

**MODULARIZAÇÃO E PROCESSO ADAPTATIVO NA AQUISIÇÃO DE
HABILIDADES MOTORAS**

LUCIANO BASSO

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

ORIENTADOR: PROF. DR. EDISON DE JESUS MANOEL

Basso, Luciano

Modularização e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras / Luciano Basso. – São Paulo : [s.n.], 2002.

xvi. 139p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Edison de Jesus Manoel.

1. Desenvolvimento motor 2. Habilidades motoras
I. Título.

AGRADECIMENTOS

Para que um homem desbrave uma terra longínqua, descubra novos horizontes, voe por céus desconhecidos e delicie-se com sua própria imaginação, é necessário alguém que lhe ensine a andar, correr e voar, e principalmente, a pensar e construir a partir de seu próprio pensamento. Hoje, depois de mais de dois anos vivendo em sua companhia, posso dizer, com toda a satisfação, que o professor Edison de Jesus Manoel é uma dessas pessoas. Agradeço a dedicação, amizade, confiança e sobre tudo por delimitar os “círculos” por onde eu pude brincar nesse tempo todo.

Também quero agradecer com semelhante magnitude a minha segunda família, pois depois que fui acolhido pela mãe Inara, pai Chico e ganhei a companhia do meu irmão mais novo, o Caio, a vida aqui em São Paulo, tornou-se mais suportável, pois o carinho e a sabedoria dessa família me auxiliou nos dias árduos e me fez rir nas noites frias de inverno. Agradecer a eles com palavras, jamais será significativamente semelhante ao que fizeram pela minha vida, mas é um pequeno passo de um grande reconhecimento.

À minha querida família, que semeou minha essência e virtudes. Sofreram e sofrem na minha ausência, mas mesmo assim me apóiam em um desvairado sonho. Obrigado Mãe Vera, Pai Sebastião, Irmãos Fernando, Camila e Karina.

Ao professor Go Tani, pelas inúmeras discussões e orientações que muito contribuíram para a minha formação acadêmica.

Aos amigos do Lacom, um local onde se aprende a construir o pensamento e a decifrar a essência da natureza (isso não quer dizer que eu aprendi!). Obrigado aos amigos Andi, Cássia, Cassio, Dalton, Dantas, Herbert, Jorge, Kika, Piraju, Regina, Rejane,

Roberto, Suely, Umberto e Welber.

Às pessoas que nosso bom Deus semeou em minha vida nesses últimos dias. Pessoas recentes, mas que me marcaram imensamente. Aos amigos e amigas Nane, Betha, Paulinha, Carol, Zé, Denilson e Kátia.

Às “primas de orientação” Juliana, Ericka e Letícia.

Ao Fê e a Nô pelas discussões filosóficas e pueris, noites adentro.

Às amigas Andrea Ximenes e Luciana Spinelli por não medirem esforços para me auxiliar.

À Escola Estadual João Sampaio, pelo espaço e confiança.

Às crianças que participaram gentilmente dos experimentos, agüentando minhas loucuras e manias.

À Escola de Educação Física e Esporte da USP.

À fapesp pelo apoio financeiro.

A Deus, por me dar de presente cada novo dia.

Usar as palavras para agradecer a vocês meus amigos é lembrar das encantadoras palavras de Oswald Montenegro. É cantar junto a ele...

*“A primeira noite de quem parte em busca do seu sonho. É a primeira sem tudo o que passou.
A primeira noite na cidade distante do seu quarto. Gera insônias felizes e aflição.
Não só. Por que não? Só, por que não?
A primeira noite de quem larga o conforto do previsto. É a primeira sem colo, pai e mãe.
A primeira noite traz na mala o que te restou de antes. Traz aperto e euforia ao coração.
Não, só, não. Por que não? Só, por que não?”*

Obrigado meus amigos não só pela companhia e carinho durante a primeira noite, mas sim por todas as maravilhosas e inesquecíveis noites e dias nessa terra longínqua. A todos o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

Página

	LISTA DE TABELAS.....	viii
	LISTA DE FIGURAS	ix
	LISTA DE ANEXOS	xii
	RESUMO.....	xiii
	ABSTRACT.....	xv
1	INTRODUÇÃO	1
2	CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS DO PROBLEMA.....	3
2.1	Programas motores e unidades de ação	3
2.2	Modelos de aprendizagem motora	11
2.2.1	Aquisição de habilidade motora orientada à estabilização.....	12
2.2.2	Aquisição de habilidade motora orientada ao processo adaptativo	14
2.2.3	Aumento de complexidade inter-tarefa na aquisição de habilidades motoras.....	16
2.3	Síntese e hipóteses gerais de estudo	21
3	OBJETIVO E HIPÓTESES DO ESTUDO	22
4	MODELO EXPERIMENTAL.....	23
4.1	Considerações sobre a habilidade motora escolhida.....	23
4.2	Taxonomia e a seleção da tarefa	23
4.3	Medidas.....	25
4.4	Critérios para a nova tarefa.....	26
4.5	Considerações a respeito do seqüenciamento	27
5	EXPERIMENTO 1	29
5.1	Material e método.....	29
5.1.1	Amostra.....	29
5.1.2	Equipamento e tarefa experimental.....	30

5.1.3	Delineamento e hipóteses	32
5.1.4	Procedimento	34
5.1.5	Medidas	35
5.1.5.1	Medidas de desempenho global	36
5.1.5.2	Medidas de macro-estrutura	36
5.1.5.3	Medidas de micro-estrutura	36
5.1.6	Análise estatística	37
5.2	Resultados	38
5.2.1	Resultados do comportamento da unidade básica na fase de aquisição, teste de transferência e retenção	38
5.2.1.1	Medidas de desempenho global	39
5.2.1.1.1	Número de tentativas erradas	39
5.2.1.1.2	Tempo total de movimento	41
5.2.1.2	Medidas de macro-estrutura	42
5.2.1.2.1	Timing relativo	42
5.2.1.2.1.1	Timing relativo do componente 1	43
5.2.1.2.1.2	Timing relativo do componente 2	44
5.2.1.2.1.3	Timing relativo do componente 3	45
5.2.1.2.1.4	Variabilidade do timing relativo	47
5.2.1.2.1.5	Variabilidade do timing relativo do componente 1	48
5.2.1.2.1.6	Variabilidade do timing relativo do componente 2	49
5.2.1.2.1.7	Variabilidade do timing relativo do componente 3	51
5.2.1.2.2	Medidas de micro-estrutura	53
5.2.1.2.2.1	Tempo de movimento do componente 1	53
5.2.1.2.2.2	Tempo de movimento do componente 2	54
5.2.1.2.2.3	Tempo de movimento do componente 3	55
5.2.1.2.2.4	Variabilidade do tempo total de movimento	57
5.2.1.2.2.5	Variabilidade do tempo de movimento do componente 1	58
5.2.1.2.2.6	Variabilidade do tempo de movimento do componente 2	59
5.2.1.2.2.7	Variabilidade do tempo de movimento do componente 3	61
5.2.2	Resultados da análise do comportamento da unidade básica em relação à nova unidade formada na tarefa mais complexa	62
5.2.2.1	Medidas do desempenho global	63

5.2.2.2	Medidas da macro-estrutura.....	64
5.2.2.3	Medidas da micro-estrutura	65
5.3	Discussão do experimento 1	66
6	EXPERIMENTO 2.....	69
6.1	Material e método.....	69
6.1.1	Amostra.....	69
6.1.2	Equipamento	69
6.1.3	Delineamento e hipóteses	69
6.1.4	Tarefa e procedimentos.....	71
6.1.5	Medidas.....	71
6.1.6	Análise estatística	72
6.2	Resultados	73
6.2.1	Resultados referentes aos aspectos espaciais da tarefa: padrões de seqüência dos toques	74
6.2.2	Resultados referentes aos aspectos temporais da habilidade.....	79
6.2.2.1	Resultados do comportamento da unidade básica na fase de aquisição, testes de transferência e retenção	80
6.2.2.1.1	Medidas de desempenho global	80
6.2.2.1.1.1	Número de tentativas erradas	80
6.2.2.1.1.2	Tempo total de movimento	82
6.2.2.1.2	Medidas de macro-estrutura.....	85
6.2.2.1.2.1	Variabilidade do padrão de seqüência dos toques	85
6.2.2.1.2.2	Timing relativo	86
6.2.2.1.2.2.1	Timing relativo do componente 1	87
6.2.2.1.2.2.2	Timing relativo do componente 2	88
6.2.2.1.2.2.3	Timing relativo do componente 3	90
6.2.2.1.2.2.4	Variabilidade do timing relativo	91
6.2.2.1.2.2.5	Variabilidade do timing relativo do componente 1	93
6.2.2.1.2.2.6	Variabilidade do timing relativo do componente 2.....	94
6.2.2.1.2.2.7	Variabilidade do timing relativo do componente 3.....	95
6.2.2.1.3	Medidas de Micro-estrutura.....	97
6.2.2.1.3.1	Tempo de movimento do componente 1	97
6.2.2.1.3.2	Tempo de movimento do componente 2	99

6.2.2.1.3.3	Tempo de movimento do componente 3	101
6.2.2.1.3.4	Variabilidade do tempo total de movimento	103
6.2.2.1.3.5	Variabilidade do tempo de movimento do componente 1.....	104
6.2.2.1.3.6	Variabilidade do tempo de movimento do componente 2.....	105
6.2.2.1.3.7	Variabilidade do tempo de movimento do componente 3.....	107
6.2.2.2	Resultados do contraste entre a unidade básica da tarefa simples e a unidade mais complexa.....	109
6.2.2.2.1	Medida do desempenho global	109
6.2.2.2.2	Medida da macro-estrutura	111
6.2.2.2.3	Medida da micro-estrutura.....	112
6.3	Discussão do Experimento 2.....	113
7	DISCUSSÃO GERAL.....	117
8	CONCLUSÃO	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
	ANEXOS	131

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 -	Padrões de seqüência e sua freqüência relativa na fase de aquisição para GE.	74
TABELA 2 -	Padrões de seqüência e sua freqüência relativa na fase de aquisição para GD.	74
TABELA 3 -	Padrões de seqüência e sua freqüência relativa dos testes de transferência e retenção para GE.	76
TABELA 4 -	Padrões de seqüência e sua freqüência relativa dos testes de transferência e retenção para GD.	76
TABELA 5 -	Descrição da distribuição dos grupos com base nos padrões de seqüência realizados.	78

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 -	Esquema da situação experimental. Led de alerta (1), sensores (2), local de posicionamento da mão antes do início do movimento (3), canaleta (4), mesa (5), participante (6).	31
FIGURA 2 -	Disposição espacial dos sensores na fase de aquisição e nos testes de transferência e retenção para os dois grupos.	32
FIGURA 3 -	Mediana do número de tentativas erradas executadas por bloco para GE e GD.	40
FIGURA 4 -	Média do tempo total de movimento no GE e GD ao longo dos blocos.	41
FIGURA 5 -	Média do timing relativo do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.	43
FIGURA 6 -	Média do timing relativo do componente dois no GE e GD ao longo dos blocos.	45
FIGURA 7 -	Média do timing relativo do componente três no GE e GD ao longo dos blocos.	46
FIGURA 8 -	Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo para GE e GD ao longo dos blocos.	47
FIGURA 9 -	Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.	48
FIGURA 10 -	Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 2 no GE e GD ao longo dos blocos.	50
FIGURA 11 -	Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 3 no GE e GD ao longo dos blocos.	51
FIGURA 12 -	Média do tempo de movimento do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.	53
FIGURA 13 -	Média do tempo de movimento do componente 2 no GE e GD ao longo dos blocos.	55

FIGURA 14 -	Média do tempo de movimento do componente 3 no GE e GD ao longo dos blocos.	56
FIGURA 15 -	Média do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento no GE e GD ao longo dos blocos.	57
FIGURA 16 -	Média do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.	59
FIGURA 17 -	Média do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 2 no GE e GD ao longo dos blocos.	60
FIGURA 18 -	Média do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 3 no GE e GD ao longo dos blocos.	61
FIGURA 19 -	Média do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) para o GE e GD ao longo dos blocos.	63
FIGURA 20 -	Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) para o GE e GD ao longo dos blocos.	65
FIGURA 21 -	Média do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) para o GE e GD ao longo dos blocos.	66
FIGURA 22 -	Representação gráfica do padrão de seqüência do GE na fase de aquisição.....	75
FIGURA 23 -	Representação gráfica do padrão de seqüência do GD na fase de aquisição.....	75
FIGURA 24 -	Representação gráfica do padrão de seqüência do GE nos testes de transferência e retenção.....	77
FIGURA 25 -	Representação gráfica do padrão de seqüência do GD nos testes de transferência e retenção.....	77
FIGURA 26 -	Mediana do número de tentativas erradas ao longo dos blocos para todos os grupos.	82
FIGURA 27 -	Mediana do tempo total de movimento ao longo dos blocos para todos os grupos.	83
FIGURA 28 -	Mediana da variabilidade do padrão de seqüência ao longo dos blocos para todos os grupos.	86
FIGURA 29 -	Mediana do timing relativo do componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.	88
FIGURA 30 -	Mediana do timing relativo do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.	89
FIGURA 31 -	Mediana do timing relativo do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.	90

FIGURA 32 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo ao longo dos blocos para todos os grupos.....	92
FIGURA 33 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.....	93
FIGURA 34 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.....	95
FIGURA 35 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.....	96
FIGURA 36 -	Mediana do tempo de movimento de componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.	98
FIGURA 37 -	Mediana do tempo de movimento do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.	100
FIGURA 38 -	Mediana do tempo de movimento do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.	102
FIGURA 39 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento ao longo dos blocos para todos os grupos.....	103
FIGURA 40 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.....	105
FIGURA 41 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.....	106
FIGURA 42 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.....	108
FIGURA 43 -	Mediana do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa complexa (T1 a R4) ao longo dos blocos para todos os grupos.....	110
FIGURA 44 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo da unidade básica (A8) e tarefa mais complexa ao longo dos blocos para todos os grupos.	112
FIGURA 45 -	Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) ao longo dos blocos para todos os grupos.....	113

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO I - Valores de todos os testes estatísticos do experimento 1.....	131
ANEXO II - Valores de todos os testes estatísticos do experimento 2.....	134
ANEXO III - Box plot dos resultados do tempo total de movimento do experimento II.....	139

RESUMO

MODULARIZAÇÃO E PROCESSO ADAPTATIVO NA AQUISIÇÃO DE HABILIDADES MOTORAS

Autor: LUCIANO BASSO

Orientador: PROF. DR. EDISON DE JESUS MANOEL

O presente estudo teve como objetivo investigar como habilidades previamente adquiridas são utilizadas na aquisição de uma nova habilidade motora. Com base nos pressupostos teóricos foi possível estabelecer duas hipóteses: na primeira, a habilidade adquirida seria mantida na íntegra (manutenção da macro-estrutura) na nova habilidade, de acordo com a hipótese da modularização; na segunda, a habilidade adquirida seria parcialmente alterada na nova habilidade (alteração parcial da macro-estrutura) de acordo com a hipótese da adaptação estrutural. Uma tarefa motora envolvendo toques unimanuais a alvos espacialmente dispostos foi utilizada com diferentes disposições espaciais na tarefa mais complexa, com inserção de novos alvos à esquerda (GE) e à direita (GD). Para testar essas hipóteses foram conduzidos dois experimentos, com a ordem seqüencial dos toques pré-determinadas pelo próprio experimentador (experimento 1) e com a ordem seqüencial dos toques estabelecida pelo próprio participante (experimento 2). Nos dois experimentos a instrução aos participantes foi de tocar, o mais rápido possível, os alvos de forma seqüencial. Ambos experimentos consistiram de três etapas: fase de aquisição (aquisição da tarefa simples); teste de transferência (aquisição da tarefa complexa – tarefa simples mais a inclusão de dois novos alvos) e teste de retenção (tarefa complexa após 15 minutos

sem prática). As medidas utilizadas foram divididas em três grupos: de desempenho global – número de tentativas erradas, tempo total de movimento; de macro-estrutura – variabilidade do timing relativo, timing relativo de cada componente e variabilidade do timing relativo de cada componente; de micro-estrutura – variabilidade do tempo total de movimento, tempo de movimento de cada componente e variabilidade do tempo de movimento de cada componente. Os resultados do experimento 1, quando analisada a unidade básica, apresentaram tanto indícios favoráveis à hipótese da modularização (GD) quanto da adaptação estrutural (GE). Esses resultados podem ser explicados pelo maior nível de perturbação a que a unidade básica foi submetida no GE. Um outro aspecto importante foi à constatação de que o grupo que reestruturou a unidade básica apresentou tanto melhores resultados de desempenho global na tarefa mais complexa como uma macro-estrutura mais consistente. No experimento 2, os participantes foram livres para estabelecer a seqüência de toques, isso levou a constituição de oito grupos (quatro grupos realizaram a inserção dos novos sensores à esquerda e outras quatro grupos realizaram à direita), definidos com base no padrão de seqüência de toques que cada participante realizou ao final da fase de aquisição. Os resultados do experimento 2 também apresentaram indicativos favoráveis às duas hipóteses, porém foi constatado que o grupo que alterou a estrutura da unidade básica (GD[A5]) teve a inserção dos elementos à direita, diferentemente do experimento 1. Com base nesses resultados, foi possível inferir que somente a forma de estrutura espacialmente a tarefa não foi suficiente para determinar o comportamento da unidade básica quando em uma nova tarefa mais complexa. O mesmo ocorreu na análise da tarefa mais complexa, pois tanto o desempenho global quanto a variabilidade da macro-estrutura foram semelhantes entre os grupos. No seu conjunto, os resultados apontam na direção que o indivíduo pode utilizar tanto as estruturas adquiridas anteriormente sem alterá-las quanto reorganizá-las em novas estruturas. As condições que levam à predominância de um ou de outro resultado deve ser objetos de novas investigações.

