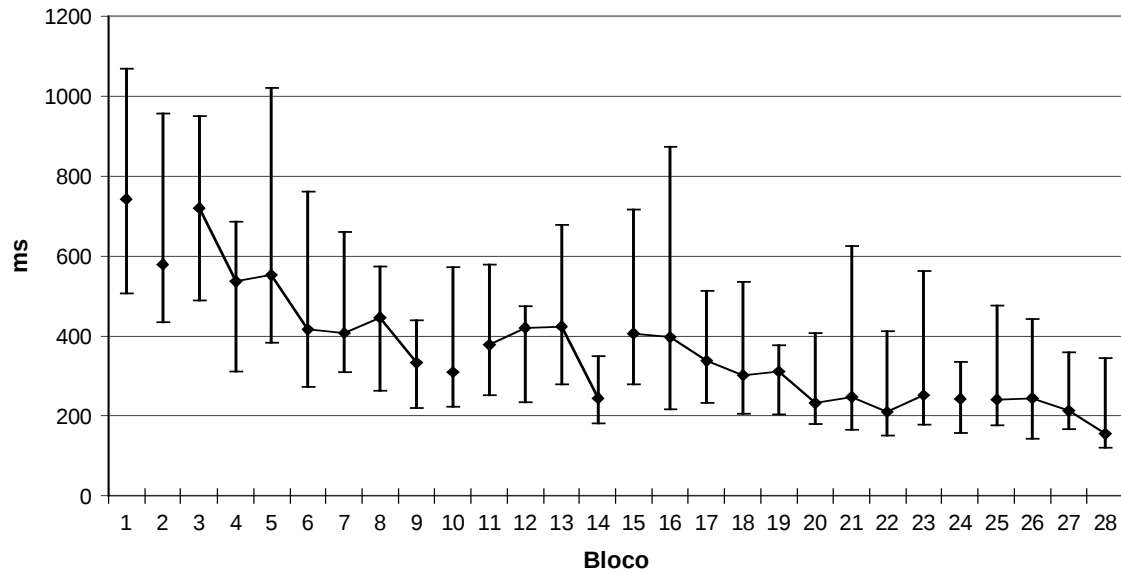
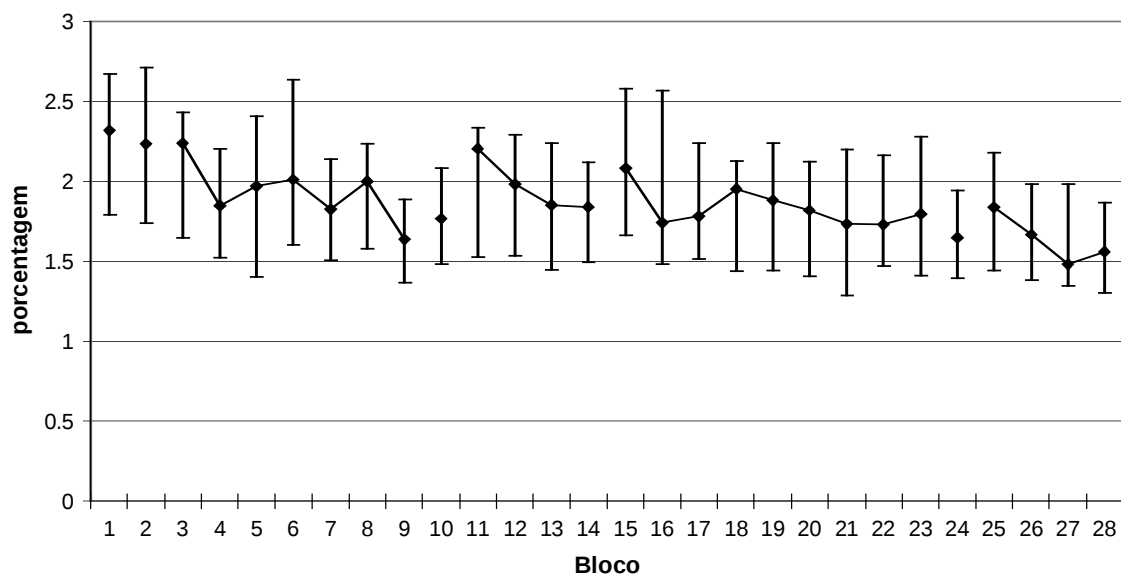
Gráfico D.5. Mediana da variável desvio padrão do tempo total de movimento**Gráfico D.6.** Mediana da variável desvio padrão relativo do tempo total de movimento

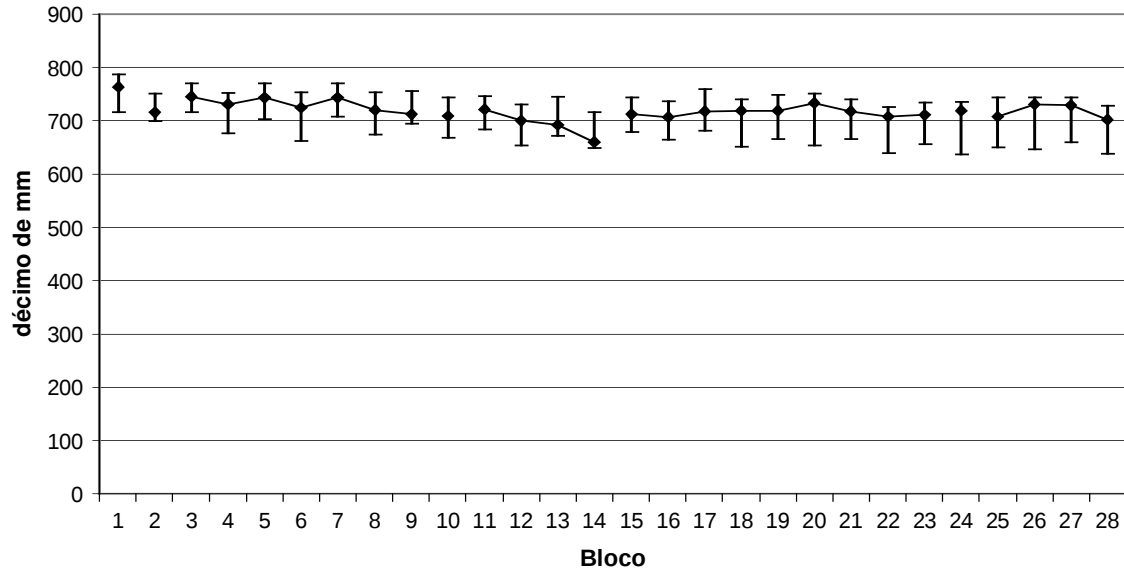
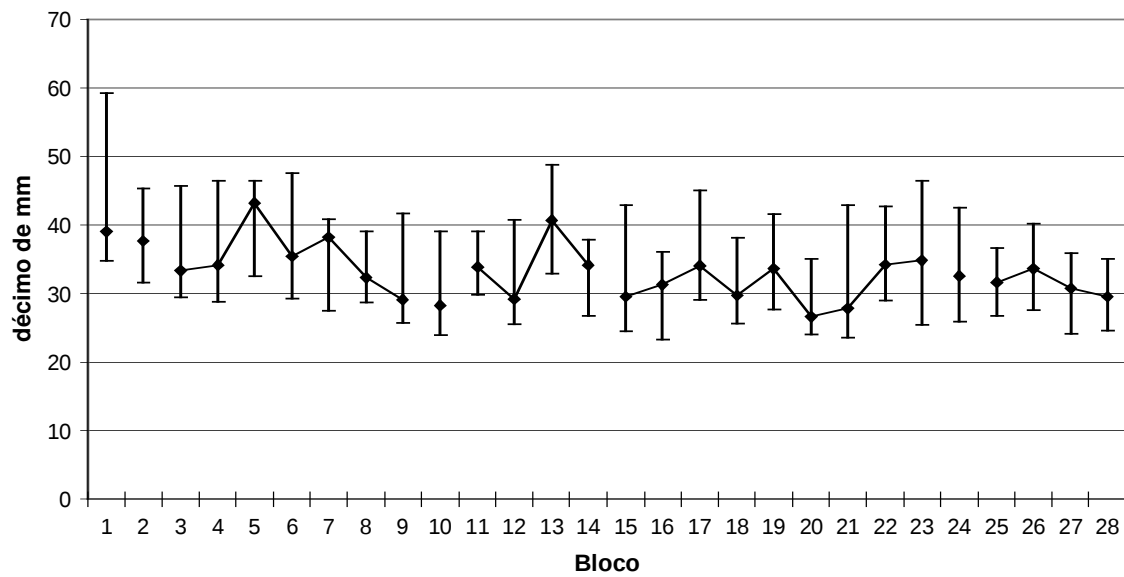
Gráfico D.7. Mediana da variável média do tamanho total**Gráfico D.8.** Mediana da variável desvio padrão do tamanho total