Palavras chaves: modularização, processo adaptativo, aquisição de habilidades motoras

ABSTRACT

MODULARIZATION AND ADAPTATIVE PROCESS IN THE ACQUISITION OF MOTOR SKILLS

Auhor: LUCIANO BASSO

Supervisor: PROF. DR. EDISON DE JESUS MANOEL

The present study examined how skills formerly practised are used in the acquisition of a new skill. On the basis of a theoretical framework two hypotheses were formulated: First, the skill formerly practised would be fully maintained in the new task (that is, its macro-structure would no be perturbed by demands of the new task), this would be in line with the hypothesis of modularization; Second, the skill formerly practised would be partially modified in the new skill (that is, its macro-structure would be altered to a certain degree), this would be in line with the hypothesis of the adaptive process. The experimental task consisted of touching , with one hand, a serie of targets (sensitive templates) flush with a table, as fast as possible and in a given order. The complex task involved adding two new targerts to either side of the sequence of targets formerly practised which led to two experimental groups: GD, when the new targets were put in the right side of the sequence, and GE, when put in the left side. Two experiments were carried out differing on whether the sequence of touches were defined by the experimenter (experiment 1) or by the subject (experiment 2). Both experiments consisted of three phases: Acquisition (simple task); Transfer (simple task plus two new targets resulting in a complex task) and Retention (complex task, fifteen minutes after the end of the transfer phase). The measures used can be grouped in the three sets. The global performance measures

regarding the number of error trials and total movement time. The macro-structure measures refer to the variability of relative timing, the mean relative timing of each component and its variability. The micro-structure measures consisting of variability of total movement time, mean movement time of each component and its variability. The results of experiment 1, regarding the basic unit, showed some evidence suorting both hypothesis. This can be explained due to a major perturbation applied to the basic unit, particularly for GE. Another aspect worth notting was that the modification of the macro-structure of the basic unit was associated with better overall performance in the complex task and also with a more consistent macro-structure for the same task. In experiment 2, the inicial two groups were subdivided in eight sub-groups according to the sequential pattern established at will by the individuals. The results gave also support the both hypotheses. One group, in particular GD(A5), had the insertion of the new targets to the right side of the sequence like GD of experiment 1, but its macro-structure was modified unlike GD of experiment 1. This shows that spatial configuration *per se* is not enough to define how skill are organised and reorganised. In the same vein, the overall performance of the complex task and its macro-structure were similar among groups. In sum, the results indicate that the acquisition of a new skill may involve maintenance or alteration of the structure of the skills formerly practised. What are the conditions that lead to a predominance of one or other possibility should be object of new studies.

Key word: modularization, adaptive process, acquisition of motor skill

1 INTRODUÇÃO

A execução de uma tarefa motora como andar ou escrever envolve a realização de uma série de movimentos de todo o corpo. Os movimentos de membros superiores são amplos e inúmeros, os quais, associados à manutenção e alteração de posturas corporais, geram enormes problemas de controle e coordenação para o indivíduo. Ainda assim, ações motoras da vida diária, ocupacionais e recreativas são executadas por grande parcela da população com razoável sucesso, denotando harmonia e eficiência. Essas ações motoras podem ser vistas como sendo compostas por várias unidades, onde a tarefa do sistema controlador envolve a seleção e a organização espaço-temporal dessas unidades. A essa demanda adiciona-se o fato de que nem sempre essas unidades estarão disponíveis. Por exemplo, um bebê de quatro meses de idade efetua movimentos dos braços na tentativa de alcançar e agarrar objetos à sua volta. Ele apresentará um relativo sucesso para aproximar a mão do objeto, no entanto, a sua apreensão dificilmente ocorrerá, diferentemente do que acontece quando o objeto é colocado diretamente na sua mão por um adulto. Alcançar e apreender são duas ações motoras que estão se estabelecendo a essa altura da vida do bebê, mas a sua combinação numa única ação só ocorrerá mais adiante (THELEN, CORBETTA, KAMM, SPENCER, SCHNEIDER & ZERNICKE, 1993). Outros exemplos podem ser encontrados na segunda infância, quando uma criança de oito anos de idade, que domina a corrida e o quicar uma bola, busca efetuar essas duas ações numa só, correndo e quicando uma bola. Novamente, poderá se observar dificuldade na execução conjunta dessas ações.

Esses exemplos sugerem a existência de um processo no qual uma habilidade é adquirida e posteriormente combinada a outra habilidade num processo de formação de comportamentos mais complexos. Comumente se diz que tais comportamentos são mais complexos posto que envolvem um grande número de elementos e de interações entre eles (cf. TANI, MANOEL, KOKOBUN & PROENÇA, 1988). Ainda que essa descrição seja interessante para muitos autores, seja do ponto de vista teórico (CONNOLLY, 1986) ou aplicado (GALLAHUE & OZMUN, 1998), ela coloca uma série de desafios para sua investigação. Do ponto de vista operacional, ela implica a adoção de um conceito de

unidades de ação, as quais, uma vez adquiridas, são combinadas em novos padrões mais complexos. A escala temporal em que tal mudança acontece não se restringe apenas àquela tradicionalmente usada para caracterizar fenômenos de desenvolvimento motor, i.e., meses, anos, décadas. A formação de ações mais simples e sua combinação em ações mais complexas podem ocorrer em escalas temporais tipicamente características da aprendizagem motora. No laboratório, particularmente, é possível simular situações em que unidades ou comportamentos simples são aprendidos e, posteriormente, são solicitados na execução de uma ação mais complexa. Esse procedimento foi adotado na condução das investigações que serão relatadas à frente.

A preocupação em investigar a aquisição de habilidade e a sua eventual combinação em novas habilidades leva à uma reflexão sobre um conceito de difícil trato e de pouco consenso na área, o da unidade de ação. SCHMIDT, HEUER, GHODIAN e YOUNG (1998) relatam uma série de questões nessa direção: a) unidades de ação existem? b) como elas podem ser descritas, mensuradas ou identificadas? c) como diferenciar uma unidade de outra? A essas questões, pode-se ainda adicionar outras duas: d) qual a estrutura subjacente a essa unidade? e) como elas são adquiridas e utilizadas na aquisição de novas habilidades?

O presente estudo enfocou as duas últimas questões e para fundamentar teoricamente a sua abordagem procedeu-se à dissertação de três tópicos. Inicialmente, o conceito de programa motor foi considerado, posto que ele fornece base para o entendimento dos mecanismos subjacentes às unidades de ação. Em seguida, foram apresentados os modelos de aprendizagem motora com a finalidade de discutir a natureza desse processo. Finalmente, no terceiro e último tópico, foram tecidas algumas considerações sobre a escolha da habilidade motora para o estudo experimental.

2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS DO PROBLEMA

2.1 Programas motores e unidades de ação

Há um razoável acordo de que a execução de um movimento rápido, de curta duração e unimanual apresenta um padrão cinemático e neuromuscular que sugere ser sua organização estabelecida antes da movimentação (SCHMIDT, 1988). Esse padrão de atividade neuromuscular resulta da implementação de um programa motor, o qual pode ser considerado também como uma unidade de ação (YOUNG, SCHMIDT & LANGE, 1990). Pode-se dizer que tarefas motoras de longa duração e com vários segmentos corporais em ação envolveriam o recrutamento de várias unidades de ação ou programas simples, resultando na organização de um padrão de ação mais complexo.

Entretanto, antes de abordar como tais unidades ou programas são combinados para formar novos padrões é preciso considerar qual é a estrutura de tal programa. Para isso, será necessário considerar algumas concepções acerca de programas motores.

Vários aspectos foram considerados na proposição de programas motores, por exemplo, a velocidade com que ações motoras são executadas após um determinado estímulo, a fluência e a organização espaço-temporal de vários movimentos numa seqüência e a relativa independência que a produção de movimento tem do uso de feedback sensorial. Esses aspectos são considerados na definição clássica de programa motor apresentada por KEELE (1968). Segundo esse autor, um programa motor corresponderia a um conjunto de comandos motores enviados à musculatura antes da execução motora propriamente dita e com propósito de iniciá-la. O controle muscular ocorreria sem a necessidade de utilizar feedback sensorial. Para fins da construção da base teórica contida aqui algumas concepções de programa motor serão discutidas, quais sejam, o programa motor específico (KEELE, 1968, 1986), o programa motor generalizado (SCHMIDT, 1982), e o programa de ação hierarquicamente organizado (TANI, 1995, 2000).

A concepção de programa motor de KEELE (1968), já mencionada acima, levou a idéia de que a seqüência de comandos motores especificaria um determinado

padrão espacial de contrações musculares.

Um argumento a favor da idéia de programa motor originou-se de estudos em que os sujeitos eram capazes de realizar movimentos mesmo na ausência de feedback sensorial. Esses estudos utilizaram tanto de deafferentação real (em animais – TAUB, PERRELLA & BARRO, 1973) ou temporária (em humanos – ROTHWELL, TRAUB, DAY, OBESO, THOMAS & MARSDEN, 1982). Outro argumento a favor do programa motor foi o de que o processamento de feedback é muito lento para poder ser utilizado no controle de movimentos rápidos e balísticos. Em ações como digitar ou tocar piano, o intervalo entre os movimentos sucessivos é freqüentemente inferior a 100ms. Já o tempo estimado para processar um feedback visual é de 190 a 260ms (KEELE & POSNER, 1968), enquanto o processamento de um feedback cinestésico é superior a 100ms (GLENCROSS, 1977). Dessa forma, entende-se que o tempo para processar a informação sensorial é mais longo do que o tempo para completar a seqüência de movimentos sucessivos, particularmente em tarefas rápidas. Embora o feedback sensorial esteja presente, não há possibilidade de utilizá-lo no controle de movimentos, pois quando se percebe qualquer discrepância na execução, o movimento já está terminado. Isso implica que as informações necessárias para o controle de movimentos precisam estar disponíveis antes do seu início, assim, entende-se que os movimentos precisam ser pré-programados (TANI, 2000).

Outro aspecto importante para inferir a existência do programa motor diz respeito aos efeitos da antecipação. Se o padrão de movimento é programado centralmente e não dirigido por feedback sensorial, é concebível que o programa seja estruturado antes do início do movimento e o tempo necessário para programá-lo depende do seu nível de complexidade. Assim, quanto mais complexo o movimento, mais tempo se necessitaria para programá-lo. Isso pode ser verificado pela análise do tempo de reação (HENRY & ROGERS, 1960).

O conceito de KEELE (1968) sofreu inúmeras críticas. Por exemplo, a natureza do programa como uma entidade central capaz de especificar todos os detalhes do movimento foi fortemente criticada pelos proponentes e simpatizantes da teoria da ação, como REED (1982). O programa motor não seria capaz de conter todas as

informações para o controle do movimento, ainda mais quando se considera a quantidade de graus de liberdade do sistema motor e as variações do ambiente. No conjunto, isso traria uma enorme sobrecarga de processamento ao sistema nervoso (KUGLER, KELSO & TURVEY, 1980).

Por outro lado, a interpretação do programa motor como uma alternativa teórica à explicação do controle de movimento via feedback sensorial, especialmente em razão da sua limitação em termos de tempo de processamento, possibilitou uma melhor elaboração desse conceito com a incorporação de novas idéias e evidências empíricas. Como consequência, o conceito de programa motor continua a desempenhar um papel fundamental na área de comportamento motor, mais especialmente no estudo da natureza de representações cognitivas da seqüência de movimentos executados para atingir ações direcionadas à meta (COLLEY, 1989; KEELE, COHEN & IVRY 1990; REQUIN, 1992).

Dentro desse panorama, novas concepções de programa motor surgiram em decorrência de alguns questionamentos importantes que podem ser sintetizados em três pontos: armazenamento, novidade e complexidade (TANI, 1998).

A questão do armazenamento está relacionada com a característica do ser humano raramente executar o mesmo movimento duas vezes, seja por causa de alterações do meio ambiente ou pela quantidade de graus de liberdade do sistema efetor. Assim, se há um programa motor para cada movimento, o sistema nervoso central deveria ter uma capacidade de armazenamento demasiadamente grande, o que não parece ser uma estratégia comum ao sistema nervoso central (SCHMIDT, 1975).

A questão da novidade está ligada à capacidade que o ser humano possui de produzir movimentos que anteriormente nunca foram praticados. Não raro, observa-se que indivíduos habilidosos conseguem realizar padrões de movimentos em situações que nunca foram experimentadas anteriormente. Se o programa para cada padrão origina-se com a prática, como explicar a execução, com sucesso, de novos padrões sem essa prática prévia (SCHMIDT, 1975). Já a questão da complexidade está relacionada ao quão detalhadas são as especificações num programa motor, mesmo porque as especificações dos detalhes microscópios do movimento podem reduzir a variabilidade, mas, de modo inverso, pode provocar uma sobrecarga computacional adicional e também uma perda de

adaptabilidade. De acordo com BERNSTEIN (1967), as relações entre comandos motores e movimentos não são unívocas. Isso ocorre pela variabilidade presente nos detalhes de movimentos executados para atingir a mesma meta. Basicamente, essa não-univocalidade é interpretada como uma consequência de dois fatores: a imprevisibilidade das variações ambientais e as características não-lineares dos músculos, implicando diferentes efeitos produzidos pelos comandos motores dependente de suas condições iniciais (TURVEY, FITCH & TULLER, 1982). Portanto, a relação não-univocal é vista como algo incompatível com a noção de um programa motor como representação dos comandos motores responsáveis pelos finos detalhes de movimentos (TANI, 2000).

Uma tentativa para solucionar os problemas de armazenamento e novidade veio com a proposição de que não se armazena programas específicos, mas sim programas motores generalizados para uma dada classe de movimentos. Essa idéia está no bojo da Teoria de Esquema, proposta por SCHMIDT (1975, 1982). Basicamente, o programa motor generalizado é uma representação abstrata de uma classe de movimentos, por exemplo, o arremesso. Ele conteria os aspectos básicos do que consiste uma habilidade e que se aplicariam a qualquer situação em que essa habilidade fosse executada. Entretanto, a especificação concreta do programa para dar conta de uma determinada situação viria com a atuação de mais duas estruturas de memória, os chamados esquemas de lembrança e de reconhecimento. Essas estruturas consistem em regras para a produção e correção de movimentos, respectivamente. Por exemplo, o programa motor generalizado para o arremesso é especificado pelo esquema de lembrança para uma situação de arremessar uma bola de tênis a um alvo a 5 metros de distância. Após a execução desse arremesso, o esquema de reconhecimento detecta os possíveis sinais de erro. A Teoria de Esquema busca explicar a aquisição de habilidades motoras e por essa razão, Schmidt preconiza que com a prática de movimentos numa determinada categoria, são armazenadas várias relações sobre o padrão de movimento planejado e efetuado, sinais de erro e consequências sensoriais. O constante relacionamento dessas informações e suas variações levariam à formação de esquemas mais robustos.

O programa motor generalizado seria caracterizado pelos aspectos que se mantêm invariantes ao longo das tentativas como timing relativo, seqüenciamento e força

relativa. Há evidências empíricas sugerindo que uma classe de movimento abrangeria habilidades que apresentam o mesmo timing relativo (SCHMIDT, 1985). Já a flexibilidade do movimento é alcançada mediante a parametrização motora, sob responsabilidade do esquema, expressa nas variações do tempo total, força total e seleção dos grupos musculares selecionados (SCHMIDT, 1975).

A idéia de que com a prática, o indivíduo armazenaria regras para produção e avaliação de movimentos (esquema de lembrança e esquema de reconhecimento), contorna de certa forma o problema do armazenamento e da novidade. Essas regras são capazes de gerar um conjunto de variações numa resposta e avaliar os parâmetros e as conseqüências sensoriais de várias situações, mesmo que os movimentos nunca tenham sido realizados (SCHMIDT, 1975).

Muitos estudos têm dado sustentação às predições da idéia de programa motor generalizado a partir da identificação de aspectos invariantes de várias habilidades (TERZUOLO & VIVIANI, 1979; VIVIANI & TERZUOLO, 1980; SUMMERS, 1975; MANOEL, 1992; CARTER & SHAPIRO, 1984; MEYER, SMITH & WRIGHT, 1982; SHAPIRO, ZERNICKE, GREGOR & DIESTEL, 1981; HEUER, 1984). SUMMERS (1989), porém, chama a atenção para algumas limitações com respeito aos aspectos invariantes, por exemplo, quanto ao tipo de tarefa (unidirecional ou multidirecional), demandas específicas da tarefa (movimentos rítmicos ou de apontar) e com relação às fases de aprendizagem.

Além disso, não há na literatura, estudos orientados para a investigação da aquisição do programa motor generalizado (BRINKER, STABLER, WHITING & WIERINGEN, 1985). Outro aspecto que recebeu fortes críticas refere-se à idéia de que os parâmetros são adicionados posteriormente para complementar o programa selecionado, levantando questionamentos sobre como esses parâmetros são decididos. Isso deixa em aberto a questão sobre a necessidade ou não de um outro tipo de programa para realizar essas decisões, o que implicaria o chamado problema da regressão infinita (TANI, 1995, 2000). Em que pese esses problemas, é inegável o importante papel que o conceito de programa motor generalizado desempenhou e desempenha como fonte inspiradora de inúmeros estudos.

Propondo superar as limitações existentes na concepção de programa motor generalizado e ainda, abarcando a idéia da coexistência entre consistência e variabilidade na mesma estrutura, uma nova concepção de programa tem sido apresentada. Essa proposta tem como fundamentação teórica uma abordagem sistêmica do comportamento motor (FREUDENHEIM, 1999; MANOEL, 1993; MANOEL & CONNOLLY 1995, 1997; TANI 1995, 1998). Nessa concepção, características opostas como consistência e variabilidade, ordem e desordem, são vistas como complementares na ação habilidosa. O aumento de complexidade seria explicado mediante processos de adaptação estrutural do sistema que depende da variabilidade inerente ao programa.

Dentro dessa concepção, o programa de ação seria organizado hierarquicamente, em dois níveis: o macroscópico e o microscópico. O nível macroscópico ou a macro-estrutura do programa refere-se ao padrão que se forma a partir da interação de seus componentes, relacionando-se com a intenção e com os resultados no ambiente. Já a micro-estrutura refere-se ao comportamento de cada componente da habilidade. Na estrutura hierárquica de um programa de ação, cada componente não significa uma representação de uma unidade rígida e estereotipada da ação, mas algo que permite uma certa extensão de variação, a qual é essencial para a emergência da macro-estrutura. Entretanto, os graus de liberdade dos componentes são restringidos pela atuação da macro-estrutura (TANI, 1995, 1998).

Ainda segundo TANI (1995, 1998), no início do processo de aquisição de uma habilidade motora, a macro-estrutura deverá ser inconsistente, sendo mal definida no que se refere à organização espaço temporal, o que implica um excesso de graus de liberdade no comportamento de cada componente e também uma alta variabilidade na interação entre eles. Já a variabilidade na micro-estrutura, no início da aprendizagem, significa uma inconsistência típica do excessivo número de graus de liberdade do sistema. Com o processo de aquisição, o padrão de interação entre os componentes torna-se bem estabelecido e a macro-estrutura apresentará maior consistência no desempenho. Portanto, é importante reconhecer que a macro-estrutura não é uma entidade pré-organizada, rígida e bem definida que surge de algum lugar e determina como os componentes devem interagir. Ela pode ser entendida como uma ordem global emergente que resulta do inter-

relacionamento dinâmico dos elementos constituintes da ação.

De acordo com essa visão, a macro-estrutura estabelece restrições sobre a micro-estrutura, de modo que o aumento de consistência na primeira provoca redução de graus de liberdade na segunda. No entanto, é importante enfatizar que o princípio da redução de graus de liberdade, quando aplicado à micro-estrutura, deve ser visto como algo relativo, mesmo porque uma excessiva redução dos graus de liberdade na micro-estrutura pode causar uma perda de flexibilidade no programa de ação, reduzindo a sua capacidade de adaptar-se às demandas ambientais (CHOSHI¹ apud TANI, 1998). Portanto, quando a macro estrutura torna-se bem estruturada, como resultado da prática, significa que os graus de liberdade da micro-estrutura foram reduzidos até certo ponto, mas ainda mantêm um nível de variabilidade (TANI, 1998).

Seguindo a extensa literatura sobre aspectos variantes e invariantes, MANOEL e CONNOLLY (1994, 1997) e TANI (1995, 1998) comentam que na concepção de programa de ação hierarquicamente organizado, a macro-estrutura manifesta-se nos aspectos que se mantêm consistentes no desempenho (timing relativo, seqüenciamento, etc.), enquanto a micro-estrutura manifesta-se nos aspectos que variam no desempenho (tempo total de movimento, força total, etc.) (MANOEL & CONNOLLY, 1994, 1997; FREUDENHEIM, 1999; TANI, CONNOLLY & MANOEL, não publicado; TANI, 1995, 1998).

Assim, o programa não corresponde a uma estrutura rígida ou uma representação literal da seqüência de contrações musculares, mas sim a uma representação abstrata de alto nível que orienta a produção dos movimentos (SUMMERS, 1989; REQUIN, 1992), ou seja, o programa consistiria em representações das seqüências de movimentos que necessitam ser executadas para alcançar uma dada meta (WRIGHT, 1990). O acoplamento entre intenção, objetivo e ação também é considerado um aspecto representado no programa, sendo uma das características que definem o programa de ação (REQUIN, 1992). Devido a essa diferenciação, o termo programa motor foi substituído por programa de ação, posto que a representação central está muito mais ligada ao que fazer em relação à meta e não mais a quais músculos serão utilizados na tarefa.

¹ K. Choshi. *Thinking of health movement education*. Tokyo: Meiji Tosho, 1984. (In Japanese).

Com base nessa visão de programa, alguns estudos já foram realizados. dentre eles destacam-se os estudos de TANI (1995, 1998), FREUDENHEIM (1999) FREUDENHEIM e MANOEL (1999), MANOEL, FREUDENHEIM, BASSO e TANI (no prelo). Os dois primeiros estudos realizados por TANI (1995, 1998) tiveram como principal objetivo verificar a formação de um programa de ação organizado hierarquicamente, analisando-se como os aspectos da macro e micro-estrutura comportam-se ao longo do processo de aquisição, utilizando habilidades gráficas. No geral, os dois estudos ofereceram resultados favoráveis a formação de um programa de ação organizado hierarquicamente em dois níveis, pois as medidas referentes à macro-estrutura (timing relativo, tempo de pausa relativo, etc.) diminuíram seus níveis de variabilidade com a prática e ainda, mantiveram-se consistentes mesmo frente a perturbações. Esse mesmo resultado foi encontrado no estudo de FREUDENHEIM (1999), que descreveu o comportamento da macro e da micro-estrutura no programa de ação organizado hierarquicamente em diferentes momentos da fase de estabilização. Essa autora também encontrou alguns resultados favoráveis, haja vista que os aspectos invariantes mostraram maior estabilidade frente às perturbações.

Outro aspecto importante encontrado no estudo de FREUDENHEIM e MANOEL (1999) diz respeito à proximidade entre os momentos de início da estabilização das medidas de desempenho global (como um indicativo de estabilidade) e os de menor variabilidade da macro-estrutura. Essa coincidência não ocorreu com a variabilidade da micro-estrutura. Com base nesses resultados, os autores argumentaram que, como previsto, a diminuição da variabilidade da macro-estrutura expressa a formação de um programa de ação organizado hierarquicamente, o qual, por sua vez, reflete-se na estabilidade do desempenho global. Outra consideração importante foi quanto ao fato da consistência e da variabilidade não serem características mutuamente exclusivas, como apontou ADAMS (1971). Quando se diferencia a variabilidade da macro e a variabilidade da micro, a redução da primeira não implicou a redução da segunda, ou seja, a redução da variabilidade dos aspectos relacionados a interação entre os componentes (macro-estrutura) não implica na eliminação da variabilidade relacionada aos componentes em si (micro-estrutura) (FREUDENHEIM & MANOEL, 1999).

Em outro estudo, MANOEL et al. (no prelo) investigaram o comportamento da variabilidade da macro e micro-estruturas em um sujeito que teve prática extensiva (700 tentativas) num padrão gráfico semelhante ao utilizado no estudo de TANI (1995). No início da prática, a variabilidade da macro-estrutura diminuiu. Após o segundo dia, houve um aumento nessa variabilidade, aproximando-se dos valores apresentados no início da prática. É interessante notar que o desempenho global medido pelo tempo total de execução melhorou e com o passar da prática atinge um patamar que é mantido mesmo quando a variabilidade da macro-estrutura aumenta. Uma possível interpretação para esses resultados seria que o aumento na variabilidade da macro-estrutura ocorrida do meio para o fim da prática deu-se em virtude do sujeito estar procurando diferentes meios para alcançar o mesmo fim. A grande quantidade de prática levou o indivíduo a atingir um estado com grande redundância. Assim, pode-se entender que a variabilidade nesse período da prática não era um ruído para o sistema, mas corresponderia a um tipo de variabilidade denominada de funcional (MANOEL & CONNOLLY, 1995).

Apesar dos estudos sobre o programa de ação organizado hierarquicamente ainda serem iniciais, há vários resultados que são favoráveis a essa nova visão de programa.

Com base nessa síntese sobre o desenvolvimento do conceito de programa, a idéia de um programa de ação organizado hierarquicamente mostra-se uma visão interessante para o estudo da aquisição de habilidades motoras, pois tanto sua fundamentação teórica apresenta soluções satisfatórias aos problemas encontrados nas outras visões (problemas de armazenamento, novidade e aumento de complexidade) quanto em termos experimentais os primeiros resultados começam a se mostrarem favoráveis aos pressupostos teóricos. Com base nessas evidências, o presente estudo adota essa visão para investigar as questões da formação e combinação de programas.

2.2 Modelos de aprendizagem motora

Para investigar como programas de ação simples podem ser formados e utilizados na aquisição de novas habilidades mais complexas faz-se necessário recorrer

aos modelos teóricos que descrevem e explicam o processo de aquisição de habilidades motoras. As principais características da aquisição têm sido descritas de forma clássica por FITTS e POSNER (1967) e GENTILE (1972). As explicações para esse processo são encontradas nas Teorias de Circuito Fechado (ADAMS, 1971) e de Esquema Motor (SCHMIDT, 1975). Em ambos os casos, os modelos concentram-se na descrição/explicação da estabilização de uma habilidade específica. Mais recentemente, há um modelo que considera também a adaptação além da estabilidade na aprendizagem motora (TANI, 1982², 1989, 1995). Essas concepções são descritas a seguir juntamente com uma idéia oriunda da área de Desenvolvimento Motor acerca da modularização (CONNOLLY, 1970). Assim, será possível reunir subsídios para dar sustentação aos principais argumentos do presente estudo.

2.2.1 Aquisição de habilidade motora orientada à estabilização

Segundo SCHMIDT e WRISBERG (2001), muitos modelos tentam definir as características de performance dos indivíduos em diferentes estágios do processo de aprendizagem. De forma geral, as informações nesses modelos oferecem uma elegante descrição das atividades dos indivíduos durante os primeiros e últimos estágios de aprendizagem, juntamente com algumas das características de performance motora observáveis.

Em todos os casos, a aprendizagem inicial é caracterizada por tentativas do indivíduo de adquirir uma idéia do movimento (GENTILE, 1972) ou entender o padrão básico de coordenação (NEWELL, 1985). Para tanto, o indivíduo deve engajar-se num processo de resolução de problema, envolvendo o exercício de processos cognitivos (FITTS & POSNER, 1967) e verbais (ADAMS, 1971) aliados às tentativas físicas de execução da tarefa. Já nos estágios finais da aprendizagem, os indivíduos atingem um estágio em que a performance torna-se mais precisa e consistente, iniciando o processo de refinamento do padrão de movimento e detecção e correção dos seus próprios erros.

² G. TANI. O processo adaptativo na aprendizagem motora e suas implicações na organização do processo ensino-aprendizagem em educação física. (*Resumo da tese de doutorado*), 1982.

Devido ao fato desses modelos assemelharem-se em muito nas suas considerações e enfocarem os mesmo aspectos, exemplificar-se-á apenas o modelo de FITTS e POSNER (1967), pois esse é tido como um quadro fiel da descrição do processo de aprendizagem de habilidades motoras.

Segundo FITTS e POSNER (1967), na fase cognitiva, o indivíduo deve formular uma idéia do movimento a ser realizado, sendo que o mais importante é ter a compreensão total do objetivo da tarefa. Essa compreensão ajudará na definição da estratégia a ser utilizada (plano de ação), ou seja, é necessário entender o que é para ser feito para decidir como será feito.

Após a compreensão da tarefa e a definição do plano de ação, dá início a fase associativa, em que há a formação de um quadro de referência sobre o que deve ser executado e como. Isso ocorre com base nas informações contidas na instrução e no conhecimento de resultados a cada tentativa. Assim, o indivíduo poderá detectar erros e corrigi-los. Nessa fase, o indivíduo atinge uma relativa independência das informações do instrutor, pois sozinho consegue observar o erro e ajustar seu comportamento (ADAMS, 1971; SCHMIDT, 1975). Na terceira e última fase, o indivíduo produz ações com máxima certeza e mínimo gasto de tempo e energia. Nesse momento, o indivíduo apenas seleciona o plano de ação e sua computação torna-se altamente eficaz e rápida, razão pela qual essa fase é denominada de fase autônoma ou de automatização. A principal manifestação da automatização é a liberação da atenção do controle dos movimentos para outros aspectos do ambiente ou mesmo da execução de tarefas paralelas.

Uma omissão importante desse modelo diz respeito ao fato de que toda prática exerce seus efeitos sobre algo que já existe no indivíduo (CONNOLLY, 1970), isso é, a habilidade aprendida não é totalmente nova, tratando-se da modificação ou combinação de habilidades mais simples, já aprendidas. Dessa forma, apesar de ser um referencial importante para a aquisição de habilidades motoras, os modelos de FITTS e POSNER (1967), GENTILE (1972), ADAMS (1971) e NEWELL (1985), explicam a aprendizagem até a fase autônoma ou a automatização. Eles se prendem à formação de uma estrutura na aquisição de habilidades motoras, porém, como essa formação ocorre a partir de estruturas já existentes não foi explicada, ou simplesmente não foi considerada nesses

modelos. Por enfatizarem a automatização e estabilização, eles são denominados de modelos de equilíbrio (TANI, 1995).

MANOEL (1993) e TANI (1995) alertam que, além de se prenderem à fase de automatização, os modelos de equilíbrio têm dificuldades para tratar a coexistência de aspectos como ordem/desordem, estabilidade/instabilidade e consistência/variabilidade no comportamento motor. Nessa concepção, instabilidade, variabilidade e erro são vistos sempre como prejudiciais ao comportamento habilidoso e por isso devem ser reduzidos ou mesmo eliminados. A ênfase na estabilidade e o tratamento negativo dado aos papéis da variabilidade e instabilidade no processo, fazem com que os modelos de equilíbrio sejam limitados para explicar o aumento de complexidade na aquisição de habilidades motoras.

2.2.2 Aquisição de habilidade motora orientada ao processo adaptativo

Com base nas limitações citadas acima sobre os modelos de equilíbrio, CHOSHI e TANI³ (citado por TANI, 1995) e TANI, BASTOS, CASTRO, JESUS, SACAY e PASSOS (1992) têm sugerido um modelo de não-equilíbrio na investigação da aprendizagem motora. Nesse modelo, variabilidade e consistência, erros e acertos, ordem e desordem são vistos como complementares. A preocupação é explicar a aprendizagem além da estabilização do desempenho. Para esses autores, a estabilização representa apenas um estágio dentro de um processo contínuo de evolução que caracteriza a aprendizagem motora.

Nesse sentido, a aquisição de habilidades motoras é vista como um processo de desenvolvimento hierárquico (TANI, 1982, 1989), que compreende pelo menos duas fases: estabilização e adaptação. A fase de estabilização compreende a padronização de função resultando numa estrutura estável. A atuação do feedback negativo leva à construção de um quadro de referência que permite a detecção e correção de erros. Nessa fase, movimentos inicialmente inconsistentes vão sendo padronizados espacial e temporalmente. Ao atingir um estado estável, o comportamento torna-se resistente a perturbações do ambiente e da tarefa, isso

³ K. CHOSHI & G. TANI. Stable system and adaptive system in motor learning. In: *Japanese Association of Biomechanics* (Ed.). The science of movement. V. Tokyo: Kyorin, 1993. (In Japanese).

não implica em rigidez, mas numa delimitação da variação comportamental, pois essas perturbações seriam acomodadas pelas mudanças em valores especificados (por exemplo, velocidade, tempo de movimento, nível de força, etc.) no programa, denominada de adaptação paramétrica. Entretanto, dentre as situações que o indivíduo enfrenta no dia-a-dia, podem ocorrer aquelas cujas modificações necessárias no padrão de movimento excedem a capacidade de ajustamento ao mesmo, ou seja, as alterações ambientais podem ser de tal magnitude que a estrutura formada é incapaz de gerar as modificações necessárias. Nesse caso, instala-se um estado de desordem e instabilidade. A fase de adaptação estrutural inicia-se nesse momento caracterizando uma quebra de estabilidade. Há um dismantelamento parcial da estrutura, ocorrendo à formação de uma nova estrutura a partir da já existente. A esse processo se seguirá uma nova estabilização, mas num nível superior de complexidade (TANI et al., 1992; TANI, CONNOLLY & MANOEL, 1996). Com isso, o processo de aquisição de habilidades motoras compreende um processo cíclico e dinâmico de instabilidade-estabilidade-instabilidade, que resulta em um aumento crescente de complexidade do comportamento.

As diferentes adaptações mencionadas podem ser observadas intra-tarefa e inter-tarefa. Na adaptação intra-tarefa a mesma habilidade é modificada, em virtude da instabilidade gerada a partir da interação dinâmica do indivíduo com a tarefa e o ambiente (TANI, 1982; TANI et al., 1992). Na adaptação inter-tarefa há a inclusão e combinação de novos componentes às habilidades estabilizadas, gerando habilidades mais complexas (MANOEL, 1993, 1998). Dessa forma, o estudo da complexidade em habilidades motoras pode seguir duas vias. Na primeira, busca-se investigar como uma habilidade vai se modificando ao longo do eixo temporal (por exemplo, CORRÊA, 2001; BENDA, 2001; TANI, 1995). Nesse processo, uma habilidade como a bandeja do basquetebol vai se tornando mais complexa na forma como é organizada e na variedade com que os meios de execução são implementados para concluí-la. Isso garante à habilidade, uma maior certeza na realização de metas ambientais e denota um grau de adaptabilidade motora. Assim, é possível observar que dois indivíduos - um iniciante e um jogador profissional - executam com sucesso esse fundamento do basquetebol, no entanto, há, entre eles, uma clara distinção na qualidade e na confiabilidade da realização. Essa diferença é reflexo dos diferentes graus de complexidade em que a habilidade desses indivíduos se encontram. O curso das modificações que ocorrem na habilidade pode ser descrito como um processo que envolve um ciclo de instabilidade-estabilidade-instabilidade. A estabilização motora e

a adaptação estrutural são fases que, segundo TANI (1995), constituem etapas essenciais desse ciclo.

Na segunda via, vê-se a preocupação em se investigar como habilidades que foram adquiridas se combinam a outras para formar novas habilidades. Aqui, a noção de complexidade reside no número de habilidades que irão compor a nova habilidade e nas relações que serão estabelecidas entre elas. Por exemplo, a cortada do voleibol poderia ser decomposta em várias ações (componentes) mais simples previamente adquiridas, como corrida, salto, rebatida e queda. Nesse caso, uma forma de investigação residiria na análise do comportamento dos componentes isoladamente, das relações entre eles e considerando as eventuais modificações que aconteceriam para acomodá-los em uma única tarefa, nesse caso, a cortada no voleibol.

Se o estudo da complexidade intra-tarefa, descrito acima, constitui uma nova perspectiva para a investigação da aprendizagem motora, o estudo da complexidade inter-tarefa, colocado na segunda via, traz uma possibilidade de se abordar experimentalmente um dos pressupostos que vários estudiosos do desenvolvimento motor assumem: o desenvolvimento envolveria a contínua combinação de habilidades simples em habilidades mais complexas. Há, evidentemente, outros processos que constituem o desenvolvimento (CONNOLLY, 1970, 1986; THELEN, 1986; THELEN & SMITH, 1994), entretanto, o estudo da combinação de habilidades motoras proporciona meios metodológicos que simulam uma parte importante do desenvolvimento (MANOEL, 1989, 1993, 1998).

2.2.3 Aumento de complexidade inter-tarefa na aquisição de habilidades motoras

As idéias de formação de programas de ação simples e sua utilização em padrões de movimento mais complexos têm um forte apelo para a área de Desenvolvimento Motor. O ponto de partida seria que o controle da ação motora está ligado a uma representação abstrata, denominada de programa de ação, a qual compreende a seqüência de eventos necessários para se atingir uma meta (CONNOLLY,

1977). Esse programa é constituído por unidades que anteriormente foram adquiridas na forma de programas mais simples, ou seja, habilidades simples que, ao serem aprendidas, tornaram-se unidades básicas de programas de ação mais complexos. As unidades básicas que compõem o programa de ação são consideradas como análogas a sub-rotinas, unidades que fazem parte de um programa que governa computadores. A sub-rotina é considerada como um ato, cuja execução é uma condição necessária, mas não suficiente para a execução de seqüências de sub-rotinas, hierarquicamente organizadas e mais complexas, nas quais ela é incluída (ELLIOTT & CONNOLLY, 1974). Dessa forma, é definida claramente a disposição hierárquica de níveis superiores e inferiores de controle do sistema nervoso central, pois as sub-rotinas correspondem às unidades automatizadas de movimento que, em algum momento, foram programas, mas por causa dos processos de mudança, foram delegadas ao controle de níveis mais inferiores do sistema nervoso central.