Gráfico D.9. Mediana da variável desvio padrão relativo do tamanho total

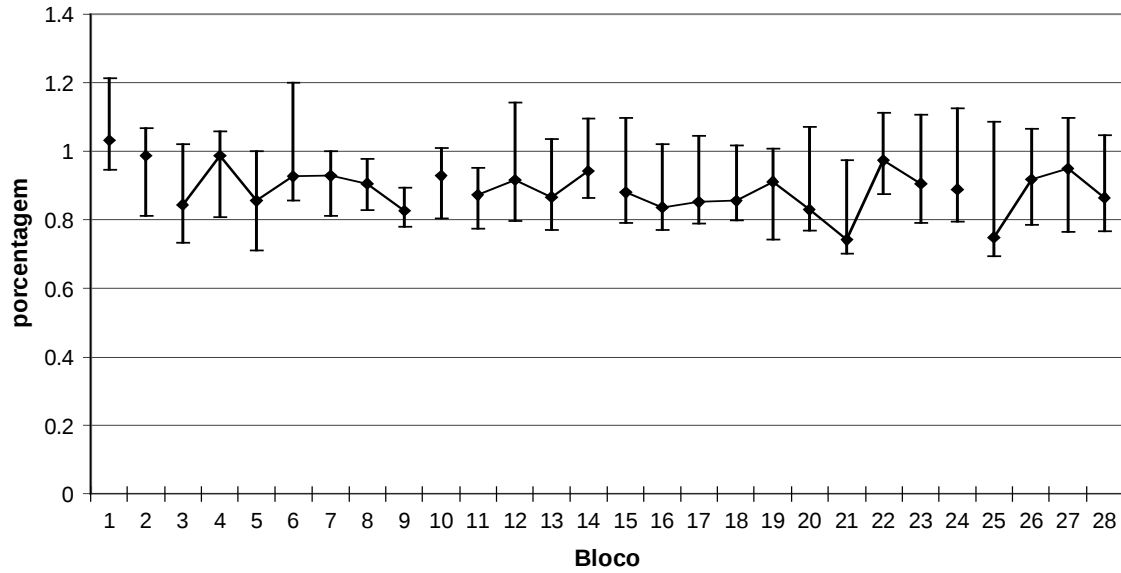


Gráfico D.10. Mediana da variável média da velocidade

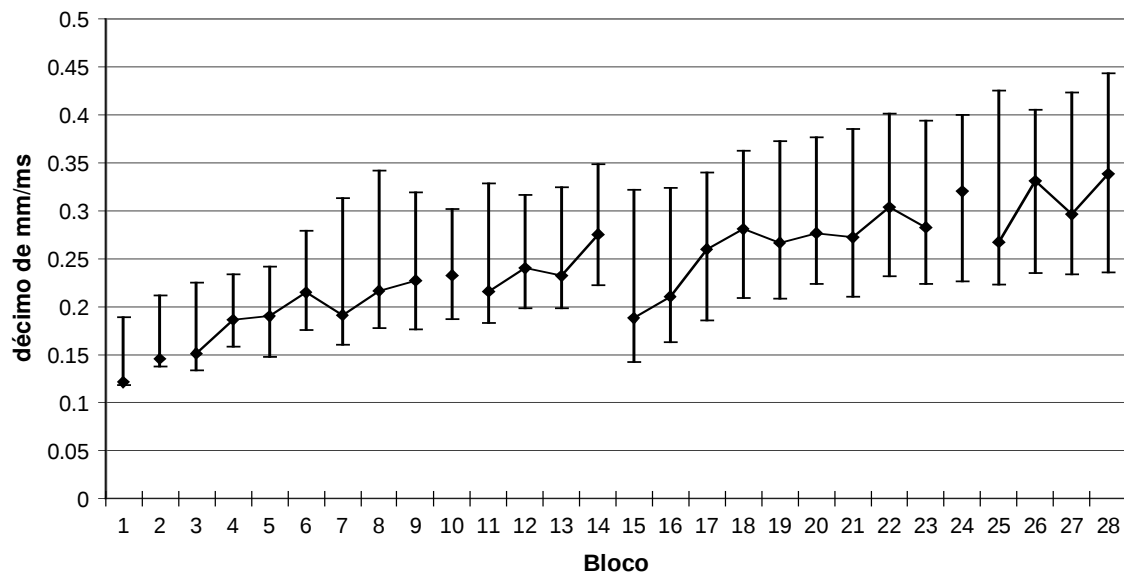


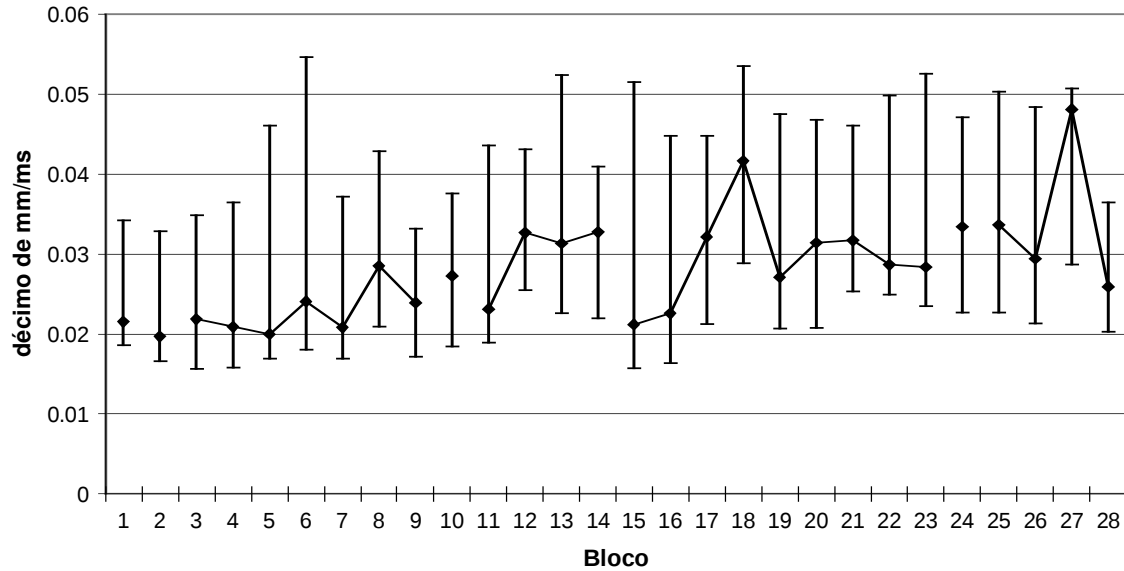
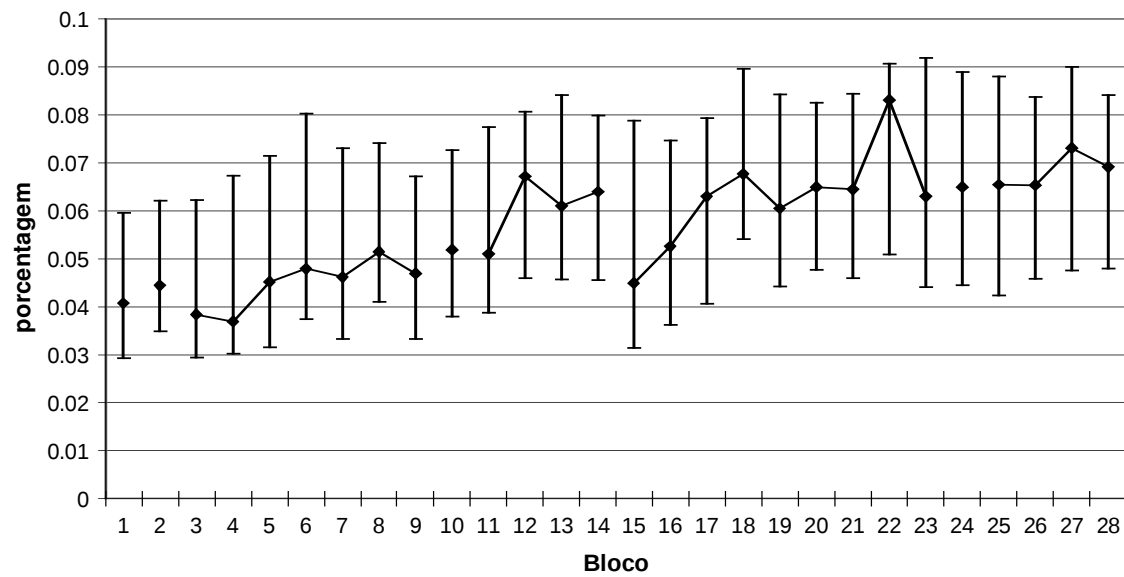
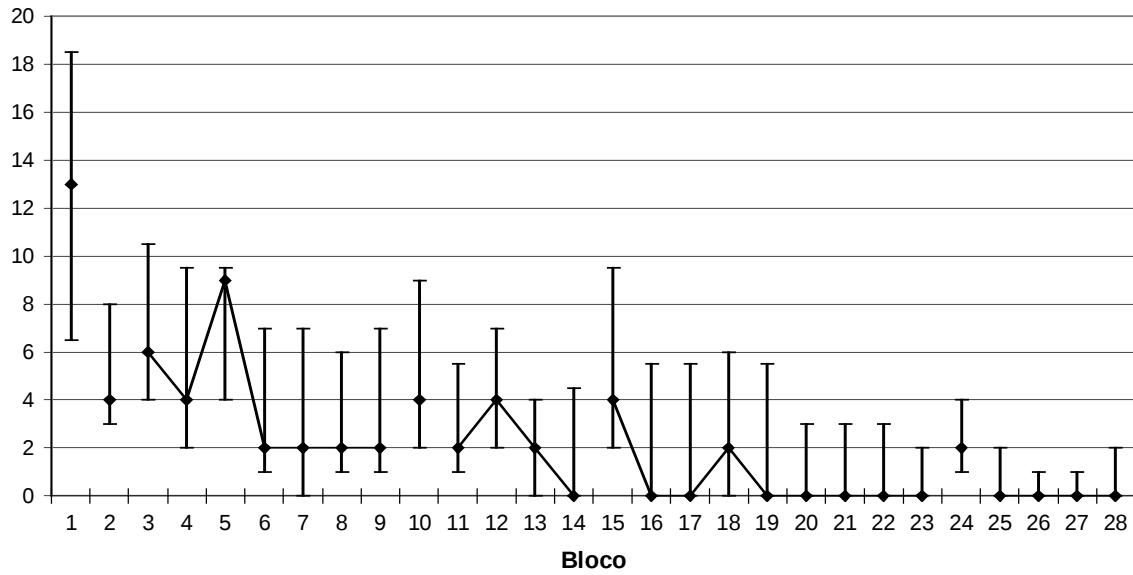
Gráfico D.11. Mediana da variável desvio padrão da velocidade**Gráfico D.12.** Mediana da variável desvio padrão relativo da velocidade

Gráfico D.13. Mediana da variável variabilidade do seqüenciamento

Apêndice E

Gráficos dos modelos ajustados

Gráfico E.1. Modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de pausa

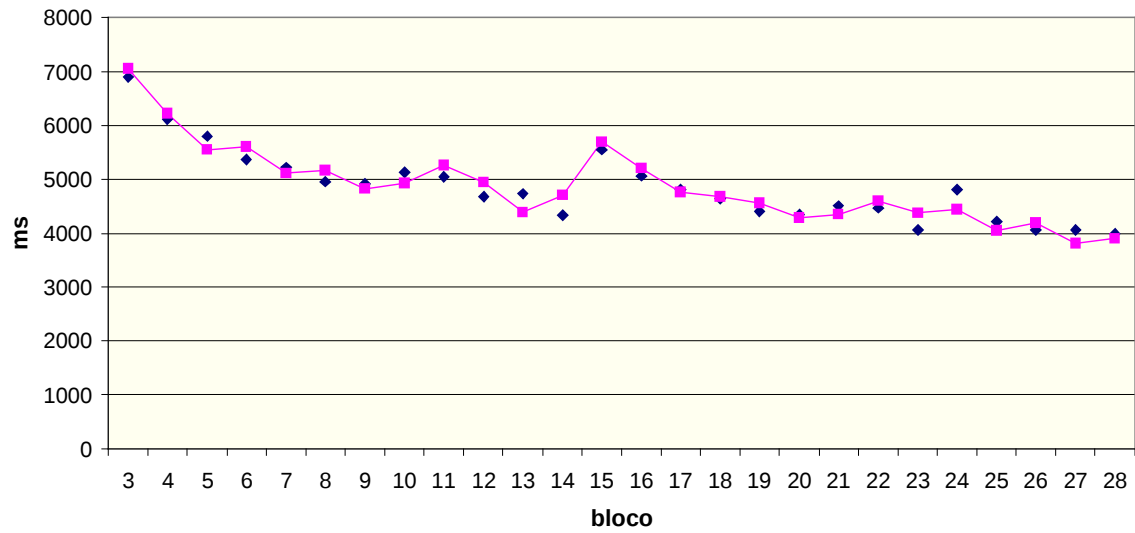


Gráfico E.2. Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de pausa

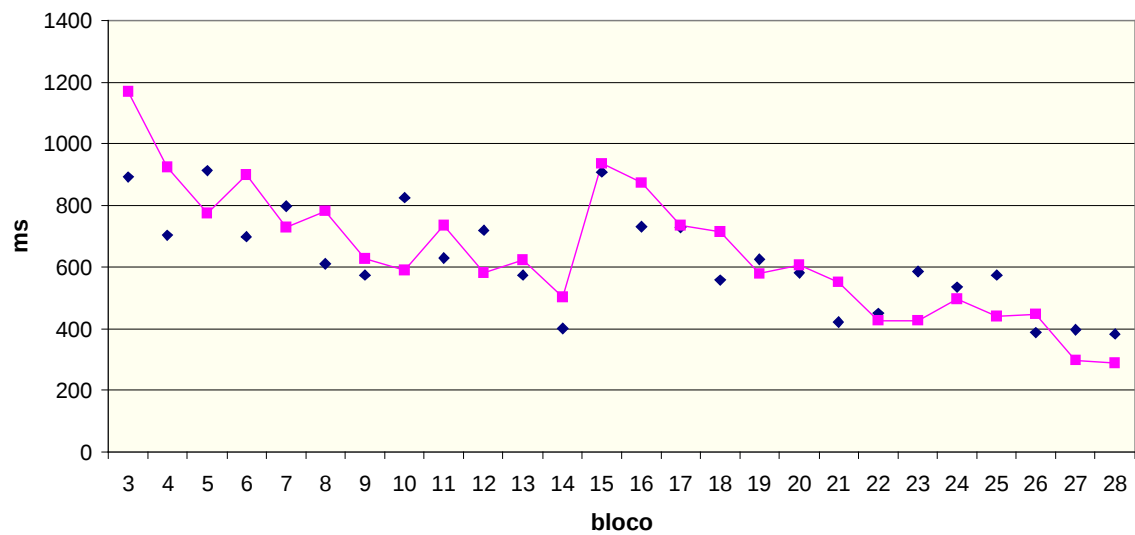


Gráfico E.3. Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de pausa

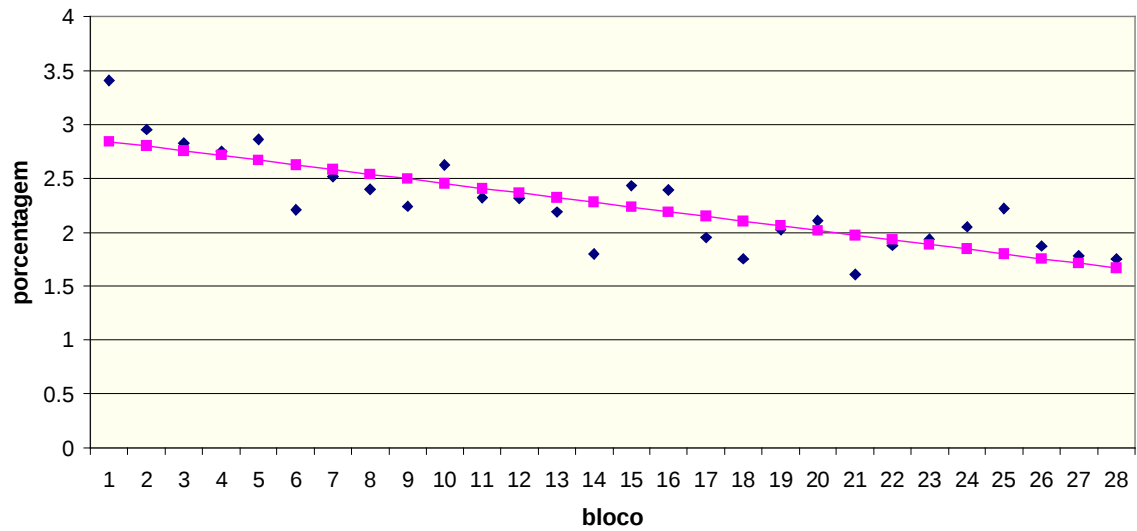


Gráfico E.4. Modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de movimento

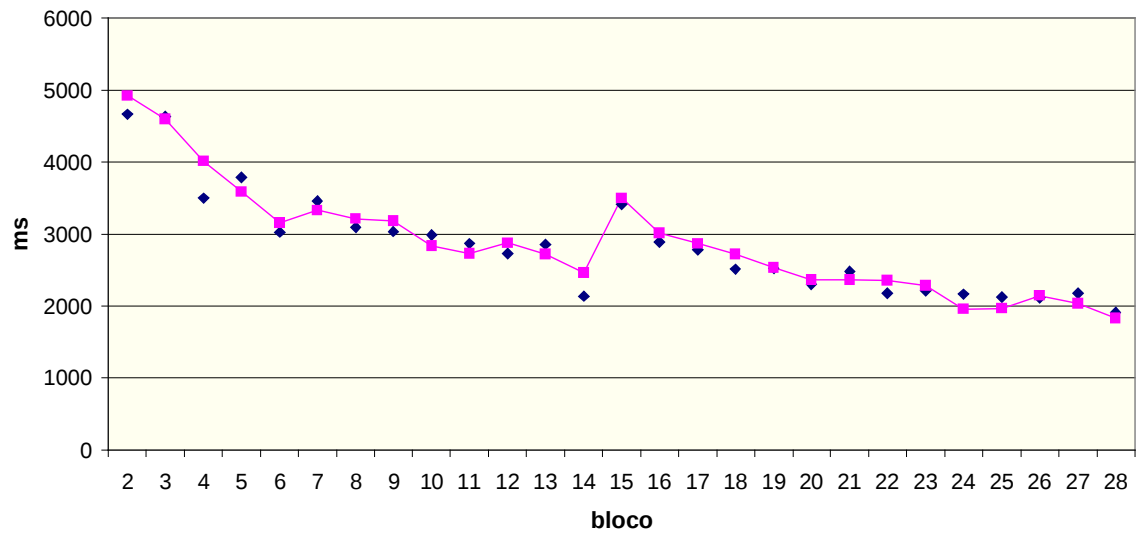


Gráfico E.5. Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de movimento

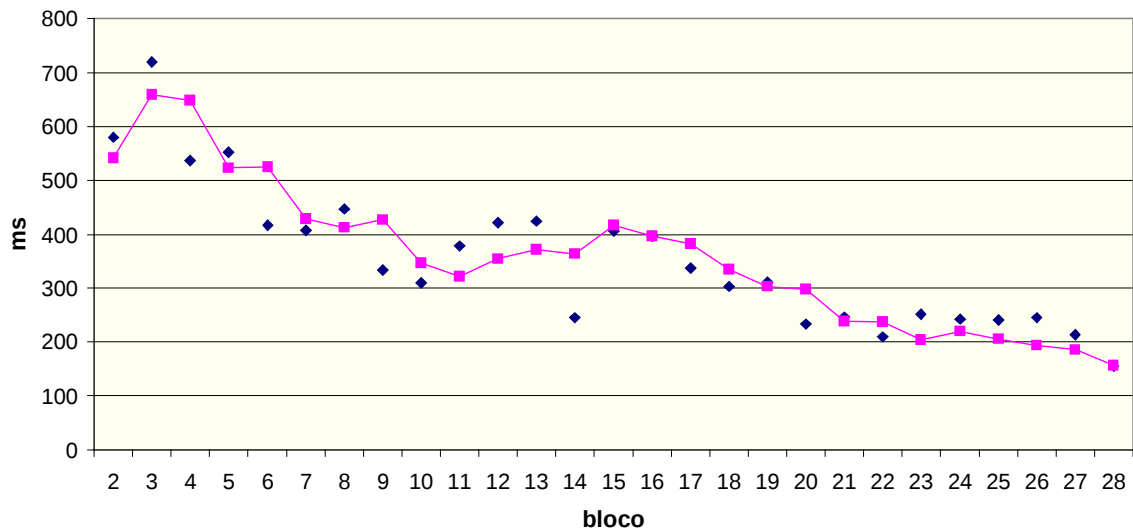


Gráfico E.6. Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de movimento

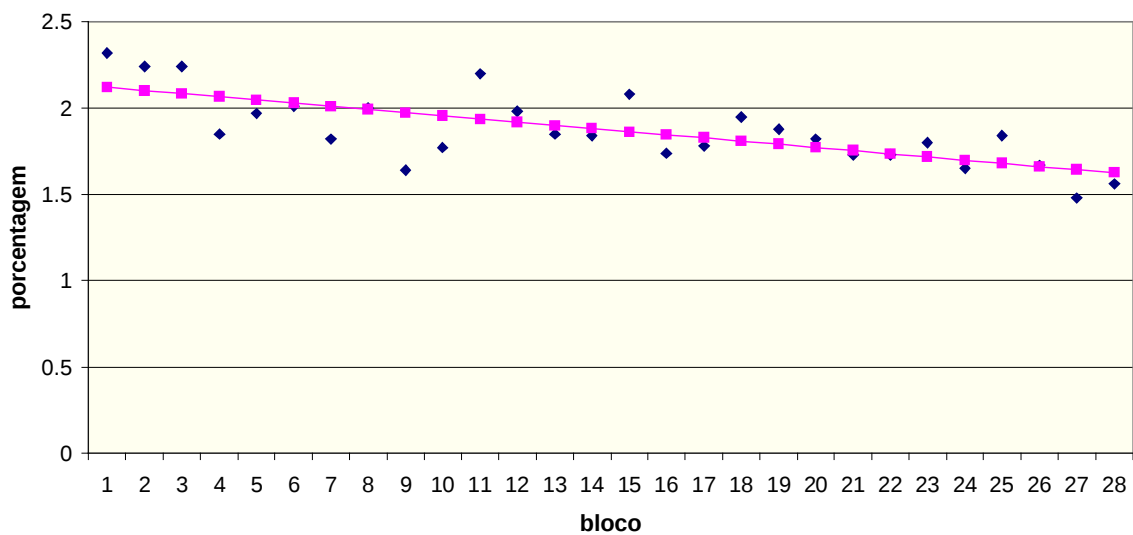


Gráfico E.7. Modelo ajustado para a mediana da média do tamanho total

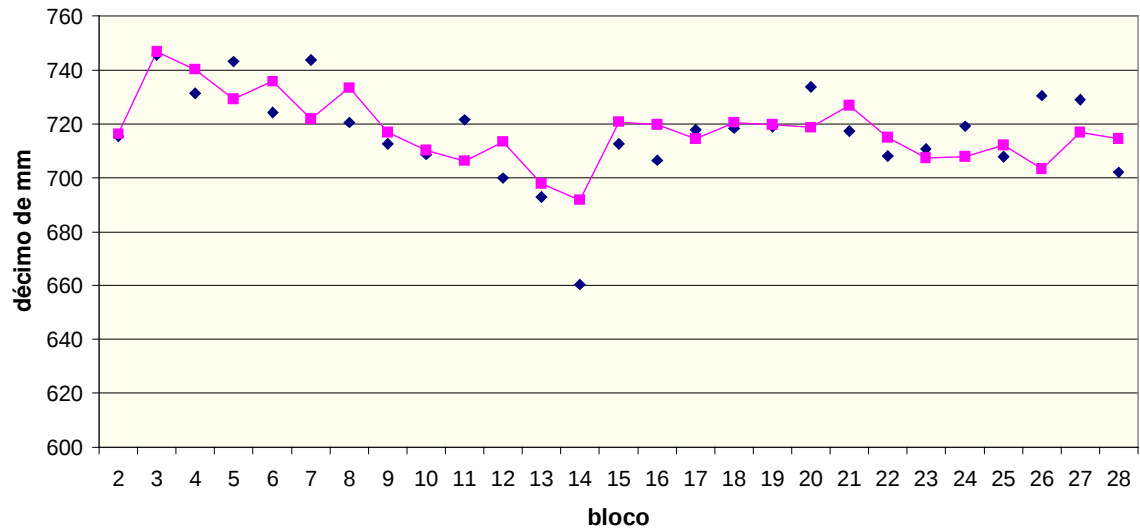


Gráfico E.8. Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tamanho total

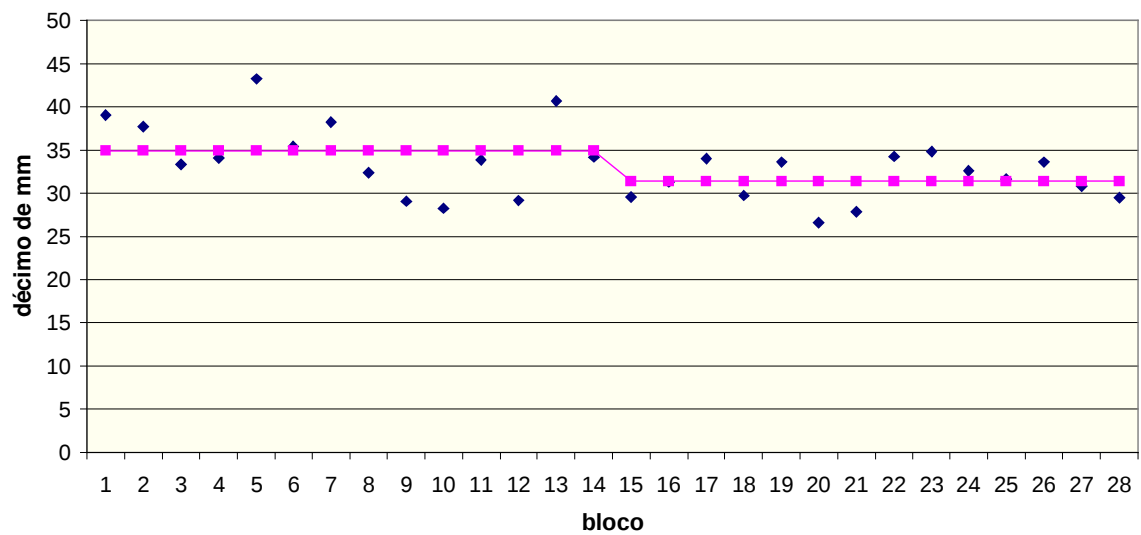


Gráfico E.9. Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tamanho total

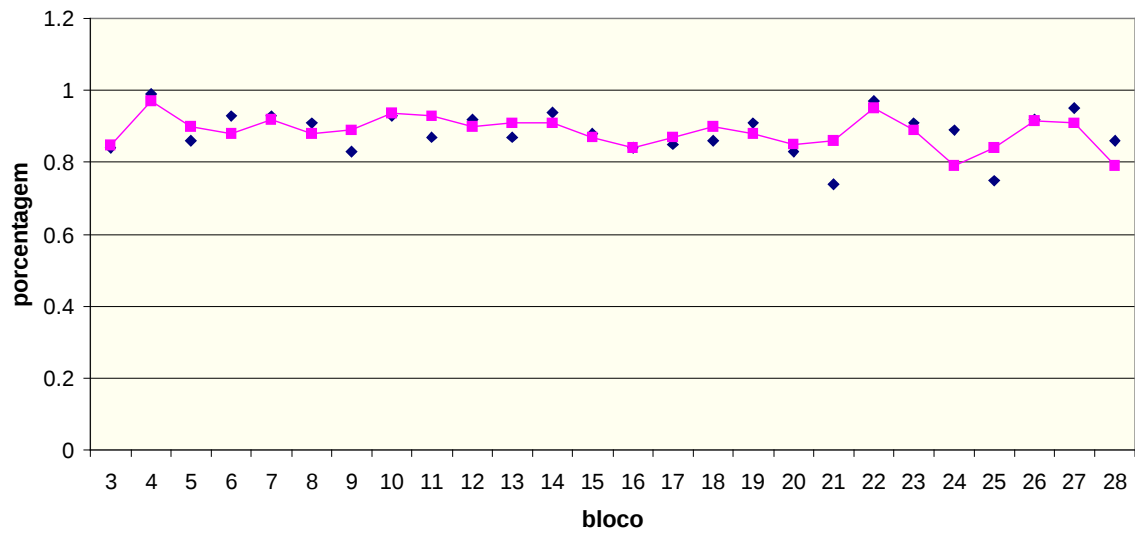


Gráfico E.10. Modelo ajustado para a mediana da média da velocidade

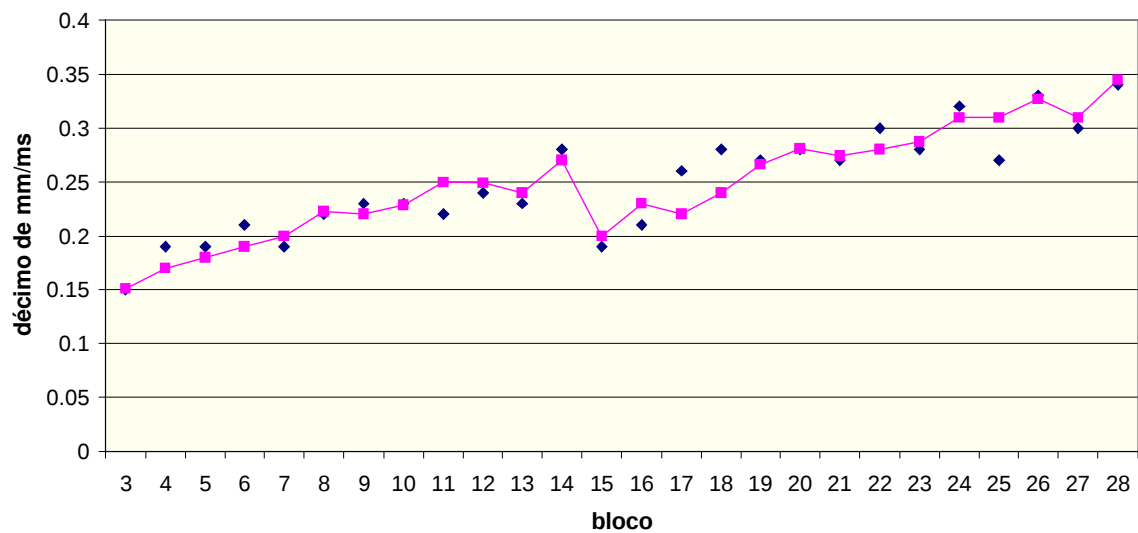


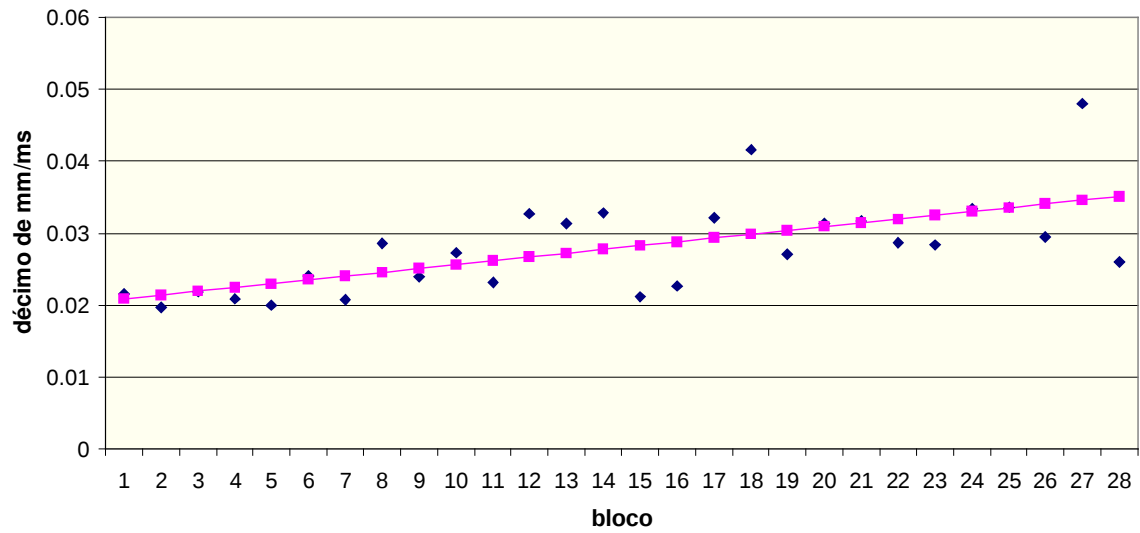
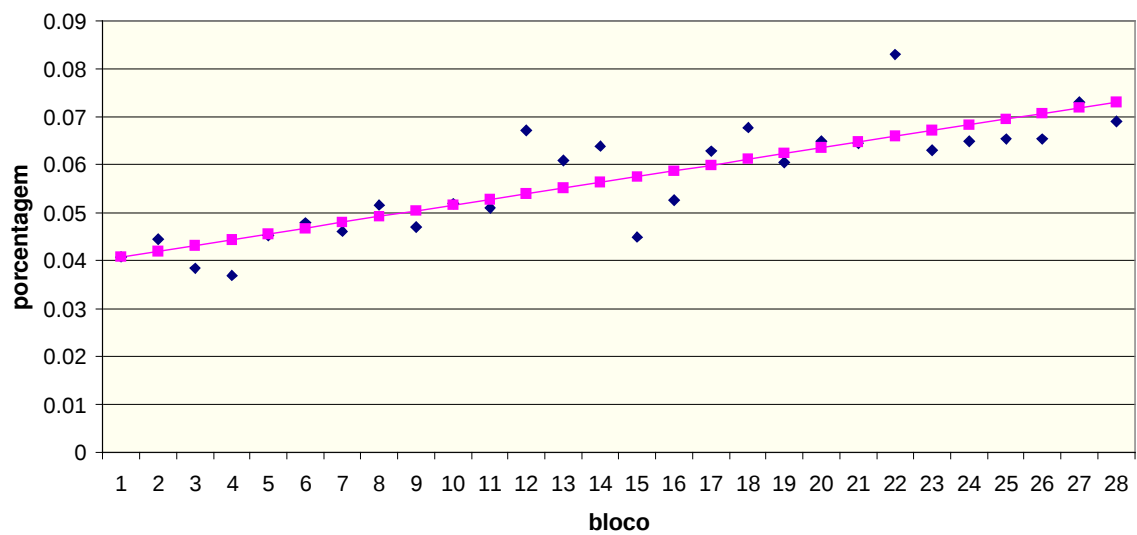
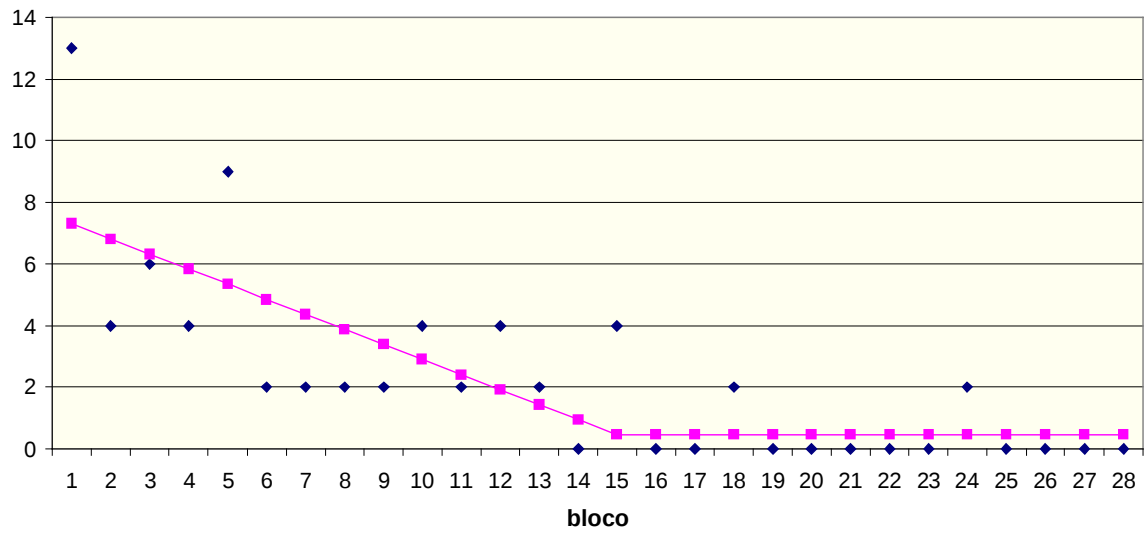
Gráfico E.11. Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão da velocidade**Gráfico E.12.** Modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo da velocidade

Gráfico E.13. Modelo ajustado para a mediana da variabilidade do seqüenciamento

Apêndice F

Resultados sobre o ajustamento do modelo de regressão

Tabela F.1. Ajustamento do modelo para a mediana da média do tempo total de pausa

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	7385,0	559,6	< 0,001
bloco	-210,1	35,1	< 0,001
sessão	1686,0	209,6	< 0,001
ruído 1	-776,9	129,7	< 0,001
ruído 3	718,7	120,6	< 0,001
AR1	1,6	0,1	< 0,001
AR2	-0,7	0,1	< 0,001

Tabela F.2. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão do tempo total de pausa

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	1353,0	146,1	< 0,001
bloco	-61,8	11,3	< 0,001
sessão	567,0	159,1	0,002
MA1	-0,7	0,1	< 0,001
AR2	0,4	0,2	0,010

Tabela F.3. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de pausa

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	2,88	0,10	< 0,001
bloco	-0,04	0,01	< 0,001

Tabela F.4. Ajustamento do modelo para a mediana da média do tempo total de movimento

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	4550,0	291,8	< 0,001