Entretanto, para que essa unidade básica ou sub-rotina torne-se parte de uma seqüência mais complexa, ela deveria passar por um processo denominado de modularização (BRUNER, 1970; CONNOLLY, 1973). Na modularização, uma unidade torna-se padronizada, altamente previsível e consistente. Assim, ela representa o processo pelo qual se supõe que programas de ação, uma vez adquiridos (consistentes e padronizados), podem tornar-se componentes de programas mais complexos. A sub-rotina seria uma unidade modular na medida em que ela pode ser colocada em outros programas, em contextos diferentes daqueles em que ela foi adquirida (CONNOLLY, 1973). A modularização corresponderia à estabilização da habilidade, apresentando como diferencial a liberação dessa unidade para compor programas mais complexos.

Um dos aspectos mais importantes da concepção modular diz respeito à noção de que as sub-rotinas podem ser organizadas e justapostas numa infinidade de formas para solucionar novos problemas. Nesse sentido, a ação motora habilidosa é "generativa", visto que uma série mínima de regras permite a produção de uma ampla gama de regras de transformação e que um grande número de padrões de ação podem ser gerados (BRUNER, 1970). A partir desse referencial, alguns estudos foram realizados, investigando tanto a existência da unidade modular como também as suas características.

CONNOLLY (1973), CONNOLLY e ELLIOTT (1972) e CONNOLLY e DALGLEISH (1989, 1993) investigaram, em bebês e crianças pré-escolares, a idéia das unidades modulares em habilidades motoras manipulativas (com pincel, blocos de madeira e colher). Eles perceberam que, inicialmente, as crianças utilizam-se de vários tipos de preensão para atingir um mesmo objetivo e que o número de preensões diminuiu gradativamente, apresentando, em seguida, um conjunto restrito e estável de preensões. Ao mesmo tempo, as crianças utilizavam essas preensões nas mais diversas situações. Com isso, os autores inferiram que, uma vez estabilizado, o programa seria utilizado como uma unidade modular em programas mais complexos.

MOSS e HOGG (1983) estudaram as idéias de modularização em uma tarefa manipulativa de encaixe de objetos, na qual as crianças de um ano de idade tinham que combinar diferentes movimentos manipulativos para cumprir seu objetivo. Assim, para que essas unidades fossem efetuadas em seqüência, seria necessária a organização de um programa de ação mais complexo. Inicialmente, as crianças tiveram oportunidade de experimentar a execução dos componentes isoladamente. Posteriormente, as crianças foram expostas a uma tarefa em que as unidades eram realizadas em conjunto, denotando a existência de um programa mais complexo. O ponto central era verificar se a estabilização das unidades seria necessária para a elaboração de um programa mais complexo. Entretanto, ao contrário do que preconizava a hipótese da modularização, as unidades tornaram-se mais variáveis dentro do contexto em que se exigia uma ação mais complexa.

Outros estudos foram desenvolvidos por CONNOLLY e MANOEL (1991), MANOEL (1993), MANOEL e CONNOLLY (1994, 1997), no intuito de descrever as características da unidade em situações naturais. Esses estudos basearam-se nas pesquisas realizadas sobre a preensão manual e uso de instrumento de CONNOLLY (1973), CONNOLLY e ELLIOTT (1972), CONNOLLY e DALGLEISH (1989, 1993). Nos novos estudos foram considerados também os movimentos dos dedos (movimentos intrínsecos) na manipulação dos objetos. Os resultados encontrados corroboraram com os resultados encontrados anteriormente, que apresentavam aumento da consistência no uso de preensão manuais com a idade. Entretanto, com o aumento da idade, passou a haver uma

variação maior na utilização de movimentos intrínsecos. Assim, concluiu-se que a variabilidade do comportamento não era eliminada, mas passava a estar presente em outros elementos do comportamento (nesse caso, para os movimentos dos dedos) (MANOEL, 1993).

A existência da unidade modular ainda é uma questão mal resolvida. Por exemplo, BISHOP e HARRISON (1977), VIVIANI (1986), MANOEL (1993) e KHARRAZ-TAVAKOL, EGGERT, MAI e STRAUBE (2000) encontraram evidências, ao contrário de MARTENIUK e ROMANOW (1983).

Essa controvérsia pode ser fruto da forma com que a unidade modular foi inicialmente tratada. Segundo MANOEL (1993) e MANOEL e CONNOLLY (1997), há dois problemas nessa concepção. Primeiro, a noção de que a estabilidade da unidade seria suficiente para garantir sua inserção num programa mais complexo. Nesse caso, desconsiderou-se, por exemplo, o fato de que para ser parte e atuar na formação do novo programa, a unidade modular deveria passar por modificações.

Segundo, a ênfase colocada na estabilidade da unidade modular acarretaria também numa visão pouco favorável ao papel da sua variabilidade. Assim, acabou-se por negligenciar o papel que variabilidade da unidade modular desempenharia na reorganização dos programas existentes em outros, novos e mais complexos. Apenas o segundo aspecto foi considerado nos estudos realizados por Manoel, tanto para habilidades seriadas (MANOEL, 1993) quanto para habilidades gráficas (MANOEL, 1998).

Em resumo, o conjunto desses estudos sugere a necessidade de se pensar na unidade modular de uma forma mais dinâmica e diferente do que aquela originariamente proposta no início dos anos 70 do século passado. Há necessidade de se considerar cautelosamente o que é mantido e o que é modificado na unidade quando ela é combinada com outras unidades na formação de novos programas (MANOEL, 1998). A unidade deve abarcar simultaneamente consistência e variabilidade. O programa mais complexo exige que as unidades mais simples apresentem um certo grau de flexibilidade para que possam interagir entre si de forma dinâmica. Essa relação paradoxal entre consistência e variabilidade tem sido explorada em alguns trabalhos (MANOEL, 1993; MANOEL &

CONNOLLY, 1995, 1997; TANI 1995), nos quais elas são vistas como características complementares do programa.

Dessa forma, o que se nota é um problema na concepção de programa motor da época em que a idéia de unidade modular foi testada. Com base nesses problemas, MANOEL (1998) uniu a concepção de programa de ação organizado hierarquicamente (apresentado no capítulo anterior) com as idéias de modularização de BRUNER (1970) e CONNOLLY (1973) e supôs que a modularização seria um processo em que há formação e transferência de um programa de ação cuja macro-estrutura é consistente e a micro-estrutura pode ser variável. Com base nessas idéias, o autor argumenta que se há uma unidade modular, ela deveria manter sua identidade quando fosse utilizada na composição de um programa mais complexo, ou seja, a macro-estrutura estabilizada do programa mais simples não seria perturbada quando utilizada no programa mais complexo. Até o momento, os resultados confirmaram parcialmente essa hipótese, isso é, a macro e micro-estruturas apresentaram uma diminuição gradual de sua variabilidade durante a aquisição do padrão simples. Porém, na fase em que a tarefa mais complexa é executada, algumas medidas de macro-estrutura mantiveram-se constantes como a variabilidade do timing relativo, enquanto outras não, por exemplo, o seqüenciamento.

Considerando unidades de ação como programas de ação organizado hierarquicamente é possível estabelecer um paralelo entre as idéias referentes ao processo adaptativo e as de modularização, em sua versão dos anos 70 do século passado. Mais especificamente, para se confirmar a hipótese de modularização seria necessário identificar a presença desses módulos nas habilidades mais complexas. Nesse caso, ocorreria a manutenção da macro-estrutura da unidade dentro do programa mais complexo com as mudanças ocorrendo na micro-estrutura. Nesse sentido, modularização e adaptação paramétrica seriam processos semelhantes. Por outro lado, se a combinação de uma unidade com outra demandar modificações estruturais em cada uma delas, poder-se-ia dizer que uma adaptação estrutural estaria em curso, sendo ela a principal responsável para que haja a formação do programa mais complexo. Nesse caso, a combinação ocorreria com base na modificação parcial da macro-estrutura da unidade. Cabe aqui, ressaltar um ponto da teoria hierárquica que dá sustentação à noção de

programa de ação: a relação todo e parte é relativizada. Por exemplo, a unidade modular possui uma macro-estrutura que lhe confere identidade e assim é um todo em si. No entanto, ao ser combinada a outras unidades ela deixa de ser todo para ser parte de um programa mais complexo, ou seja, haveria um nível superior - a macro-estrutura do programa mais complexo - que exerceria influência sobre o comportamento das unidades. Tal influência demandaria modificações importantes na macro-estrutura da unidade de cada unidade modular, as quais juntas comporiam a micro-estrutura de um programa maior.

2.3 Síntese e hipóteses gerais de estudo

Considerando os pressupostos teóricos bem como algumas evidências empíricas, pode-se sugerir duas vias para a formação de novos programas com base na combinação de programas mais simples. Na primeira, programas mais complexos seriam formados pela combinação de módulos, os quais seriam programas de ação mais simples que passaram por um processo de estabilização. A inserção desses programas estáveis em programas mais complexos caracterizaria a modularização. Dentro dessa concepção, só a estabilização da unidade simples seria suficiente para a construção de habilidades mais complexas; quando muito, haveria uma adaptação paramétrica, isto é, haveria um aumento de variabilidade da micro-estrutura dessas unidades. Na segunda via, a formação de programas mais complexos dependeria ocorreria em duas fases: estabilização da unidade e a adaptação estrutural. O desafio de efetuar uma tarefa mais complexa faria com que as unidades mais simples fossem desestabilizadas ao serem combinadas num único programa implicando em um desmantelamento parcial da macro-estrutura da unidade.

A prevalência de um ou outro processo pode estar associado à forma como a tarefa mais complexa é estruturada. Nesse sentido, o aumento de complexidade da tarefa pode ser visto de duas maneiras: aumento no número de unidades envolvidas na nova tarefa e aumento da interação entre essas unidades. No caso do estudo de MANOEL (1998), o aumento de complexidade esteve associado à inclusão de uma nova unidade,

com pouca preocupação sobre a interação entre essa unidade e outra já existente. Dessa forma, uma questão que pode ser elaborada refere-se ao efeito de diferentes estruturações da tarefa complexa na formação de padrões mais complexos. Poder-se-ia supor que diferentes tipos de combinação entre as unidades estabilizadas apresentariam diferentes comportamentos da macro e micro-estrutura na tarefa mais complexa, particularmente no que diz respeito ao que é mantido e ao que é modificado na unidade. As possibilidades são várias desde a completa manutenção dos aspectos da macro-estrutura da unidade simples no programa mais complexo (correspondendo a modularização), passando pelo desmantelamento parcial ou até total da macro-estrutura da habilidade (implicando numa adaptação estrutural). Segundo MANOEL (1998), os resultados acerca desse processo ainda são inconclusivos e, portanto, merecem novos estudos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi investigar como habilidades previamente adquiridas são utilizadas na aquisição de uma nova habilidade motora. A partir da manipulação da estruturação espacial da tarefa mais complexa buscou-se verificar como uma habilidade adquirida seria utilizada na prática de uma habilidade mais complexa.

3 OBJETIVO E HIPÓTESES DO ESTUDO

O propósito do presente estudo foi investigar como habilidades previamente adquiridas são utilizadas na aquisição de uma nova habilidade motora. Com base nas posições teóricas apresentadas e discutidas previamente, foi possível estabelecer duas hipóteses:

- 1) Se a macro-estrutura previamente adquirida for mantida ao ser inserida na nova habilidade, então a habilidade da primeira será mantida dentro da segunda. A confirmação dessa hipótese seria favorável à idéia de que a formação de novos programas de ação ocorreria com base na estabilização de programas mais simples e sua conseqüente modularização.
- 2) Se a macro-estrutura previamente adquirida for modificada parcialmente ao ser inserida na nova habilidade, então a habilidade original será também

modificada de forma parcial. A confirmação dessa hipótese seria favorável à idéia de que a formação de novos programas de ação dependeria não só da estabilização, mas também, do processo de adaptação estrutural de programas mais simples.

A aquisição da nova habilidade pode envolver uma modificação total da habilidade mais simples. Nesse caso, haveria necessidade de um referencial teórico alternativo em relação às duas posições teóricas já mencionadas.

4 MODELO EXPERIMENTAL

4.1 Considerações sobre a habilidade motora escolhida

Além de um modelo teórico adequado para investigar as hipóteses do presente estudo, faz-se necessário também elaborar um modelo experimental apropriado, pois segundo TANI (1995), a seleção da tarefa apropriada, o uso de medidas adequadas e a escolha de um delineamento experimental que permita mudanças na tarefa são aspectos importantes para o estudo da formação, reorganização e emergência da estrutura no processo de aquisição de habilidades motoras. Dessa forma, serão apresentadas algumas considerações sobre a tarefa selecionada, critérios para elaborar a tarefa mais complexa e as medidas utilizadas.

4.2 Taxonomia e a seleção da tarefa

Uma discussão atual na literatura de Comportamento Motor é a de que a especificidade da tarefa desempenha um papel fulcral na construção de teorias do comportamento motor (SUMMERS, 1998; TANI, 1995). Por exemplo, os modelos de controle motor, circuito aberto e circuito fechado estão intimamente ligados ao tipo de movimento que o indivíduo realiza, balísticos no caso do circuito aberto, contínuos no caso de circuito fechado (SCHMIDT & WRISBERG, 2001). O mesmo pode-se dizer das

teorias de aprendizagem motora, a de Esquema Motor, baseada em habilidades discretas (SCHMIDT, 1975) e a de Circuito Fechado, baseada em habilidades contínuas (ADAMS, 1971). Mais recentemente, tem-se observado que a teoria de sistemas dinâmicos é bem orientada para movimentos rítmicos e periódicos, como no caso de habilidades cíclicas (SUMMERS, 1998).

Embora se tenha o cuidado, em muitos casos, de especificar a tarefa motora para a qual a teoria se aplica, não há dúvida de que os intérpretes dessa teoria hipotética irão buscar generalizá-la para um conjunto bastante variado de habilidades. Nesse processo, descobre-se que a aplicabilidade da teoria é restrita. Uma alternativa para lidar com esse problema é estabelecer uma taxonomia de habilidades e testá-la nesse conjunto de habilidades. Dessa forma, para a investigação da combinação de habilidades motoras, sugere-se a seguinte taxonomia:

1) habilidades com predominância de demanda espacial: tem-se como exemplo as habilidades gráficas como escrever, desenhar. Nessa classe, a combinação pode ser feita com a inclusão de um novo padrão gráfico junto ao já praticado (por exemplo, MANOEL, 1998; MANOEL, BASSO, CORREA & TANI, 2002). Têm-se ainda, as habilidades de posicionamento de membro superior em direção a alvos dispostos de forma variada no espaço, como em tarefas de laboratório onde o indivíduo deve tocar com a mão, ou o pé, num conjunto de alvos. Essa habilidade, que pode também ser denominada de seriada (MANOEL, 1992), possibilita estabelecer combinações com o aumento do número de componentes (novos alvos a serem tocados) (MANOEL, 1993).

2) habilidades com predominância de demanda temporal: tem-se, como exemplo, tarefas que exigem a realização de movimentos num certo ritmo, como em tarefas de polirritmos em que se têm várias combinações possíveis (2:1, 2:3, 2:3:2, etc.). O aumento da complexidade se dá por meio da inclusão de novos ritmos.

3) habilidades com predominância da demanda espacial-temporal: tem-se, como exemplo, tarefas em que o indivíduo deve executar uma seqüência de movimentos, como tocar com a mão numa série de alvos dispostos de forma variada no espaço em consonância com algum evento temporal como o deslocamento de objeto ou o acendimento de diodos em uma canaleta (BENDA, 2001; CORRÊA, 2001; MANOEL &

CONNOLLY, 1995). Nesse caso, o indivíduo tem como preocupação ajustar os movimentos à demanda espacial (tocar os alvos) e temporal (fazer a coincidência temporal dos eventos motores e eventos externos). Nessa categoria, o aumento de complexidade pode-se dar pelo aumento no número de sensores, assim como pelo aumento do número de estímulos perceptivos.

4) habilidades naturais: nesse caso, seriam consideradas as chamadas habilidades básicas ou padrões fundamentais de movimento como correr, saltar, arremessar, chutar, receber, rebater, etc. Cada uma dessas habilidades tem características próprias, mas que poderiam ser agrupadas em habilidades discretas e contínuas. Por exemplo, é possível investigar como ocorre a combinação entre duas habilidades discretas, entre duas habilidade contínuas, entre uma habilidade contínua e outra discreta e vice-versa (GIMENEZ, MANOEL, LUSTOSA & BASSO, no prelo).

Com base nessa taxonomia, optou-se pela utilização de habilidades com demanda espacial de natureza seriada de tocar alvos, como a utilizada por FISCHMAN (1984), MANOEL (1992, 1993) e BURTON (1987, 1986). Nessa tarefa, os vários elementos são definidos com base nos toques dos diversos sensores. Com isso, a principal característica dessa habilidade é que seus componentes são claramente identificáveis, além de poderem ser combinados de modo relativamente livre na produção de resposta, pois a seqüência de toques pode ser feita de forma que o participante pode definir a sua própria seqüência. A partir da análise das relações entre os vários elementos, é possível analisar o próprio padrão de movimento. Por essa razão, foi escolhida a habilidade seriada de tocar alvos numa seqüência.

4.3 Medidas

A escolha da tarefa de tocar alvos seqüenciais possibilitou a utilização de oito medidas que foram divididas em três grupos: medidas de desempenho global, medidas de macro-estrutura e medidas de micro-estrutura da habilidade.

As medidas de desempenho global possibilitaram acompanhar a melhora do desempenho - recurso tradicionalmente utilizado para inferir sobre o processo de

aquisição de habilidades motoras. No presente experimento, essas medidas também serão utilizadas para identificar patamares de desempenho, o que servirá como indicativo de estabilização.

As medidas de macro-estrutura e micro-estrutura estão relacionadas com as características absolutas e relativas da habilidade motora. Em ambos os casos foram calculados tanto a magnitude (média aritmética/moda) como a variabilidade (coeficiente de variabilidade de Pearson). As medidas de macro-estrutura exprimem a interação entre os componentes que envolvem a ação. Já as medidas de micro-estrutura correspondem a ação de cada componente. Supondo, por exemplo, que um indivíduo realize apenas duas tentativas e gaste quantidades de tempo de movimento diferentes para realizar os toques (componentes), haveria variabilidade na micro-estrutura. Porém, não haveria variabilidade na macro-estrutura desde que a pessoa consumisse porcentagens de tempo de movimento iguais, nas duas tentativas, para realizar um mesmo conjunto de toques.

As medidas de timing relativo (magnitude e variabilidade) e seqüenciamento (moda e variabilidade), por serem medidas que refletem o padrão de interação entre os componentes, ou seja, os aspectos invariáveis do comportamento habilidoso, serão consideradas à macro-estrutura do programa de ação. As medidas de tempo de movimento de cada componente (média e variabilidade), por serem medidas que refletem os aspectos variáveis do comportamento habilidoso, serão relacionadas à micro-estrutura do programa de ação (TANI, 1995).