bloco	-149,5	17,0	< 0,001
sessão	1253,0	123,5	< 0,001
AR1	0,6	0,2	0,002
MA2	-0,9	0,1	< 0,001

Tabela F.5. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão do tempo total de movimento

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	682,7	57,0	< 0,001
bloco	-26,8	4,6	< 0,001
sessão	174,9	66,6	0,016
ruído 1	-140,5	52,1	0,013
AR1	0,6	0,2	0,001

Tabela F.6. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de movimento

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	2,139	0,056	< 0,001
bloco	-0,018	0,003	< 0,001

Tabela F.7. Ajustamento do modelo para a mediana da média do tamanho total

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	752,9	14,1	< 0,001
bloco	-4,0	1,1	0,002
sessão	51,7	17,6	0,007
ruído 1	-38,5	11,8	0,003
AR1	0,7	0,2	0,002

Tabela F.8. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão do tamanho total

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	34,9	0,9	< 0,001
sessão	-3,5	1,4	0,018

Tabela F.9. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão relativo do tamanho total

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	0,90	0,01	< 0,001
sessão	0,03	0,01	0,004
ruído 1	0,14	0,05	0,013
AR1	-0,48	0,15	0,005
AR2	-0,59	0,15	0,001

Tabela F.10. Ajustamento do modelo para a mediana da média da velocidade

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	0,132	0,013	< 0,001
bloco	0,010	0,001	< 0,001
sessão	-0,063	0,017	0,001
AR1	0,438	0,199	0,039

Tabela F.11. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão da velocidade

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	0,0203	0,0020	< 0,001
bloco	0,0005	0,0001	< 0,001

Tabela F.12. Ajustamento do modelo para a mediana do desvio padrão relativo da velocidade

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	0,0396	0,0024	< 0,001
bloco	0,0012	0,0001	< 0,001

Tabela F.13. Ajustamento do modelo para a mediana da variabilidade do seqüenciamento

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Nível descritivo
constante	7,79	0,97	< 0,001
inclinação 1	-0,49	0,08	< 0,001