Tanto as medidas de variabilidade do timing relativo de cada componente como a variabilidade do tempo de movimento de cada componente foram utilizadas para observar como se comporta a variabilidade do componente adjacente aos novos componentes inseridos na tarefa mais complexa.

4.4 Critérios para a nova tarefa

Outro aspecto metodológico importante diz respeito aos critérios para elaborar o padrão espacial da nova tarefa mais complexa. No presente estudo, eles foram baseados nas noções de programação on-line e pré-programação (BURTON, 1987; FISCHMAN,

1984; MANOEL, 1993). De acordo com esses princípios, quando se tem uma série de ações a ser executada, existe uma maior propensão de realizar-se as últimas ações on-line com predominância do uso de feedback na regulação das ações (BURTON, 1987). Assim, a elaboração de diferentes configurações espaciais da tarefa mais complexa se fez mediante a alteração da localização dos novos componentes (à esquerda e à direita do padrão mais simples). A localização do novo padrão pode interferir na macro-estrutura da unidade básica da seguinte forma: se o novo padrão vem após a unidade básica, isso coloca a unidade básica mais suscetível a um processamento on-line e conseqüentemente a uma maior perturbação que levaria a um eventual abandono do módulo (macro-estrutura seria instável); se, por outro lado, o novo padrão vem antes da unidade básica, aumentam as chances dessa unidade ser pré-programada e assim ter sua execução baseada num módulo (com a macro-estrutura se mantendo estável). Nesse caso, a perturbação seria menor, de forma que eventuais ajustes por conta da inserção num padrão mais complexo seriam efetuados com base num aumento da variabilidade da micro-estrutura.

4.5 Considerações a respeito do seqüenciamento

Poucos são os estudos que analisam como o seqüenciamento da ação é estabelecido durante o processo de aquisição de habilidades motoras quando da investigação de formação de unidades e na combinação em ações mais complexas. Esse é um aspecto importante, já que é possível verificar como as diferentes unidades vão se combinando, mantendo, unindo e modificando. Dentro dessas possibilidades seria interessante observar em que medida o seqüenciamento das unidades mantém-se ou modifica-se em função da combinação num nível superior, isto é, da ação mais complexa.

Estudos etológicos sobre o comportamento animal têm mostrado uma relativa dependência do seqüenciamento de unidades em relação ao todo (FENTRESS, 1991). No estudo de MANOEL (1998), foi observado que das medidas referentes à macro-estrutura da unidade só o seqüenciamento foi alterado quando a tarefa mais complexa foi realizada. Com base nesses resultados, a tarefa escolhida no presente estudo possibilita fixar ou deixar livre a ordem de toques nos alvos, ou seja, o seqüenciamento pode ser pré-

determinado⁴ ou livre. Assim, será possível analisar as diferentes formas de seqüenciamento e a sua variabilidade em situações nas quais o sujeito tenha liberdade de tocar os alvos numa dada ordem ou não. Isso possibilitará verificar, de forma mais contundente, como o seqüenciamento é estabelecido. No caso da manutenção do seqüenciamento da unidade dentro do padrão mais complexo será obtida uma evidência importante para explicar esse processo com base na modularização. Todavia, a alteração parcial do seqüenciamento no novo padrão será indicativo de adaptação estrutural na combinação de unidades simples em complexas.

Particularmente, quando o seqüenciamento é livre, será possível observar se há algumas restrições atuantes no estabelecimento da ordem da ação. Assim, o presente estudo será semelhante aos estudos com habilidades manipulativas de desenho e escrita, já que o seqüenciamento nessas tarefas também é livre. Nesses estudos, observou-se que há algumas regras atuando no seqüenciamento de traços em um determinado desenho/escrita. Essas regras são denominadas de gramática da ação (GOODNOW & LEVINE, 1973). E parecem agir de forma probabilística e não determinística, isto é, há uma série de fatores específicos (culturais) e não específicos (biológicos) que exercem influência sobre a ordem dos traços a serem executados. Além disso, TANI (1995) ressalta que, dependendo do padrão gráfico a ser executado, uma regra pode ter mais força que outra, assim, não existe uma única forma, mas sim uma maior tendência dos sujeitos se comportarem de uma ou de outra forma, de acordo com a gramática da ação e do padrão gráfico.

Com base nas idéias da gramática da ação, poder-se-á analisar a existência da ocorrência de algum tipo de regra na habilidade escolhida, observando se os indivíduos apresentam alguns padrões incomuns de execução durante a fase de aquisição, e ainda, se essas regras vão se manter quando for executada a nova tarefa mais complexa. Apresentando assim, mais um fator a ser analisado no processo da formação e combinação de unidades mais simples em ações mais complexas.

⁴ Quem estabelece o seqüenciamento das ações é o indivíduo, independentemente da tarefa apresentar uma configuração espacial pré-determinada ou não. Obviamente, com a configuração espacial definida, o sujeito tem uma menor liberdade de decidir o seqüenciamento das ações.

5 EXPERIMENTO 1

O presente experimento envolveu a aquisição de uma habilidade motora seguida da prática de uma nova habilidade, na qual a habilidade previamente praticada estava inserida.

A formação de uma habilidade com base na utilização de habilidades mais simples pode ser condicionada pelas características espaciais da tarefa complexa. Por exemplo, o seqüenciamento da ação em habilidades gráficas é dirigido pela chamada gramática da ação, que guarda relação com as características espaciais do padrão gráfico da tarefa. MANOEL (1998) sugeriu que a combinação da habilidade simples num padrão mais complexo dependia da configuração espacial da habilidade simples em relação ao todo do padrão gráfico. Os dados acerca desse aspecto ainda são inconclusivos. Além disso, é possível que fatores condicionantes da programação motora também influenciam esse processo. Por exemplo, configurações espaciais que favorecem a programação deveriam levar a uma facilitação do uso da mesma habilidade na formação da nova. Essa possibilidade foi verificada no estudo a ser relatado a seguir.

5.1 Material e método

5.1.1 Amostra

Participaram desse experimento quarenta e cinco alunos voluntários da Escola Estadual João Sampaio de Londrina-Pr. Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, de acordo com a configuração espacial da tarefa, como será explicado abaixo: GE (n=21) com idade média de $13,2 \pm 0,5$ anos e o GD (n=24) com idade média de $12,8 \pm 0,8$ anos. O GE foi composto por 11 meninos e 10 meninas e o GD foi composto por 11 meninos e 13 meninas. Nenhum dos participantes teve experiência anterior com a tarefa realizada.

5.1.2 Equipamento e tarefa experimental

O equipamento utilizado é composto de uma canaleta, uma mesa de resposta, sensores e um computador (FIGURA 1). A canaleta tem 200 cm de comprimento, 10 centímetros de largura e 10 centímetros de altura. Sobre a canaleta estão dispostos 90 diodos. O primeiro diodo funciona como sinal de alerta. Essa canaleta é semelhante àquela do temporizador de antecipação de Bassin, muito utilizado em estudos de aprendizagem motora.

A mesa de resposta é de madeira, com 70 centímetros de comprimento, 90 centímetros de largura e seis centímetros de altura. Sobre a mesa, estão dispostos os sensores retangulares (alvos) medindo cinco centímetros de largura e quinze centímetros de comprimento. Essa mesa permite a elaboração de diferentes configurações no que se refere ao número e tamanho do sensor, distância entre eles e sua disposição espacial. O computador utilizado foi um notebook COMPAQ PRESARIO XL1200. A canaleta, os sensores e o computador funcionavam interligados por um *software* que controlava o início de acendimento dos diodos, a seqüência e a velocidade de acendimento.

O *software* também registrava as seguintes medidas: o tempo total de execução da tarefa (tempo gasto para tocar todos os sensores); o tempo parcial de cada toque, ou seja, o tempo gasto entre o toque em um sensor e o próximo; o timing relativo, isto é, a proporção dos tempos parciais em relação ao tempo total; a seqüência dos toques nos sensores.

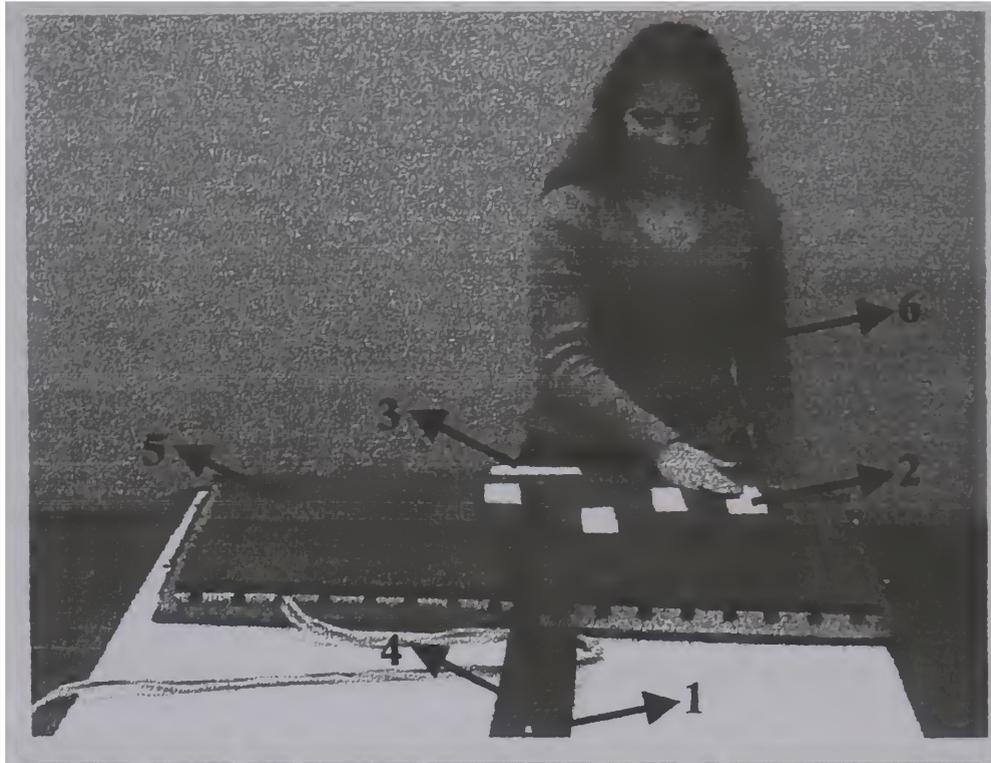


FIGURA 1 - Esquema da situação experimental. Led de alerta (1), sensores (2), local de posicionamento da mão antes do início do movimento (3), canaleta (4), mesa (5), participante (6).

Na tarefa experimental os indivíduos foram solicitados a realizar uma série de toques a alvos definidos previamente, numa ordem também definida a princípio. Essa tarefa deveria ser realizada na maior velocidade possível de forma que o feedback aumentado fornecido destacava não só os possíveis erros de execução, como também o tempo total obtido em cada execução.

A tarefa inicial (praticada na primeira parte do experimento) consistia de quatro alvos a serem tocados numa determinada ordem (ver FIGURA 2 mais adiante). Em virtude dos possíveis efeitos da configuração espacial, optou-se por delinear duas tarefas na segunda parte do experimento. Com a introdução dos novos sensores, a tarefa tornou-se mais complexa, entretanto, parte dela continha os mesmos elementos da tarefa originalmente praticada. Com essa configuração foi possível testar se uma habilidade adquirida poderia compor uma habilidade nova e mais complexa.

5.1.3 Delineamento e hipóteses

O experimento teve três etapas: a fase de aquisição, o teste de transferência e o de retenção. Na fase de aquisição todos os participantes realizaram toques manuais em quatro sensores (FIGURA 2), numa tarefa denominada simples. Para realizar o teste de transferência e retenção os participantes foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos, o primeiro grupo realizou a tarefa em que os novos sensores foram colocados à esquerda dos sensores utilizados na tarefa da fase de aquisição (GE). Já, para o segundo grupo, os novos sensores foram colocados à direita dos sensores da tarefa adquirida na fase de aquisição (GD). As tarefas com os novos sensores foram denominadas de tarefas mais complexas (FIGURA 2). A estruturação temporal dos toques nos quatro sensores da tarefa adquirida na fase de aquisição serviu para caracterizar a unidade básica.

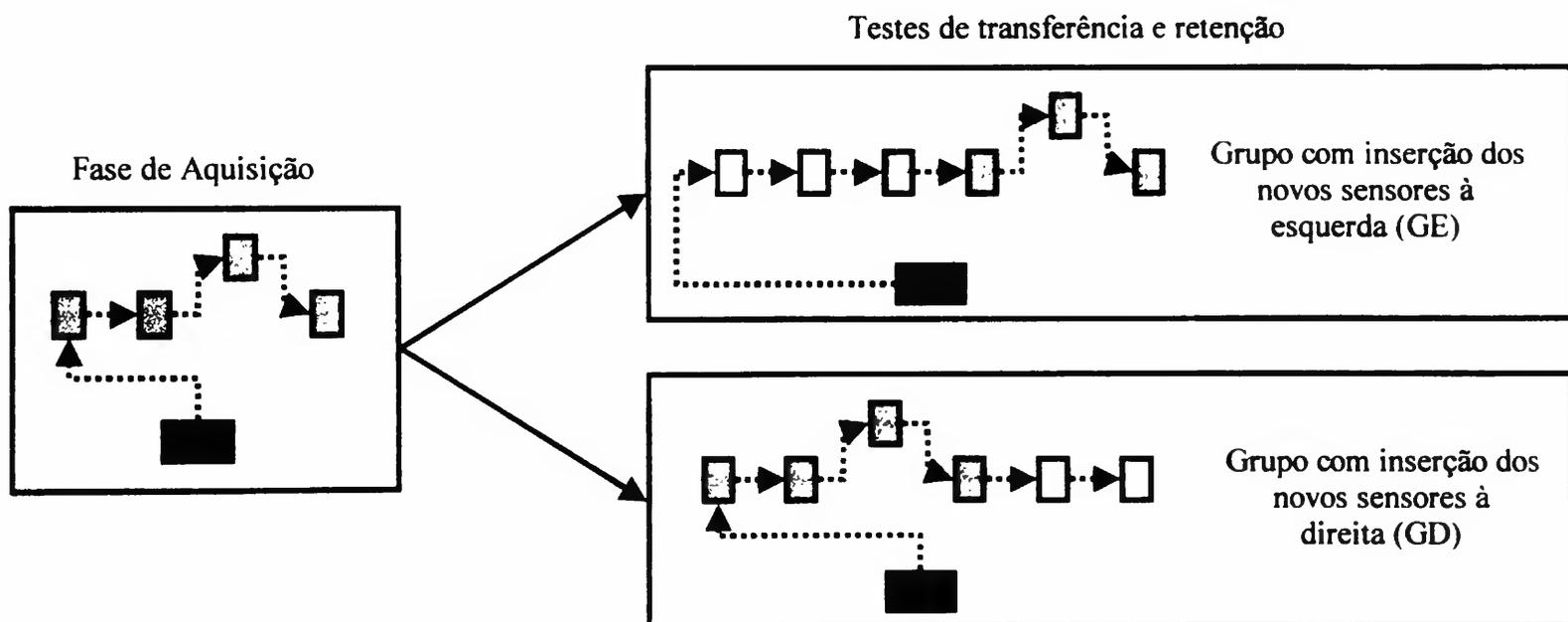


FIGURA 2 - Disposição espacial dos sensores na fase de aquisição e nos testes de transferência e retenção para os dois grupos.

A fase de aquisição constou de 40 tentativas, quantidade de prática suficiente para estabilizar o desempenho global conforme foi constatado em estudos piloto. Nesses estudos foram realizados até 80 tentativas para a fase de aquisição, porém observou-se o começo da estabilização do desempenho global a partir da vigésima tentativa. Os testes de transferência e retenção foram constituídos de 20 tentativas cada um, sendo o teste de

transferência realizado logo em seguida à fase de aquisição e o teste de retenção foi realizado 15 minutos após o teste de transferência.

Em relação às previsões e hipóteses do estudo é preciso considerar inicialmente dois pontos. Primeiro, a colocação dos novos sensores poderia interferir na programação antecipada dos movimentos aos alvos já conhecidos. Mais especificamente, esperava-se que a colocação dos alvos novos anteriormente aos já conhecidos iria perturbar o programa formado previamente para esses alvos. Ao mesmo tempo, a colocação dos sensores novos após a unidade já adquirida não afetaria a programação dessa unidade. Segundo, com a aquisição da habilidade inicial, o sistema ganha uma condição de vantagem para enfrentar as dificuldades da nova habilidade. Dessa forma, poder-se-ia esperar que o programa originalmente formado fosse mantido na nova habilidade de forma independente da configuração espacial. Assim, pode-se estabelecer as seguintes hipóteses para o experimento 1:

H₁: A macro-estrutura do programa referente à habilidade previamente adquirida será totalmente mantida dentro da nova habilidade, nos testes de transferência e de retenção, para os dois grupos, GD e GE, isto é, de forma independente da configuração espacial;

H₂: A macro-estrutura do programa referente à habilidade previamente adquirida será totalmente mantida dentro da nova habilidade, nos testes de transferência e de retenção, apenas para o grupo GD. Enquanto no GE ela será totalmente modificada.

H₃: A macro-estrutura do programa referente à habilidade previamente adquirida será parcialmente modificada dentro da nova habilidade, nos testes de transferência e de retenção, para os dois grupos, GD e GE, isto é, de forma independente da configuração espacial;

H₄: A macro-estrutura do programa referente à habilidade previamente adquirida será parcialmente modificada dentro da nova habilidade, nos testes de transferência e de retenção, apenas para o grupo GD. Enquanto no GE ela será totalmente modificada.

As hipóteses um e três estariam de acordo com as proposições de que a aquisição de habilidades envolve somente modularização e a adaptação estrutural, respectivamente. No caso das hipóteses dois e quatro, o mesmo é válido com o adendo de que a configuração espacial irá afetar de forma decisiva a utilização da habilidade conhecida na nova tarefa. Mais especificamente, a colocação dos novos elementos antes dos componentes da habilidade original iria perturbar o programa formado, provavelmente desmantelando-o por completo. Assim, o grupo GE apresentaria sempre grande instabilidade da macro-estrutura nas fases de transferência e retenção.

5.1.4 Procedimento

O estudo foi realizado nas instalações da Escola Estadual João Sampaio em Londrina - Pr, na presença de um experimentador e um assistente. Os indivíduos foram conduzidos individualmente a uma sala, que se encontrava somente com os equipamentos para coleta de dados, onde receberam as informações e executaram as tarefas.

Quando a criança chegava na sala, ela era posicionada de pé em frente à mesa de resposta. Era verificado se ela conseguia tocar todos os sensores sem restrições (no estudo piloto, notou-se que os participantes preferiam realizar a tarefa de pé). A partir desse momento, era apresentado o aparelho, sendo dadas as explicações sobre a canaleta (posicionada à frente do participante, num ângulo de 30° - PAYNE, 1987) e o funcionamento do equipamento (diodo de alerta, acendimento dos demais diodos e sensores).