Apêndice G

Gráfico dos resíduos em função do bloco

Gráfico G.1. Resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de pausa

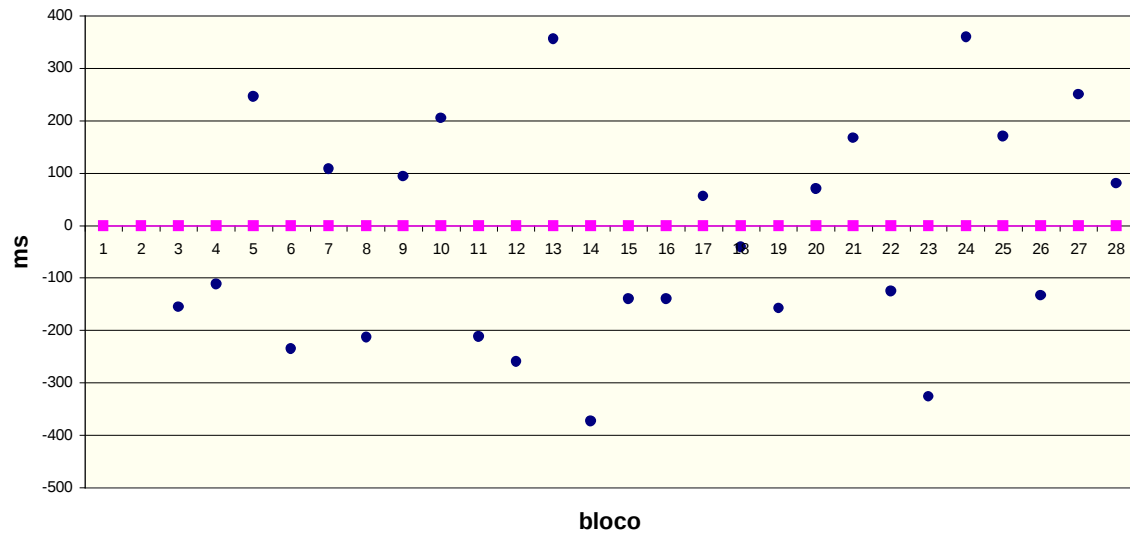


Gráfico G.2. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de pausa

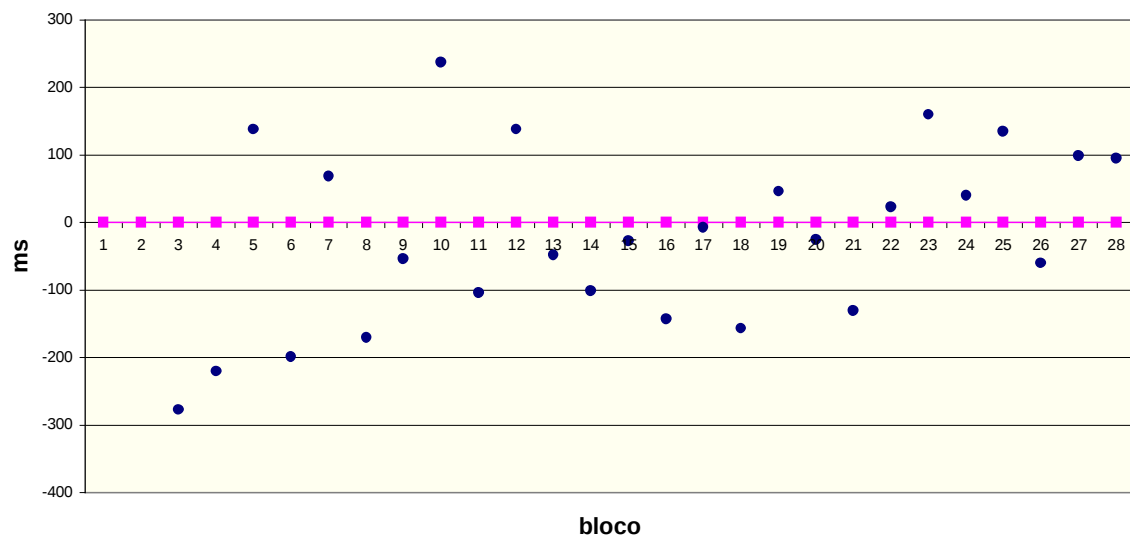


Gráfico G.3. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de pausa

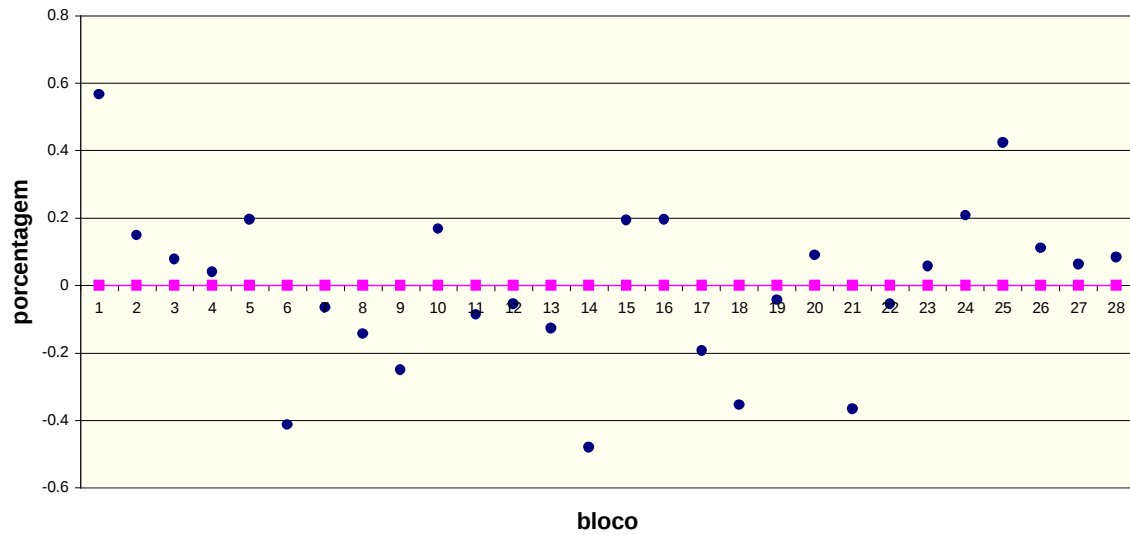


Gráfico G.4. Resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de movimento

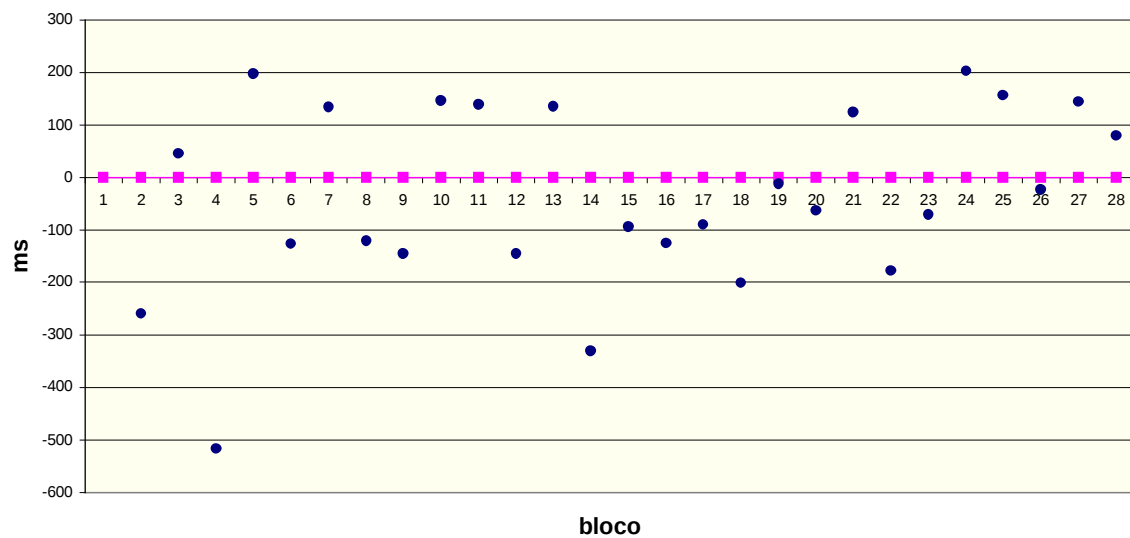


Gráfico G.5. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de movimento

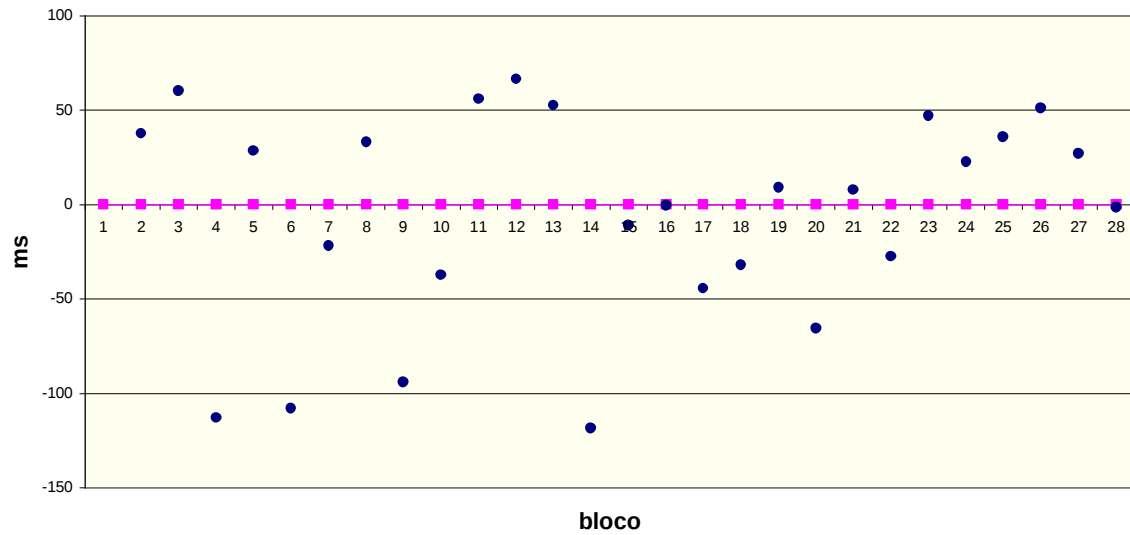


Gráfico G.6. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de movimento

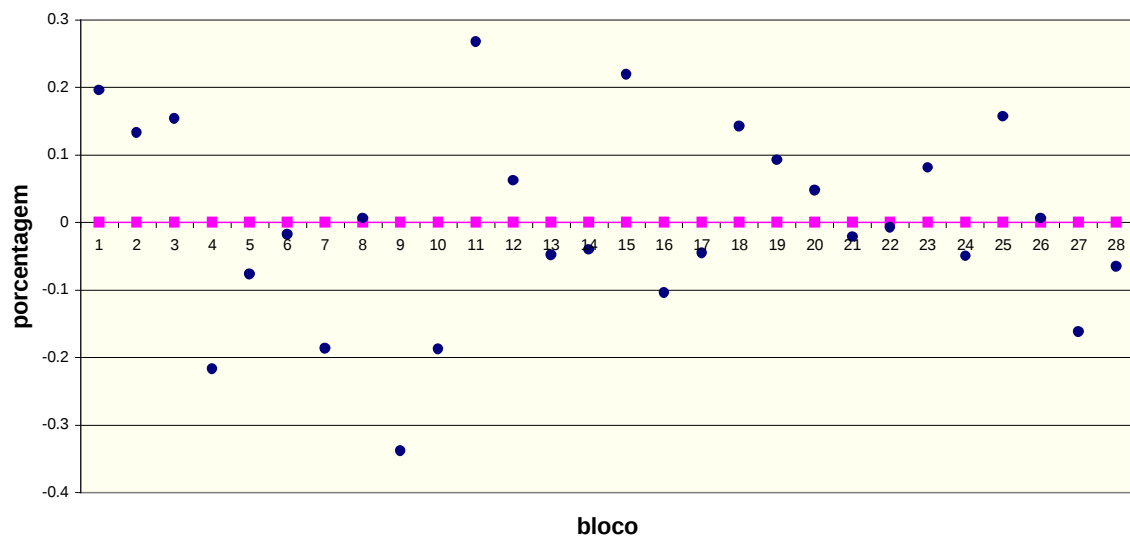


Gráfico G.7. Resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tamanho total