Na execução das tarefas, os participantes foram orientados da seguinte forma:

- a) deixar uma das mãos sobre a marca na mesa (o próprio participante escolhia com qual mão preferiria realizar todas as tentativas);
- b) quando acendesse o primeiro diodo (diodo de alerta), o participante deveria ficar em alerta, pois a qualquer momento o sinal luminoso seria acionado e o participante deveria tocar uma seqüência fixa de sensores o mais rápido possível, conforme a tarefa.

- Na tarefa simples a ordem dos sensores foram: 1, 2, 3 e 4;
- Na tarefa mais complexa, para o GD, a ordem de toque dos sensores foi: 1, 2, 3, 4, 5 e 6;
- Na tarefa mais complexa, para o GE, a ordem de toque dos sensores foi: 5, 6, 1, 2, 3 e 4.

Após cada tentativa, foi informado ao participante o tempo gasto (em milissegundos) para realizar todos os toques. O intervalo entre as tentativas foi aproximadamente de 10 a 15 segundos. Caso o participante tocasse duas vezes o mesmo sensor e/ou esquecesse de tocar algum sensor, ou mesmo realizasse outra seqüência que não a previamente estabelecida, a tentativa era desconsiderada e o tempo gasto para executar a tarefa não era passado para o participante. No entanto, mesmo que acontecesse algumas dessas situações, ele deveria completar a tarefa.

Ao terminar a tarefa simples (fase de aquisição), o experimentador inseria os novos sensores e comentava sobre a realização da tarefa mais complexa. Após a execução de 20 tentativas da tarefa mais complexa (teste de transferência), o participante ficava sentado em uma cadeira fora da sala, por aproximadamente 15 minutos, com a possibilidade de ler algumas revistas, no entanto, não foi controlado o que realmente o participante realizava. Na seqüência, o participante executou mais 20 tentativas da tarefa mais complexa (teste de retenção).

5.1.5 Medidas

Foram utilizadas nove medidas compreendidas em três grupos: desempenho global, macro-estrutura e micro-estrutura. As tentativas foram agrupadas em blocos de cinco, sendo utilizada a sua média. Quando o número de tentativas de um bloco era inferior a três tentativas, a média do bloco era substituída pela média geral do grupo.

5.1.5.1 Medidas de desempenho global

Tempo total de movimento (ms): média da soma dos tempos gastos na realização de todos os toques, em cada um dos blocos. Essa medida expressou o tempo gasto por cada sujeito para executar toda a tarefa.

Número de tentativas erradas: média da soma das tentativas executadas erradas, em cada um dos blocos. Foi considerada errada a tentativa em que o participante tocou duas vezes um mesmo sensor, realizou uma seqüência diferente daquela estabelecida pelo experimentador e/ou esqueceu de tocar um dos sensores.

5.1.5.2 Medidas de macro-estrutura

Variabilidade do timing relativo: média dos coeficientes de variabilidade de Pearson intra-sujeito da proporção do tempo de movimento de cada sensor em relação ao tempo total de movimento, no bloco de tentativas.

Variabilidade do timing relativo de cada componente: média dos coeficientes de variabilidade de Pearson intra-sujeitos da duração relativa para a execução de cada um dos componentes.

Timing relativo de cada componente: média dos tempos relativos gastos para executar cada um dos componentes, sendo que o tempo relativo advém da relação do tempo de movimento de cada componente pelo tempo total de movimento.

5.1.5.3 Medidas de micro-estrutura

Tempo de movimento de cada componente: média do tempo gasto para tocar cada um dos sensores.

Variabilidade do tempo total de movimento: média dos coeficientes de variabilidade de Pearson intra-sujeitos da duração absoluta para a execução dos toques nos sensores que compõem a unidade.

Variabilidade do tempo de movimento de cada componente: média dos coeficientes de variabilidade de pearson intra-sujeitos da duração absoluta para a realização do toque de um sensor para o outro.

5.1.6 Análise estatística

Para as medidas referentes a estrutura da unidade básica foram utilizados:

- 1) O teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way 2 grupos * 8 blocos) para analisar o comportamento das medidas ao longo da fase de aquisição. Caso fossem encontradas diferenças pela Anova, foi então utilizado o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) com nível de significância de 0,05 para detectar o local das diferenças.
- 2) O teste de análise de variância simples para medidas repetidas (Anova One-way blocos) para analisar se houve alterações entre os blocos da fase de aquisição para os blocos dos testes de transferência e retenção para cada um dos grupos. Caso fossem encontradas diferenças pela Anova, foi então utilizado o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) com nível de significância de 0,05 para detectar o local das diferenças.
- 3) O teste de análise de variância para medidas repetidas de Friedman para analisar o comportamento das medidas ao longo da fase de aquisição para cada grupo na medida do número de tentativas erradas. Caso fossem encontradas diferenças, foi utilizado o teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0017). No entanto, quando não encontrado o local por esse procedimento, analisou-se as diferenças com base no p menor que 0,05 (GREEN, SALKIND & ANKEY, 2000).

Para analisar a formação da unidade mais complexa em relação à unidade básica foi utilizado:

- 1) O teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way 2 grupos * 9 blocos) para analisar o comportamento das medidas entre a unidade básica e a unidade formada na tarefa mais complexa. Caso fossem encontradas diferenças pela Anova, foi então utilizado o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) com nível de significância de 0,05 para detectar o local das diferenças.

5.2 Resultados

Inicialmente, foi analisado o comportamento da unidade básica (4 sensores) nos três momentos do experimento (fase de aquisição e os testes de transferência e retenção) para investigar se houve manutenção da macro e micro-estrutura da unidade previamente adquirida na tarefa mais complexa em razão das diferentes estruturas espaciais. Posteriormente, foi analisado o comportamento da unidade básica (representada pelo oitavo bloco da fase de aquisição) em relação à nova unidade formada na tarefa mais complexa (blocos dos testes de transferência e retenção) para investigar como foi a formação da unidade mais complexa em função das diferentes estruturas espaciais.

5.2.1 Resultados do comportamento da unidade básica na fase de aquisição, teste de transferência e retenção

As medidas do número de tentativas erradas e do tempo total de movimento foram apresentadas para avaliar se houve a estabilização do desempenho global da unidade básica ao longo da fase de aquisição e se o mesmo foi mantido quando realizada a tarefa mais complexa (testes de transferência e retenção).

Posteriormente, foram apresentadas as medidas de timing relativo de cada

componente, variabilidade do timing relativo, tempo de movimento de cada componente e variabilidade do tempo total de movimento para analisar como ocorreu a estabilização dos aspectos da micro e macro-estrutura da unidade básica e se os mesmos foram mantidos quando a tarefa mais complexa foi realizada.

Para analisar o comportamento da variabilidade do componente adjacente ao novo componente inserido na tarefa mais complexa, foi analisada a variabilidade do timing relativo e a variabilidade do tempo de movimento do componente um para o GE e a variabilidade do timing relativo e variabilidade do tempo de movimento do componente três para o GD.

5.2.1.1 Medidas de desempenho global

5.2.1.1.1 Número de tentativas erradas

O número de tentativas erradas durante a fase de aquisição difere-se entre os grupos, pois o GE sempre se manteve igual a zero, mas o GD diminuiu gradualmente o número de tentativas erradas, mantendo-se igual a zero durante a maior parte da fase de aquisição, porém, no último bloco, voltou aos mesmos níveis dos primeiros blocos (FIGURA 3). Essas diferenças foram confirmadas, pois para o GD o teste de análise de variância para medidas repetidas de Friedman apresentou diferenças significativas entre os blocos⁵, sendo que o teste de Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do *p* menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A1 e A5. Com esses resultados, entendeu-se que o número de tentativas erradas diminuiu no decorrer da prática e manteve-se consistente no final da fase de aquisição para GD. Já o teste de análise de variância para medidas repetidas de Friedman para o GE não apresentou diferenças significativas entre os blocos durante a fase de aquisição. No entanto, os valores de tentativas erradas já no início da prática foram muito baixos. Com esses

⁵ Os valores de todos os testes estatísticos do experimento 1 estão no ANEXO I.

resultados, entendeu-se que o número de tentativas erradas manteve-se estabilizado para o GD e para o GE a partir do bloco A5 da fase de aquisição.

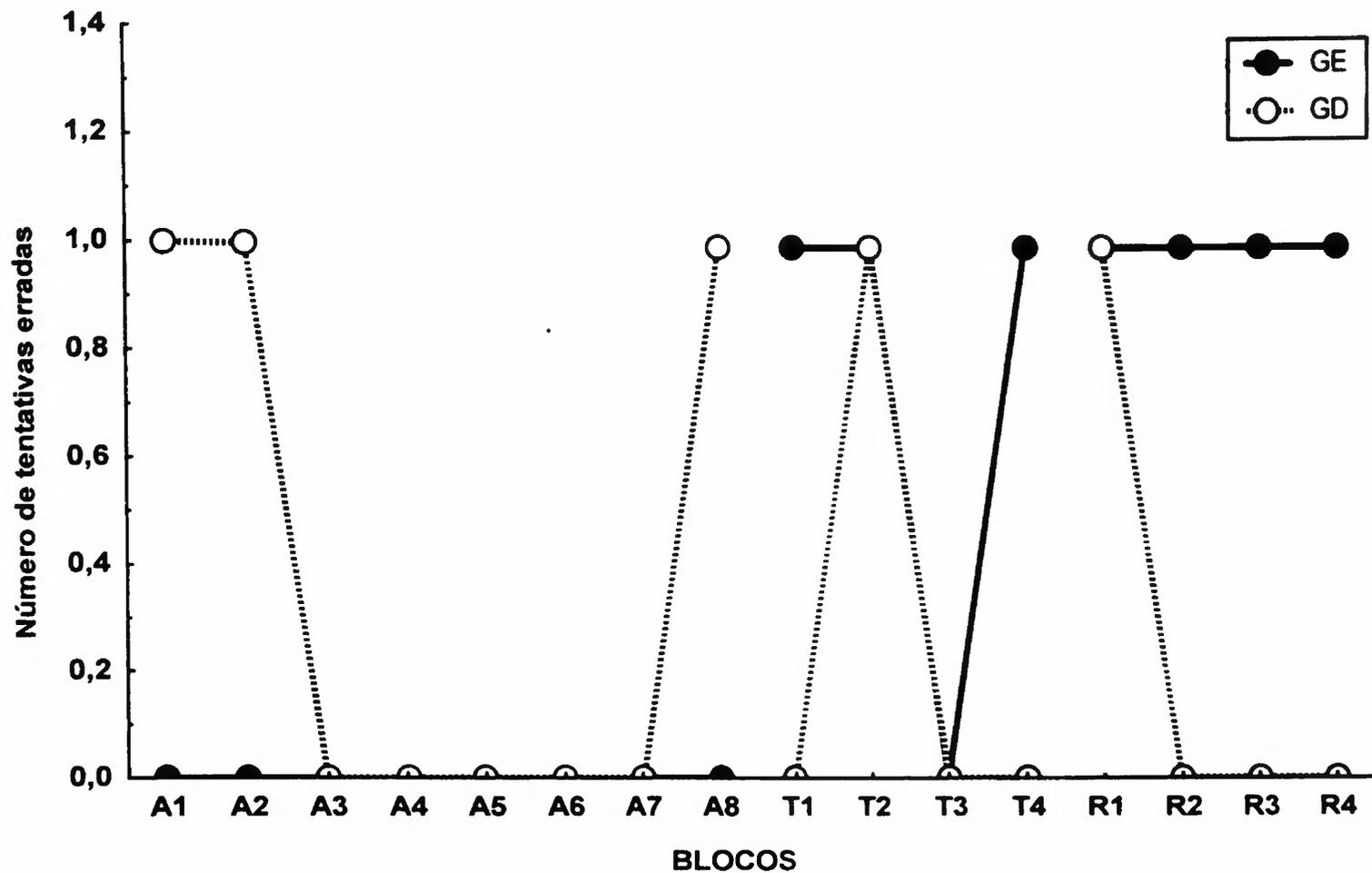


FIGURA 3 - Mediana do número de tentativas erradas executadas por bloco para GE e GD.

A comparação entre o último bloco da fase de aquisição e os blocos dos testes de transferência e retenção para o GE mostram um aumento e manutenção desse aumento em todos os blocos dos testes, com exceção do bloco T3. No entanto, esse comportamento não é confirmado pelo teste de análise de variância para medidas repetidas de Friedman, pois o mesmo não apresenta diferenças significativas entre os blocos. O mesmo acontece com o GD, uma vez que o teste de análise de variância para medidas repetidas de Friedman também não apresentou diferenças significativas entre os blocos. Com base nesses resultados, tem-se que o número de tentativas erradas da unidade básica manteve-se nos mesmos níveis quando realizada a tarefa mais complexa, independentemente das diferentes estruturas espaciais dos novos componentes.

5.2.1.1.2 Tempo total de movimento

Os valores médios do tempo total de movimento (TTM) para ambos os grupos diminuíram gradualmente ao longo dos blocos da fase de aquisição (FIGURA 4), indicando uma melhoria na velocidade para executar a tarefa. O teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 grupos * 8 blocos) apresentou efeito significativo somente para o fator bloco, sendo que o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou diferenças significativas entre o primeiro bloco (A1) e todos os demais (A2 a A8) bem como entre o segundo bloco (A2) e os blocos A5 e A8. Para essa medida, não houve efeito dos fatores interação e nem grupo. Com esse resultado, tem-se que o TTM diminuiu ao longo da fase de aquisição e manteve-se estabilizado, pois não houve diferenças significativas entre os últimos blocos.

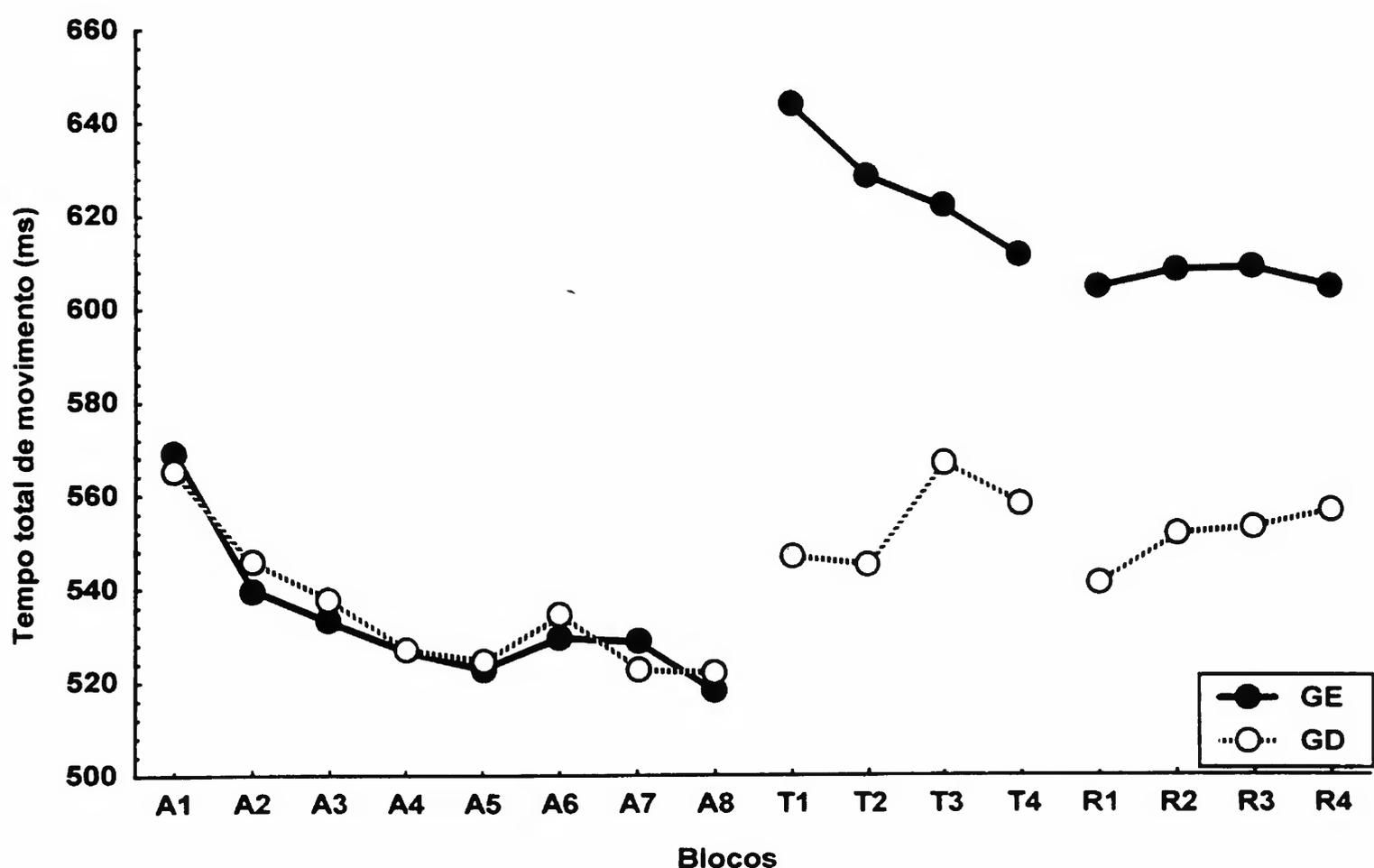


FIGURA 4 - Média do tempo total de movimento no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando analisado o TTM da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se um aumento para ambos os grupos, pois os valores médios de todos os blocos dos testes de transferência e retenção apresentam-se mais elevados do que o último bloco da fase de

aquisição (FIGURA 4). Esse comportamento foi confirmado pelas duas análises de variâncias a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 Blocos), as quais apresentaram diferenças significativas tanto para GE quanto para o GD. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) para o GE indicou que essas diferenças ocorreram entre o último bloco da fase de aquisição (A8) e todos os blocos dos testes de transferência e retenção. Já para o GD o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que essas diferenças ocorreram entre o último bloco da fase de aquisição e os blocos T4, R2, R3 e R4.

De forma geral, na fase de aquisição, o desempenho global melhorou de forma significativa para ambos os grupos, uma vez que houve diferença significativa (diminuição dos valores médios) entre os blocos iniciais no tempo total de movimento e número de tentativas erradas. Outro aspecto constatado foi a estabilização do desempenho global ao final da fase de aquisição, pois não houve diferenças significativas entre os últimos blocos da fase de aquisição.