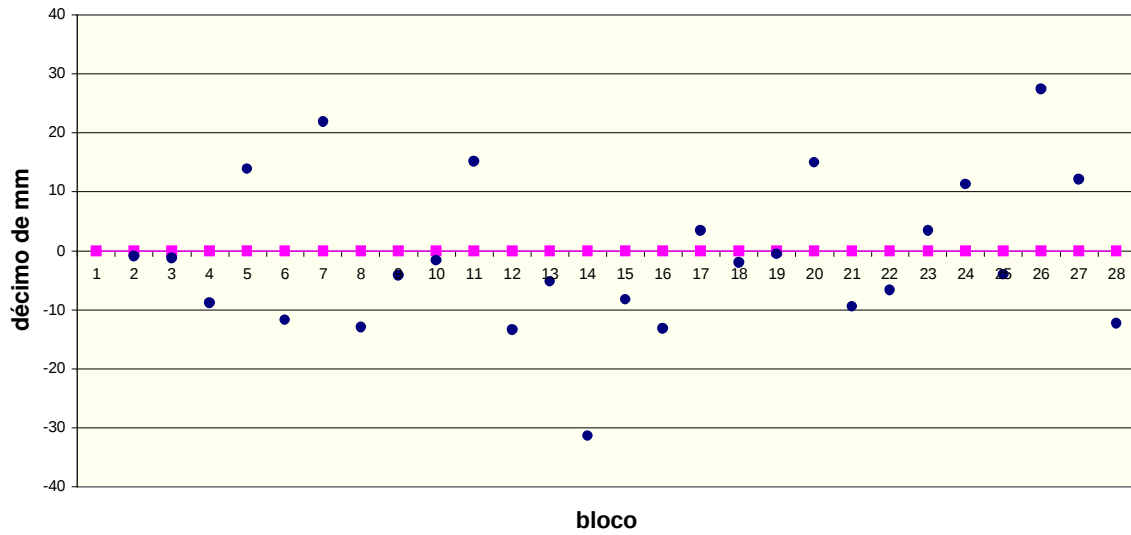


Gráfico G.8. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tamanho total

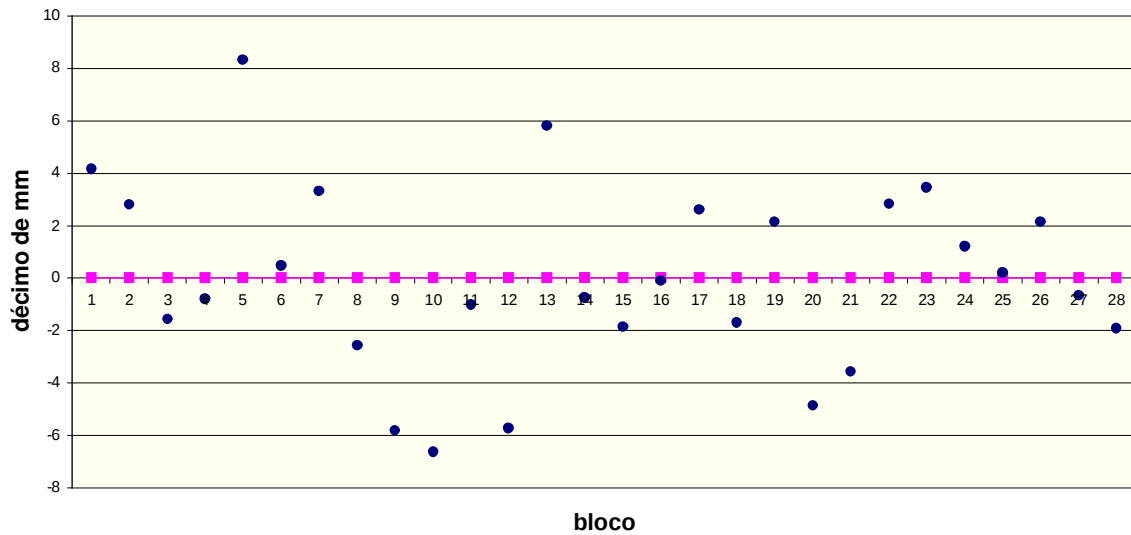


Gráfico G.9. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tamanho total

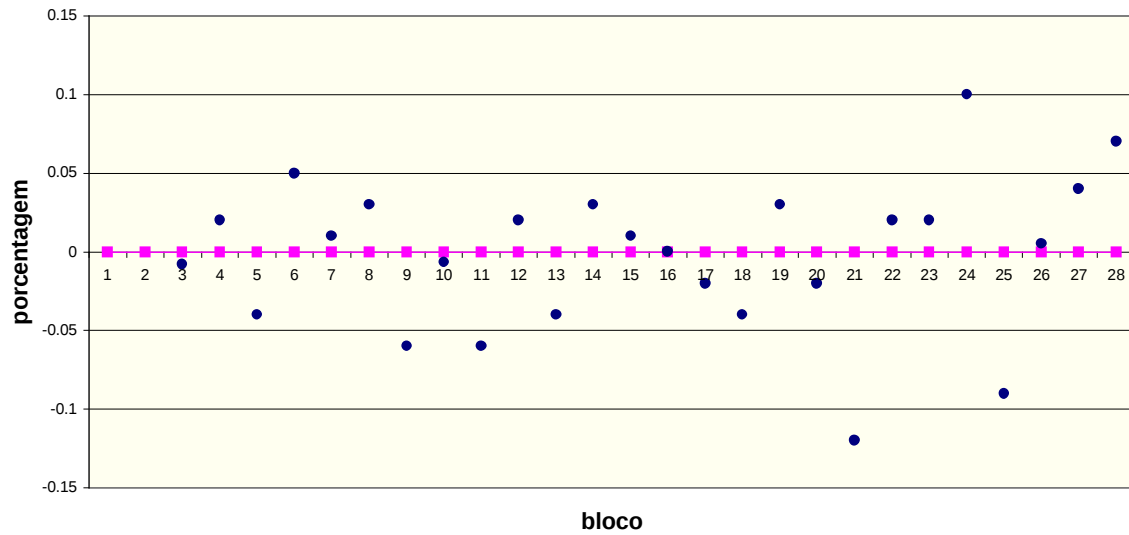


Gráfico G.10. Resíduos do modelo ajustado para a mediana da média da velocidade

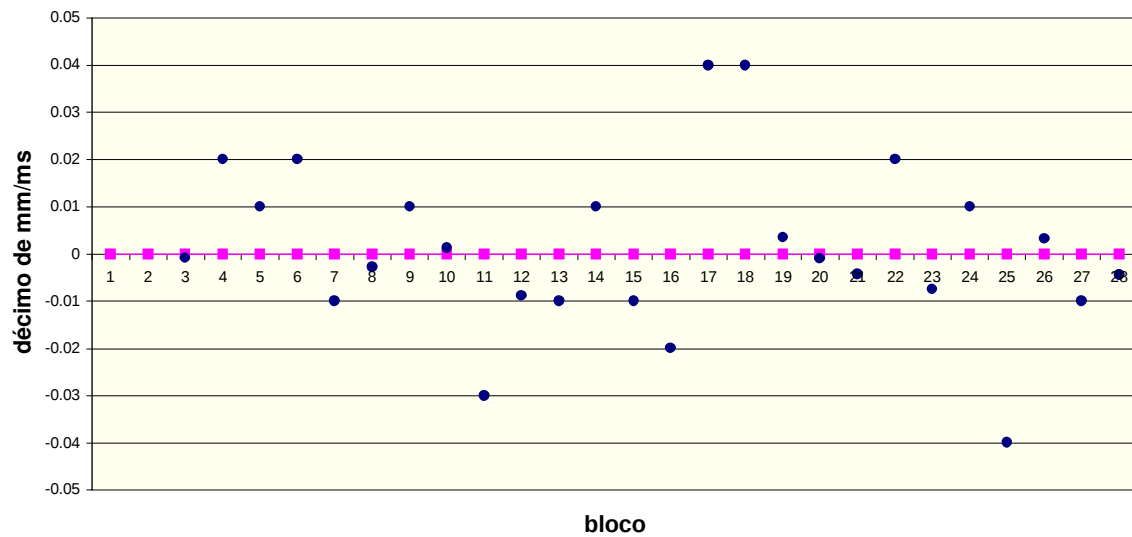


Gráfico G.11. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão da velocidade

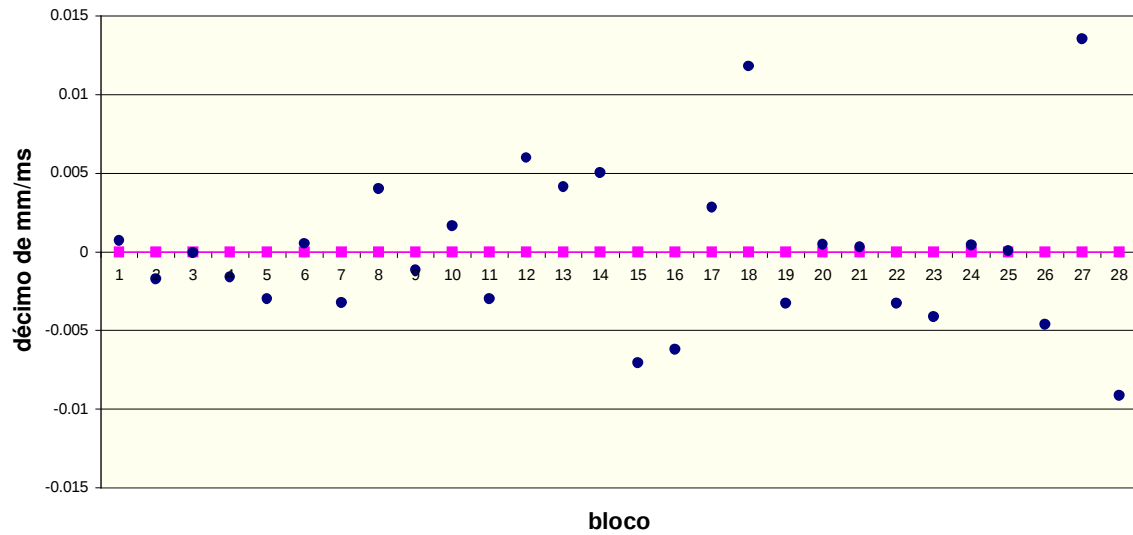


Gráfico G.12. Resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo da velocidade

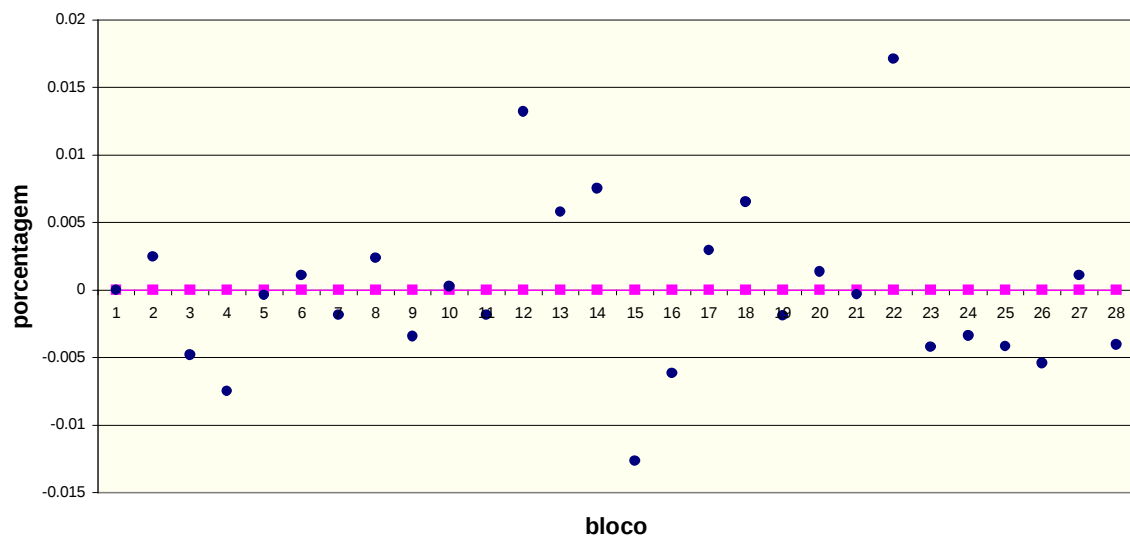
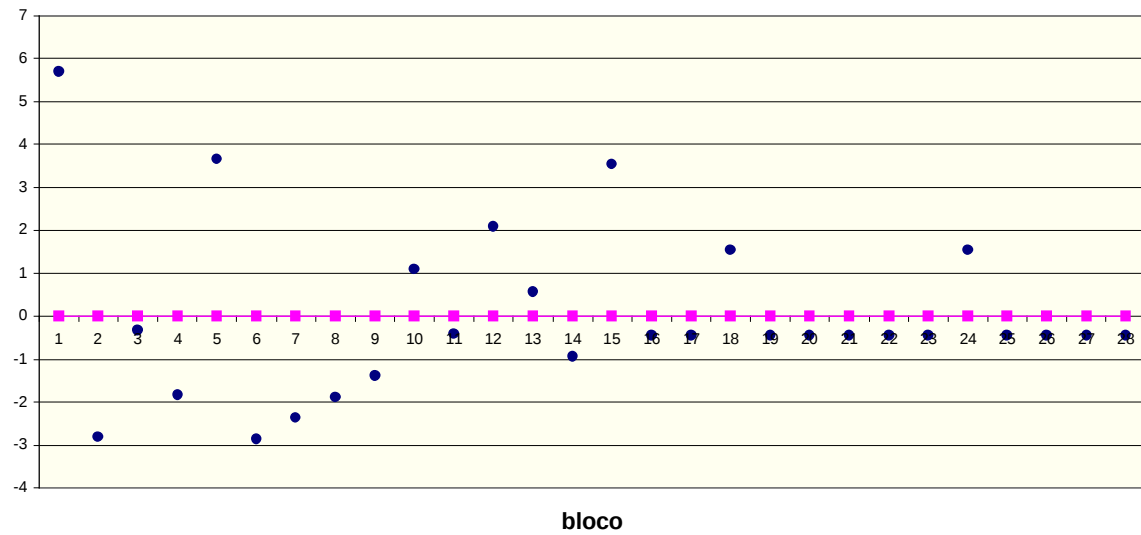


Gráfico G.13. Resíduos do modelo ajustado para a mediana da variabilidade do seqüenciamento