O nível de desempenho global da unidade básica (atingido ao final da fase de aquisição), não foi mantido em relação ao nível de desempenho dessa unidade na tarefa mais complexa, pois houve um aumento significativo no tempo total de movimento para ambos os grupos na tarefa mais complexa. Além disso, a forma de estruturação espacial da tarefa mais complexa afetou os grupos de forma diferenciada, pois o GE apresentou valores superiores no tempo total de movimento em relação ao GD, ou seja, a inserção dos novos sensores afetou o desempenho de ambos os grupos, porém as diferentes estruturas espaciais dos novos sensores afetaram o desempenho de forma particular.

A análise da macro e micro-estrutura do programa formado na fase de aquisição permitirá visualizar como esse desempenho foi atingido.

5.2.1.2 Medidas de macro-estrutura

5.2.1.2.1 Timing relativo

A tarefa simples (fase de aquisição) constou de quatro sensores, o que propiciou a análise de três timing relativos (TRc1, TRc2 e TRc3). Os resultados referentes

a cada um deles serão apresentados de forma separada para analisar como cada um deles se comportou na fase de aquisição e ainda, se ocorreram ou não alterações no momento em que os novos sensores foram incluídos.

5.2.1.2.1.1 Timing relativo do componente 1

A FIGURA 5 representa o comportamento do timing relativo do componente 1 (TRc1), o qual apresenta um aumento nos valores médios de forma sensível para ambos os grupos. Esse comportamento pode ser entendido somente como tendência, pois o teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 grupos * 8 blocos) não apresentou efeito para a interação, blocos e nem para grupo. Com esses resultados, entende-se que o TRc1 manteve-se estabilizado ao longo da fase de aquisição para ambos os grupos.

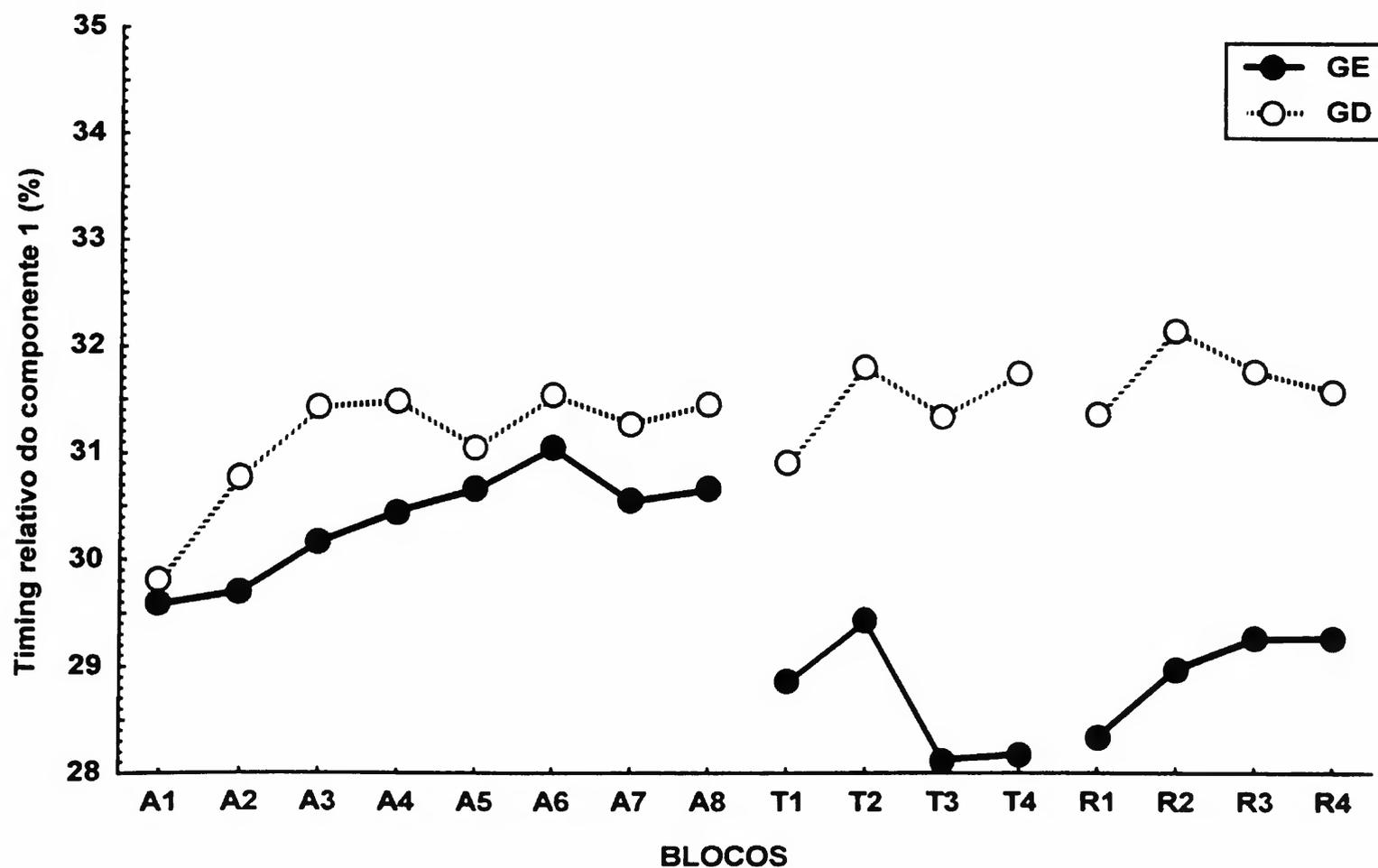


FIGURA 5 - Média do timing relativo do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.

Uma vez observada a manutenção do TRc1, foram analisados o último bloco da fase de aquisição com os blocos dos testes de transferência e retenção da unidade básica, os quais diminuíram para o GE e foram constantes para o GD. O teste de análise de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos) para o GE confirmou a diminuição, pois apresentou diferenças significativas entre os blocos analisados. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que essas diferenças ocorreram entre o último bloco da fase de aquisição e os blocos T3, T4, R1. Já para o GD a análise de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos) não apresentou diferenças significativas entre os blocos analisados. Dessa forma, a inclusão dos novos sensores acarretou em alterações no TRc1 só para o GE. No entanto, essas alterações não foram duradouras, uma vez que as diferenças aconteceram somente entre três blocos dos testes de transferência e retenção.

5.2.1.2.1.2 Timing relativo do componente 2

O timing relativo do segundo componente (TRc2) diminuiu durante a fase de aquisição para ambos os grupos (FIGURA 6). Essa diminuição foi confirmada pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (ANOVA Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos), pois ele apresentou diferenças significativas somente para o fator bloco. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que ocorreram diferenças significativas entre o primeiro bloco e todos os demais. Não havendo diferenças entre os últimos blocos, pode-se inferir que o TRc2 manteve-se consistente na maior parte da fase de aquisição.

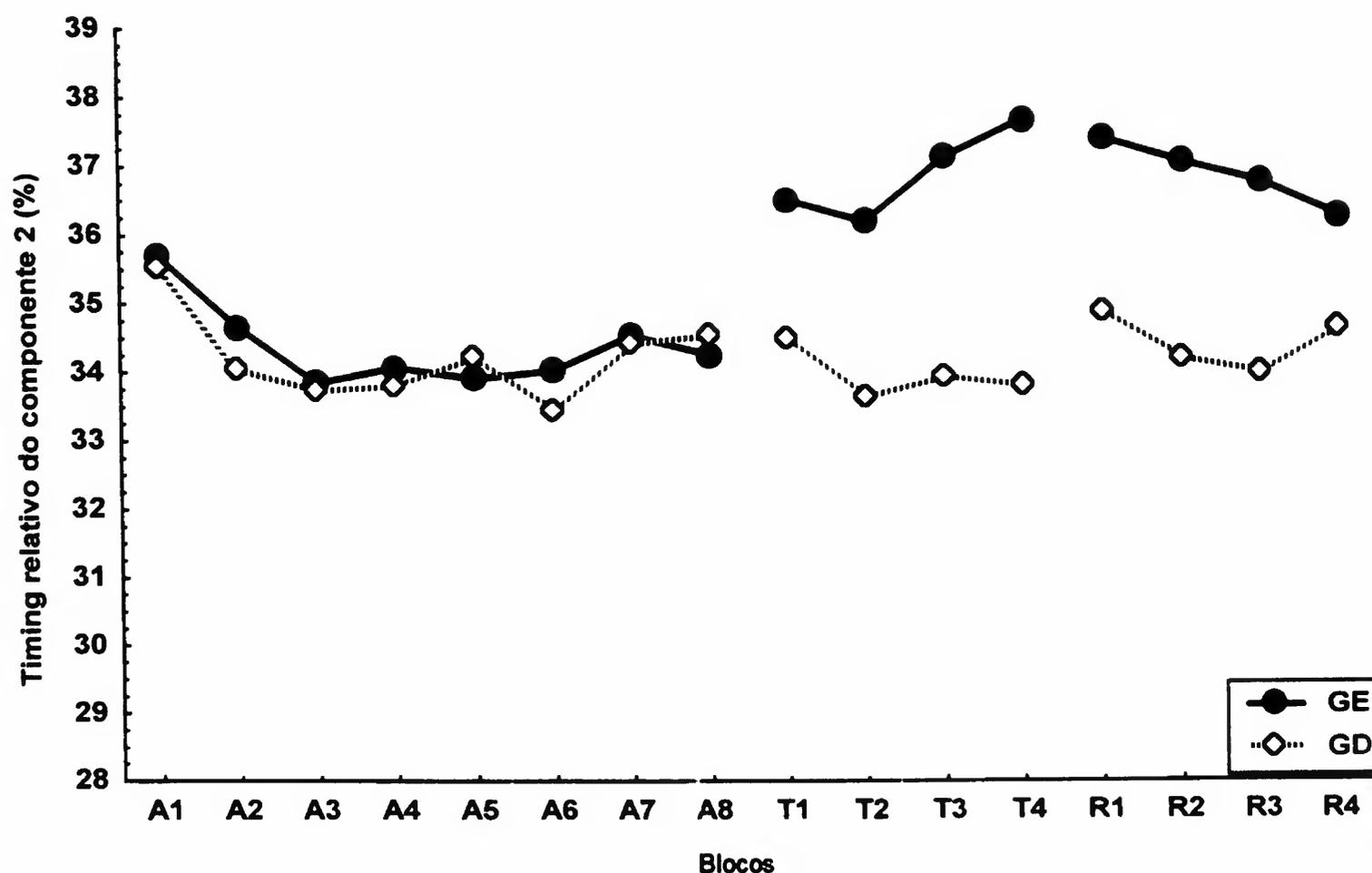


FIGURA 6 - Média do timing relativo do componente dois no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando analisados os valores médios do último bloco da fase de aquisição para os blocos do teste de transferência e retenção do TRc2 da unidade básica, observa-se novamente que o GE foi o grupo que apresentou alterações. Isso foi constatado pelo teste de análise de variância para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos), pois não foram encontradas diferenças significativas entre os blocos para o GD. Já para o GE, o teste de análise de variância para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos) apresentou diferenças significativas, sendo que o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou diferenças entre o último bloco da fase de aquisição para todos os blocos dos testes de transferência e retenção. Com isso, tem-se que o GE altera e o GD mantém o TRc2 da unidade básica entre as tarefas.

5.2.1.2.1.3 Timing relativo do componente 3

O timing relativo do componente três (TRc3) também se comportou de forma semelhante para ambos os grupos, sendo que ele aumentou entre o primeiro e o segundo

bloco e depois diminuiu nos demais blocos (FIGURA 7). O teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (ANOVA Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) somente apresentou efeito para o fator bloco. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou diferenças significativas do segundo bloco (A2) para os blocos A7 e A8 e do terceiro bloco (A3) também para os blocos A7 e A8. A falta de diferenças significativas entre os blocos A4, A5, A6, A7 e A8 pode ser entendido como um indicativo de que o TRc3 manteve-se consistente após a metade da fase de aquisição.

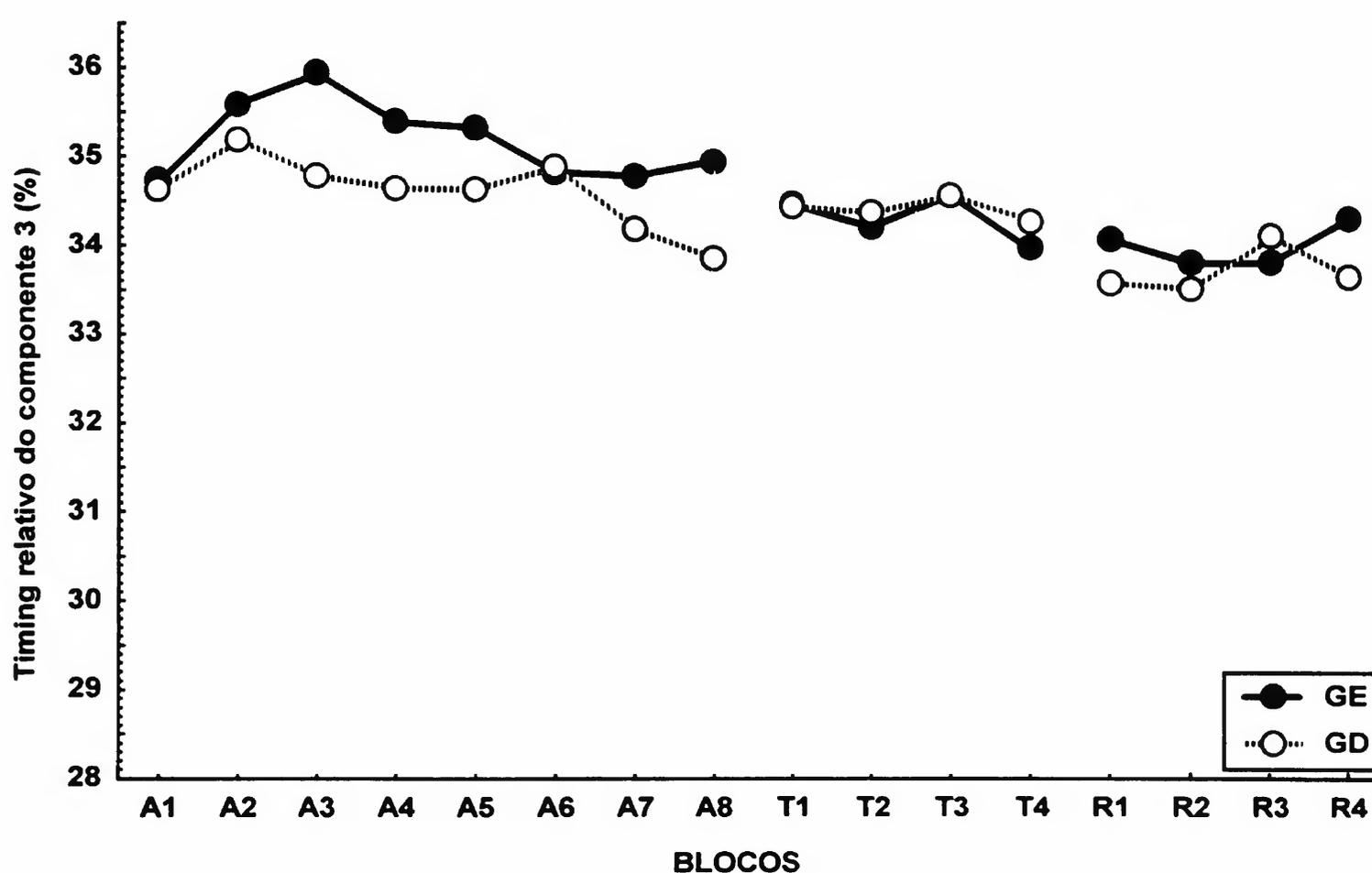


FIGURA 7 - Média do timing relativo do componente três no GE e GD ao longo dos blocos.

Ao contrário dos dois primeiros timing relativos analisados, o TRc3 parece não se diferenciar em nenhum dos grupos, quando analisado o último bloco da fase de aquisição para os blocos dos testes de transferência e retenção da unidade básica. Os dois testes de análise de variância para medidas repetidas constataram que não houve diferenças entre os blocos, tanto para o GE como para o GD. Dessa forma, o TRc3 da unidade básica não apresentou diferenças nos valores médios quando foi realizada a tarefa mais complexa.

5.2.1.2.1.4 Variabilidade do timing relativo

A variabilidade do timing relativo ao longo da fase de aquisição mostra-se bastante consistente (FIGURA 8). No entanto, no início, os valores médios oscilaram em maior magnitude para ambos os grupos. O teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) não apresentou efeito de interação, bloco e nem de grupo. Dessa forma, notou-se que a VTR mantém-se consistente durante toda a fase de aquisição.

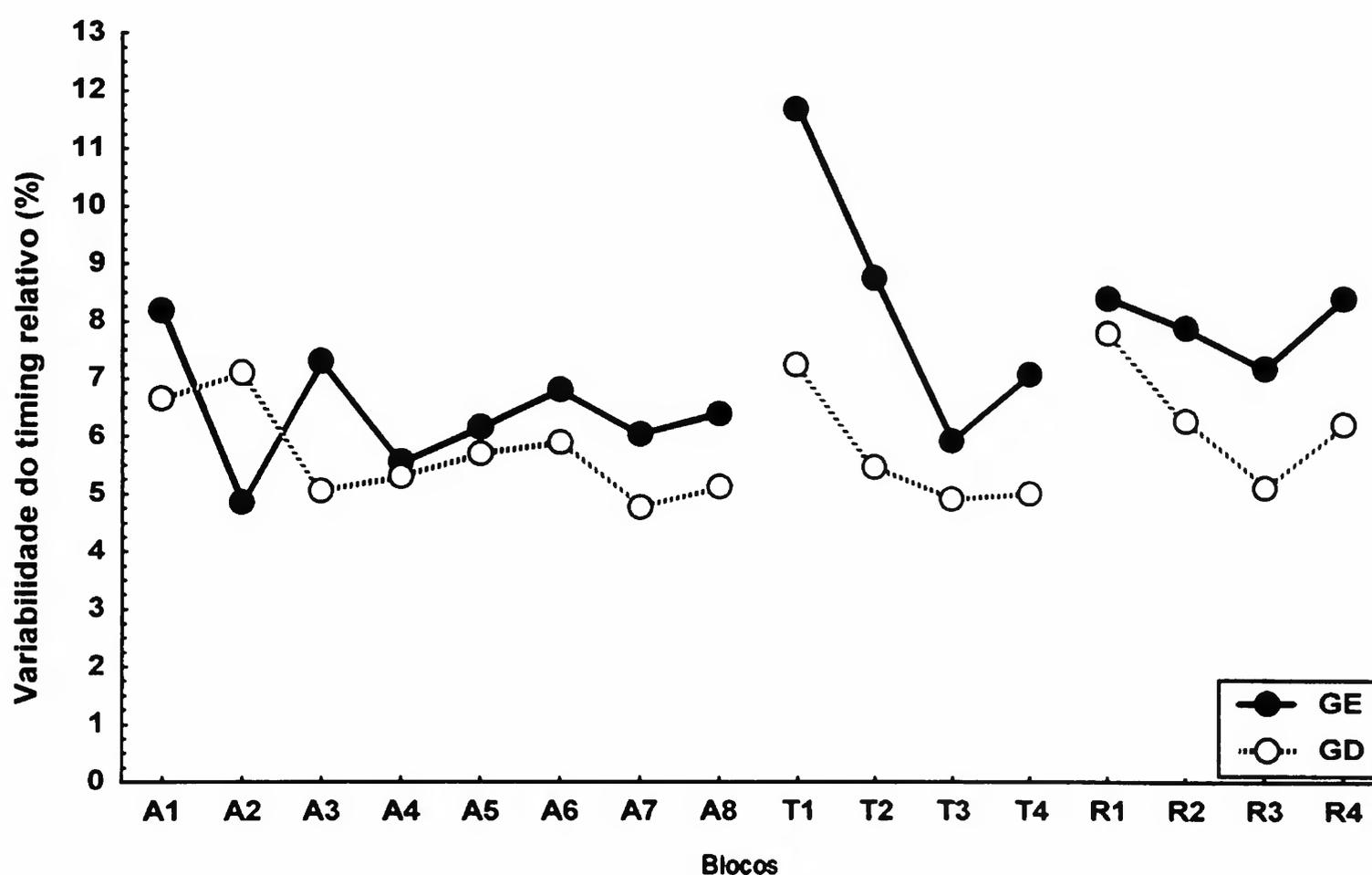


FIGURA 8 - Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo para GE e GD ao longo dos blocos.