Apêndice H

Gráficos de autocorrelação dos resíduos

Gráfico H.1. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de pausa

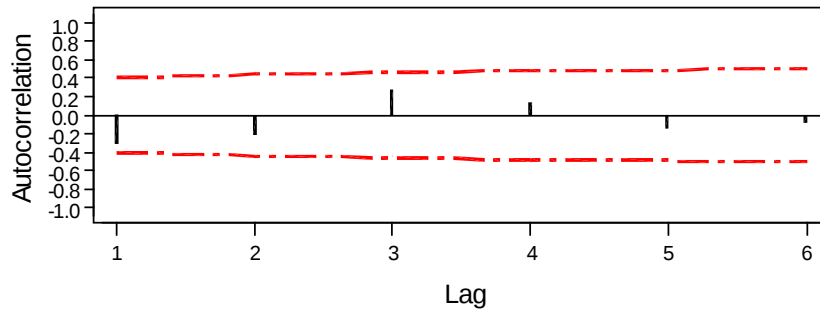


Gráfico H.2. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de pausa

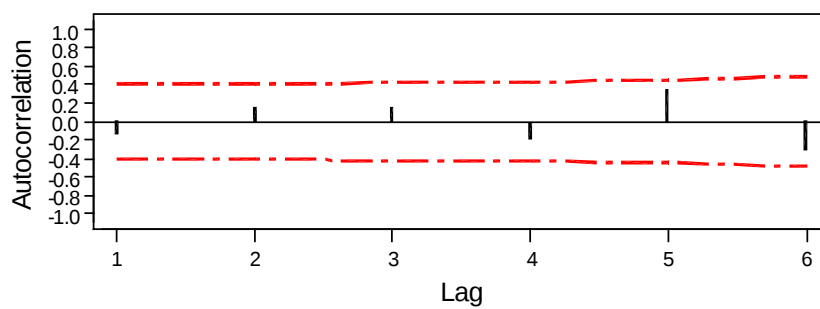


Gráfico H.3. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de pausa

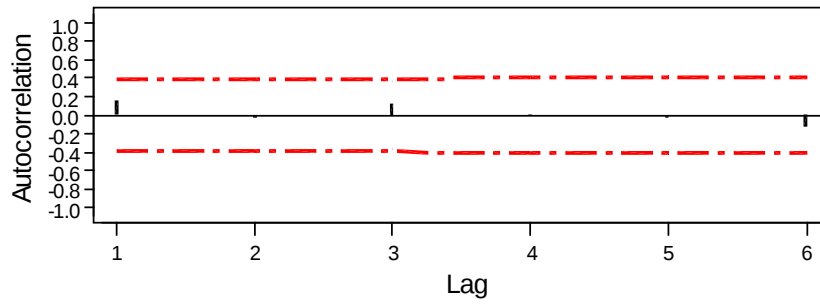


Gráfico H.4. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de movimento

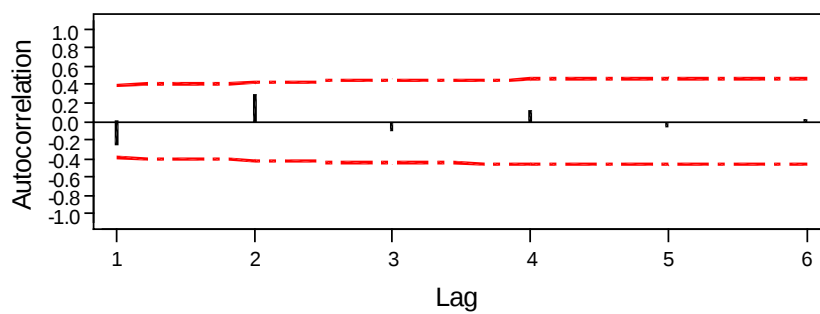


Gráfico H.5. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de movimento

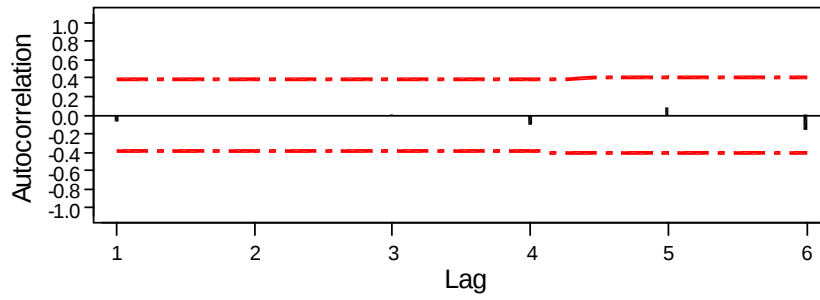


Gráfico H.6. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de movimento

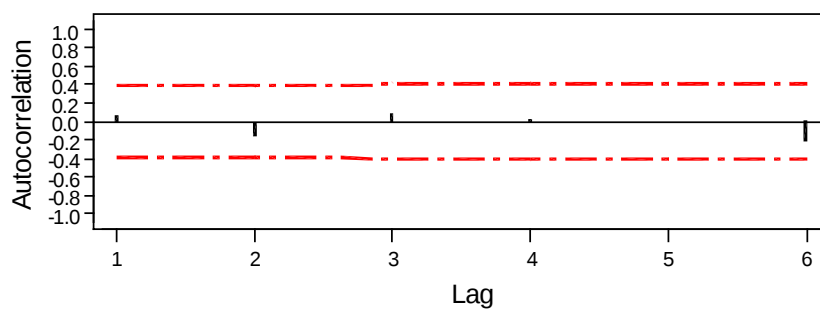


Gráfico H.7. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tamanho total

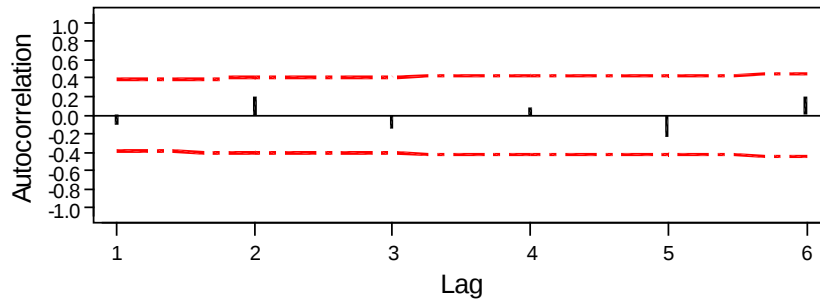


Gráfico H.8. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tamanho total

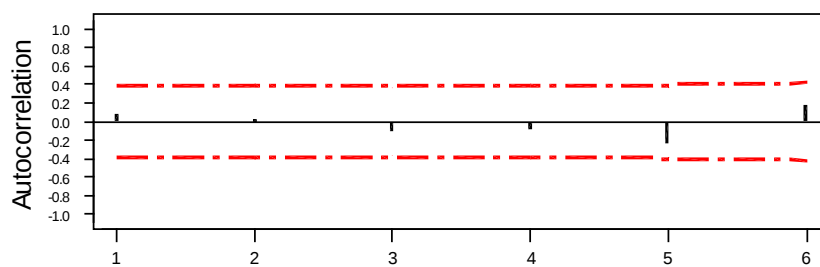


Gráfico H.9. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tamanho total

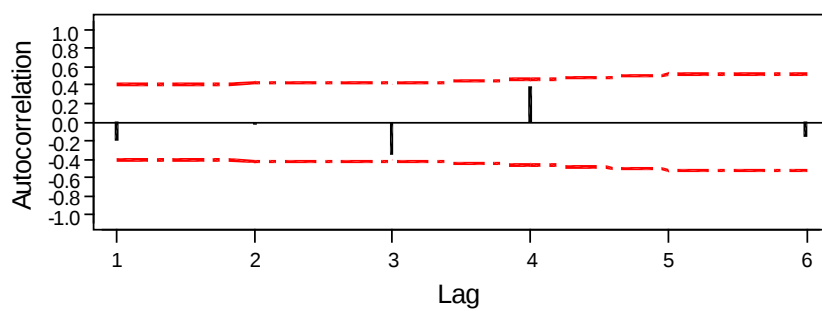


Gráfico H.10. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média da velocidade

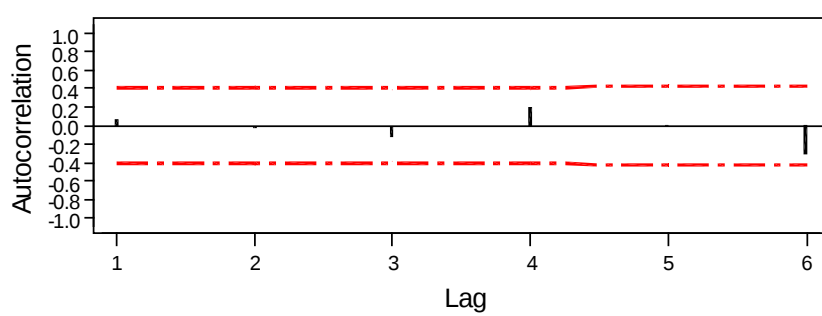


Gráfico H.11. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana desvio padrão da velocidade

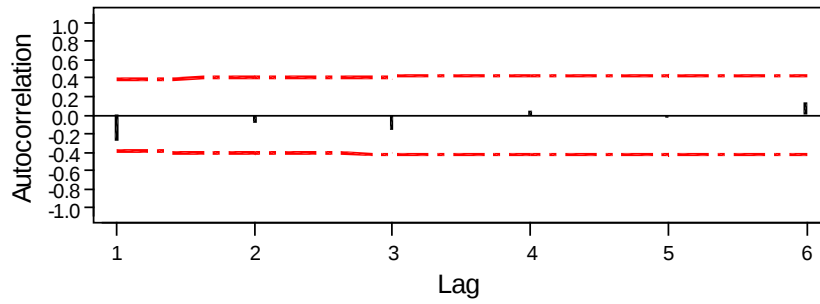


Gráfico H.12. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo da velocidade

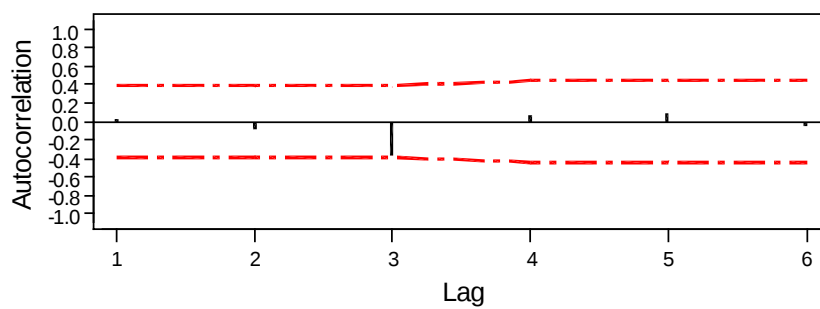
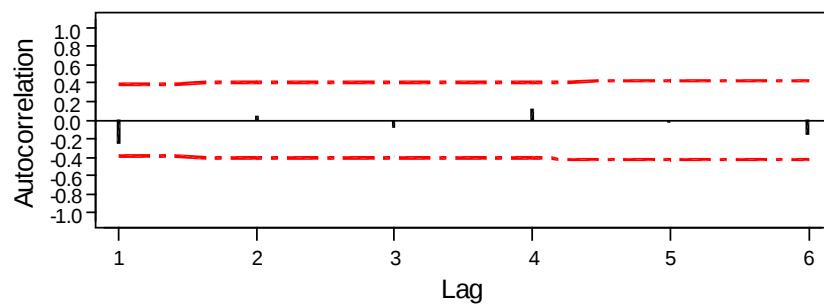


Gráfico H.13. Gráfico de autocorrelação dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da variabilidade do seqüenciamento



Apêndice I

Gráficos de probabilidade normal do resíduos

Gráfico I.1. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de pausa

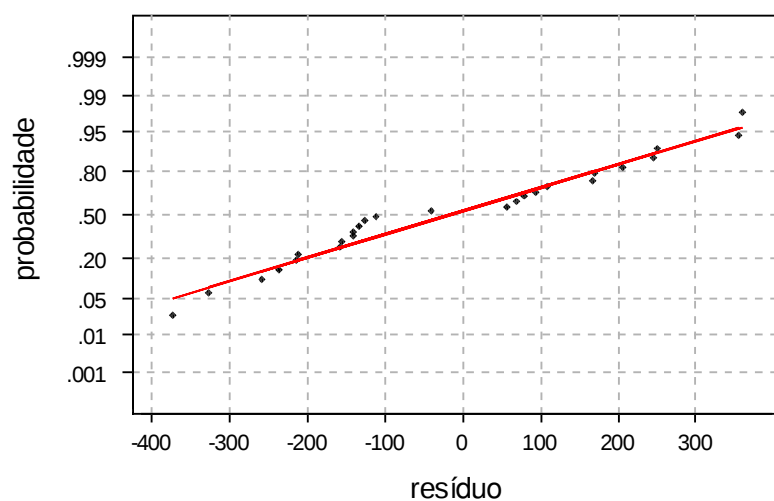


Gráfico I.2. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de pausa

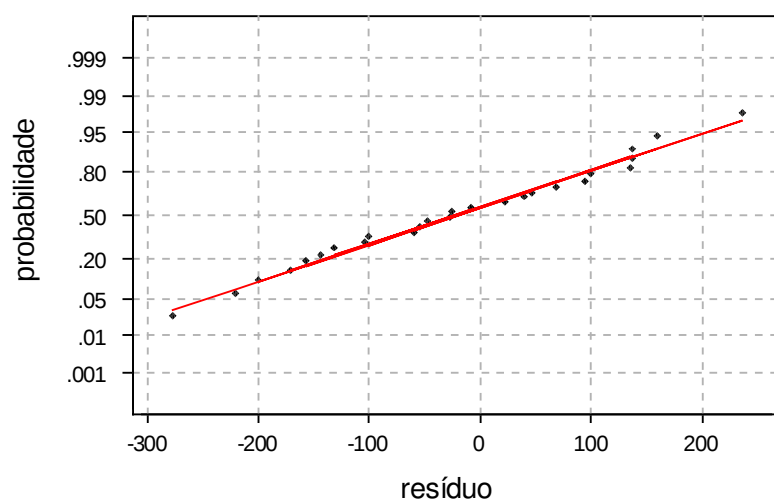


Gráfico I.3. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de pausa

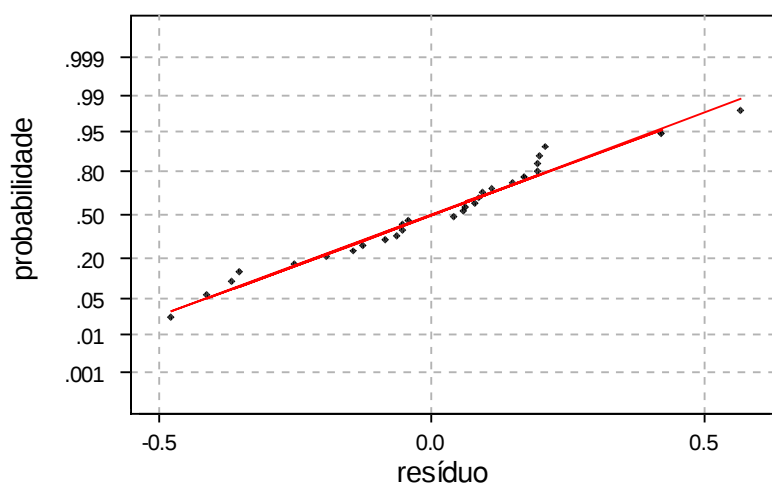


Gráfico I.4. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tempo total de movimento

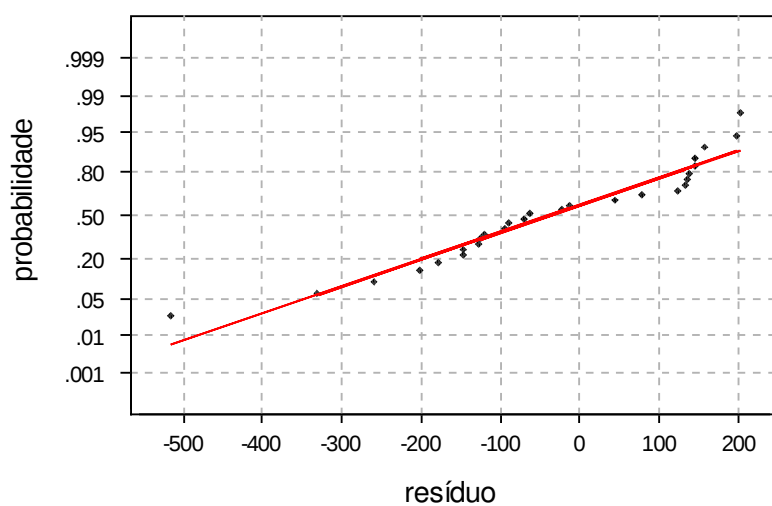


Gráfico I.5. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tempo total de movimento

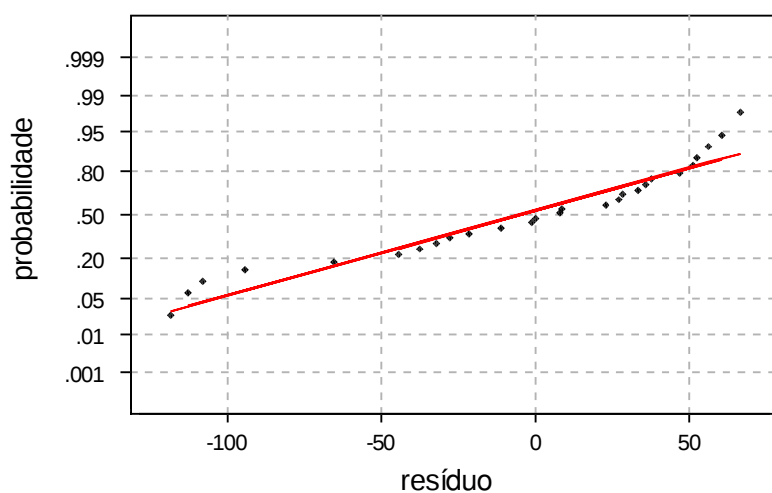


Gráfico I.6. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tempo total de movimento

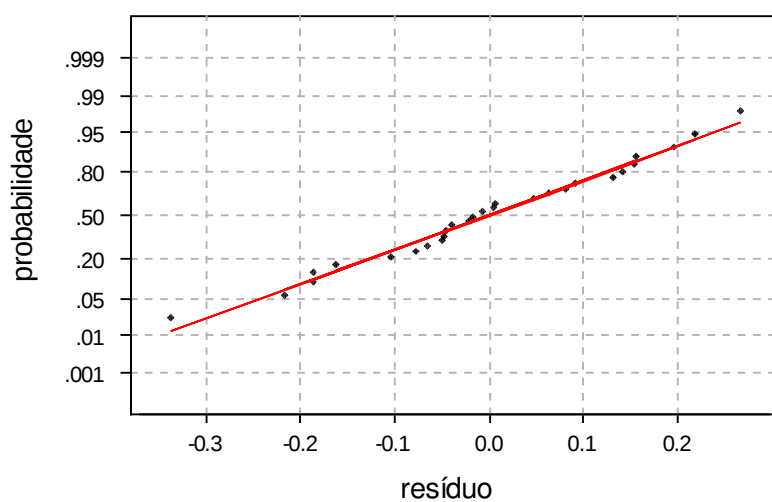


Gráfico I.7. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média do tamanho total

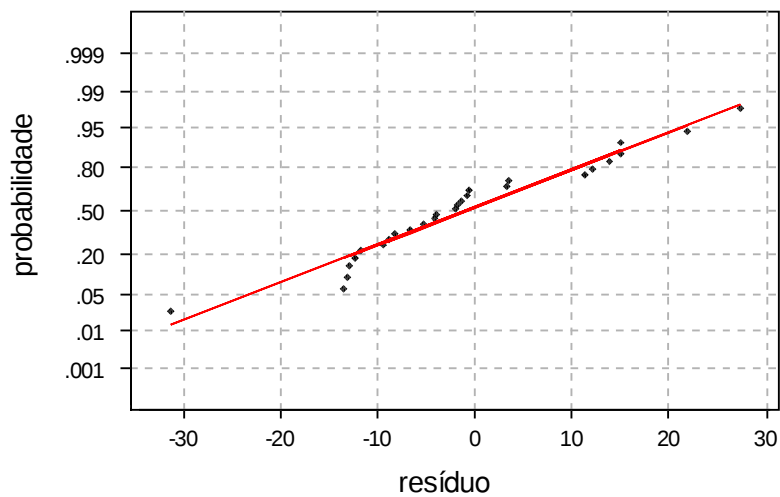


Gráfico I.8. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão do tamanho total

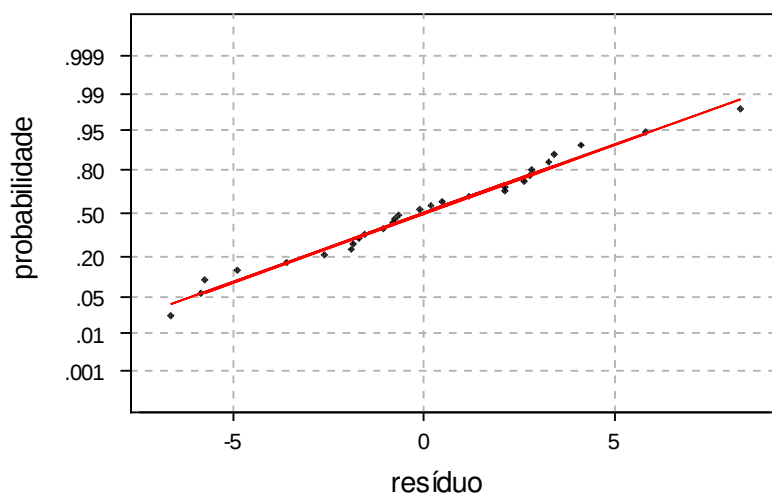


Gráfico I.9. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo do tamanho total

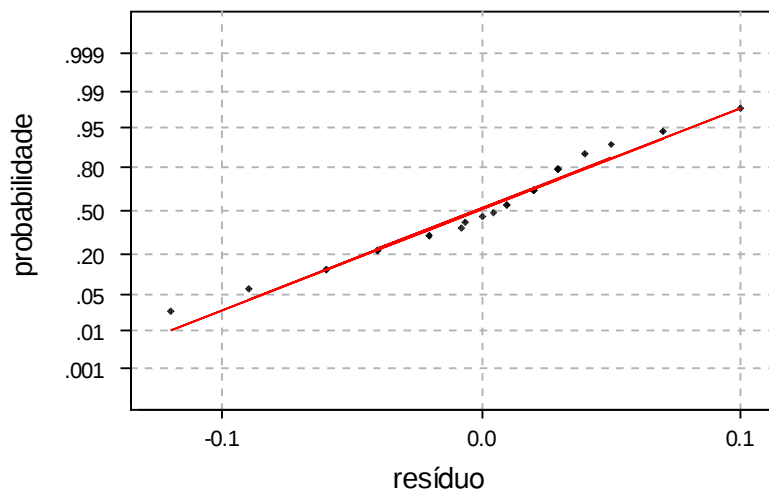


Gráfico I.10. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da média da velocidade

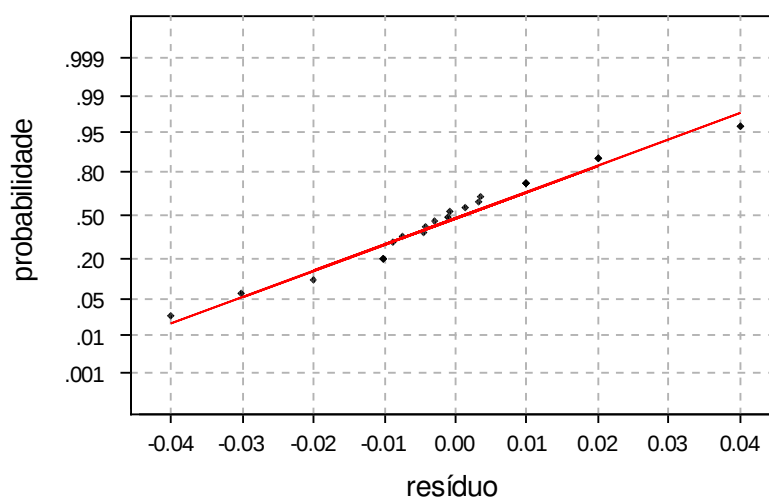


Gráfico I.11. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão da velocidade

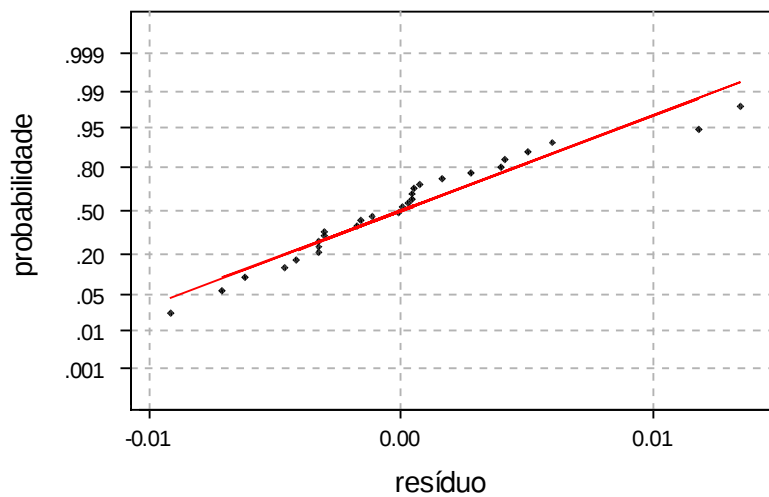


Gráfico I.12. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana do desvio padrão relativo da velocidade

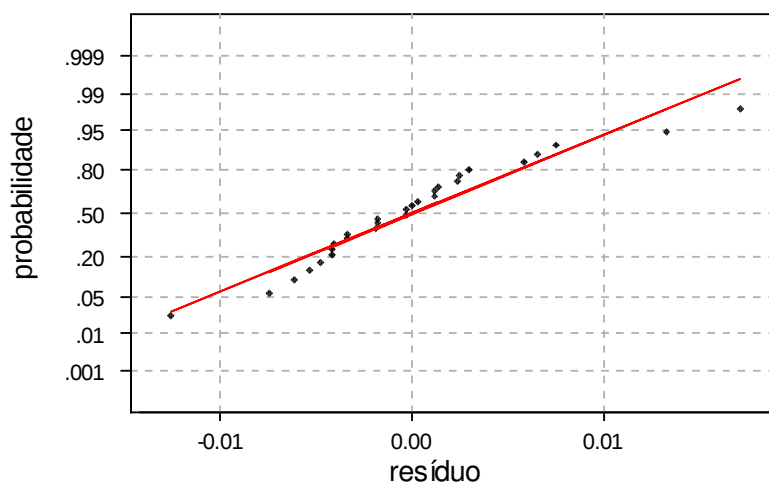


Gráfico I.13. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos do modelo ajustado para a mediana da variabilidade do seqüenciamento