Os valores médios dos primeiros blocos dos testes de transferência e retenção apresentam-se com maiores níveis de variabilidade do que os valores médios do último bloco da fase de aquisição para ambos os grupos. No entanto, esses maiores níveis somente se apresentam em forma de tendência, pois as duas análises de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos), mostraram não haver diferenças significativas tanto para o GE como para o GD. Dessa forma, entende-se que a VTR da unidade básica mantém-se no mesmo nível quando realizada a nova tarefa mais

complexa, para ambos os grupos. Entretanto, seria importante verificar se há algum componente mais instável.

5.2.1.2.1.5 Variabilidade do timing relativo do componente 1

A variabilidade do timing relativo do componente 1 (VTRc1) diminui gradualmente ao longo da fase de aquisição para ambos os grupos (FIGURA 9), no entanto, o GE apresenta o nível de variabilidade sempre acima do nível do GD. O teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) indicou diferenças significativas somente para o fator grupo. Com base nesses resultados, entendeu-se que a VTRc1 manteve-se constante para ambos os grupos ao longo da fase de aquisição, porém ela diferiu entre eles, sendo que o GE apresentou valores médios superiores de variabilidade para esse componente.

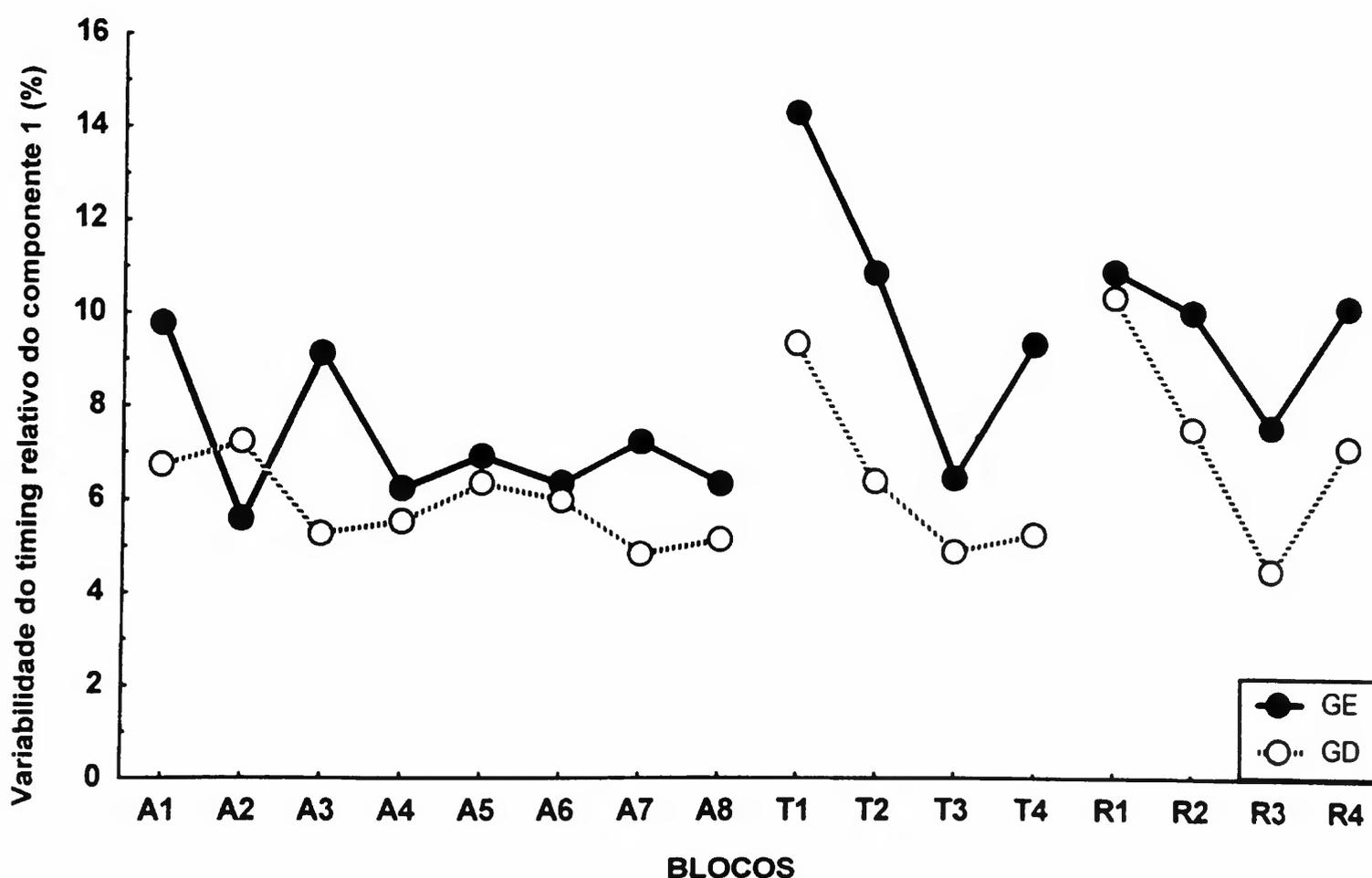


FIGURA 9 - Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.

Ao analisar a VTRc1 da unidade básica, quando realizada na nova tarefa mais complexa, notou-se que ambos os grupos aumentaram os níveis de variabilidade no início do teste de transferência e, ao longo dos demais blocos, diminuem gradualmente. O mesmo ocorre no teste de retenção (aumento no início e diminuição ao longo dos blocos). É importante observar que, assim como na fase de aquisição, o GE sempre apresenta valores médios superiores de variabilidade. As duas análises de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos) indicaram que somente o GD apresentou diferenças significativas entre os blocos. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) não foi capaz de encontrar o local das diferenças, porém observando a FIGURA 9, notou-se que a maior diferença para o GD acontece entre os blocos R1 e R3. Dessa forma, pode-se entender que, apesar do aumento de variabilidade desse componente, a VTRC1 da unidade básica manteve-se constante entre as duas situações, ou seja, a inserção dos novos sensores não acarretou em um maior nível de variabilidade do timing relativo para esse componente em nenhum dos grupos.

5.2.1.2.1.6 Variabilidade do timing relativo do componente 2

A variabilidade do timing relativo do componente 2 (VTRc2) apresenta oscilações entre os blocos da fase de aquisição (FIGURA 10), sendo que o GE apresenta níveis mais elevados de variabilidade do que o GD. Quando comparados o primeiro e o último bloco da fase de aquisição, notou-se que para ambos os grupos existe uma pequena diminuição nos níveis de variabilidade. Essa diminuição não foi evidenciada estatisticamente, pois o teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) indicou que não houve efeito de interação, bloco e nem de grupo. Com isso, entendeu-se que a VTRc2 manteve-se constante em toda a fase de aquisição para ambos os grupos.

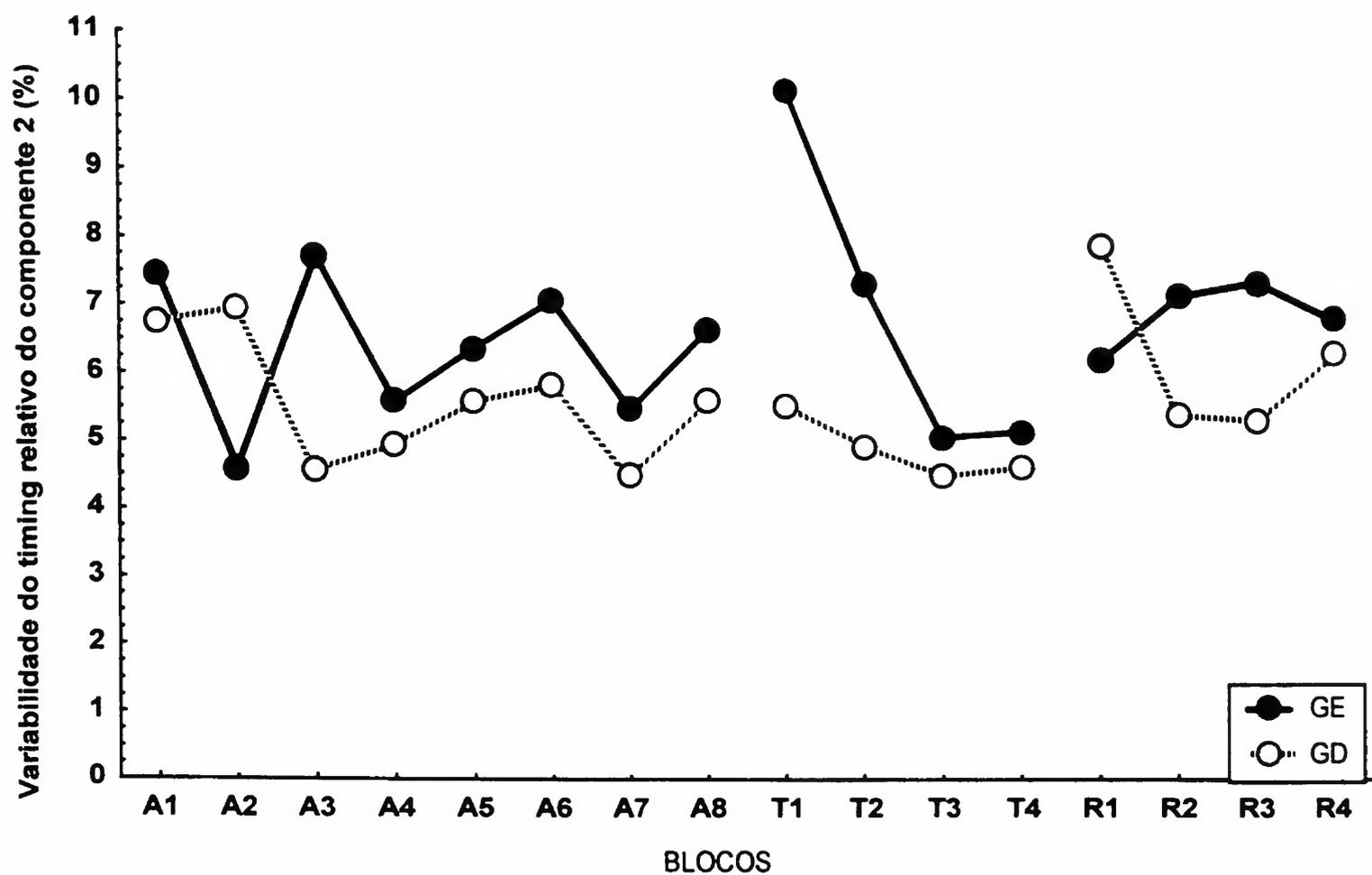


FIGURA 10 - Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 2 no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando comparado a VTRc2 da unidade básica na nova habilidade mais complexa, notou-se que o GE apresentou aumento no primeiro bloco da nova habilidade mais complexa, mas que com o passar das tentativas os níveis de variabilidade ficaram bastante próximos ao da unidade básica. O GD somente apresentou um aumento no primeiro bloco do teste de retenção, no entanto, nos demais blocos, os níveis de variabilidade assemelham-se bastante aos da unidade básica. Esses comportamentos foram confirmados, pois as duas análises de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos) indicaram que o GE apresentou diferenças significativas entre os blocos, sendo que o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que ocorreram diferenças significativas entre os blocos T1 e os blocos T3 e T4, e que o GD não apresentou diferenças significativas entre os seus blocos. Com base nesses resultados, entendeu-se que somente os níveis de variabilidade para o GE aumentaram, no entanto, esse aumento foi temporário (por dois blocos), ou seja, a inserção dos novos sensores não provocou aumento da VTRc2 para nenhum dos grupos.

5.2.1.2.1.7 Variabilidade do timing relativo do componente 3

A variabilidade do timing relativo do componente 3 (VTRc3) para o GE diminui do primeiro para o segundo bloco da fase de aquisição, mantém-se entre os blocos A4 e A6 e aumentou nos últimos blocos (FIGURA 11). Já o GD diminui gradualmente a VTRc3 ao longo dos blocos da fase de aquisição. No entanto, esses comportamentos só podem ser entendidos como tendência, pois o teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) indicou que não houve efeito de interação, bloco e nem de grupo. Dessa forma, a VTRc3 apresentou-se estável ao longo da fase de aquisição para ambos os grupos.

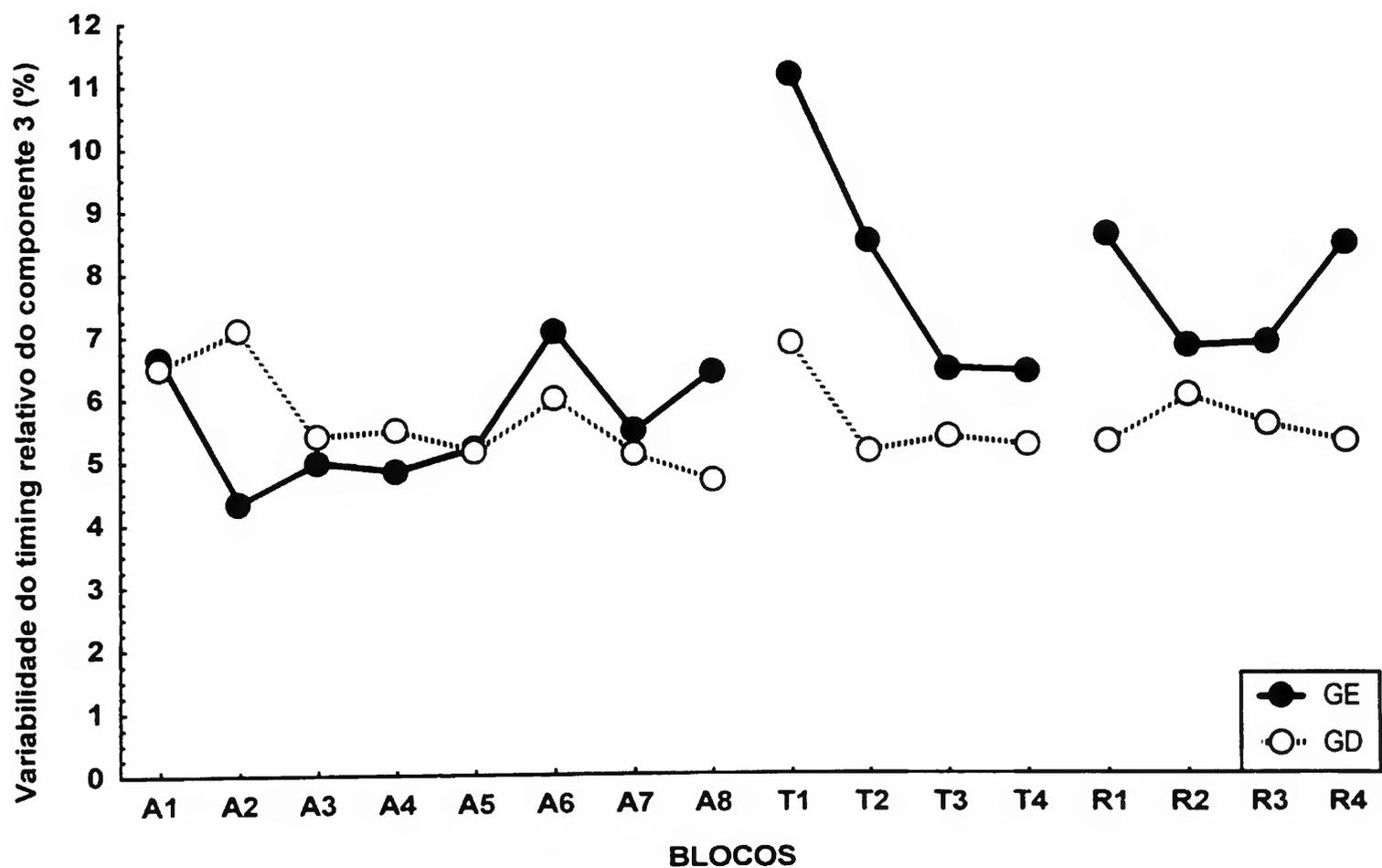


FIGURA 11 - Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 3 no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando comparada a VTRc3 da unidade praticada previamente com a da nova habilidade mais complexa, notou-se que, inicialmente, o GE aumenta seus valores médios de variabilidade, no entanto, apresenta uma diminuição gradual ao longo dos blocos do teste de transferência e uma oscilação entre os blocos do teste de retenção. Já o GD

apresenta, inicialmente, um aumento nos níveis de variabilidade seguido de diminuição e manutenção nos valores médios muito próximos aos valores médios da unidade praticada anteriormente. O aumento ocorrido no início da prática da nova tarefa mais complexa (bloco T1) pode ser entendido como tendência, pois as duas análises de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos) indicaram que não houve diferenças significativas entre os blocos do GE e nem do GD. Assim, notou-se que a VTRc3 foi a mesma em ambas as situações.

Com base nos resultados encontrados, notou-se que a macro-estrutura apresentou-se consistente ao final da fase de aquisição, pois todas as medidas (tanto as de magnitude como as de variabilidade) não apresentaram diferenças significativas entre os últimos blocos da fase de aquisição. Com isso, pode-se entender que um programa de ação foi formado e estabilizado ao longo da fase de aquisição.

No GE, houve a modificação de alguns aspectos da macro-estrutura da unidade básica na nova tarefa. Com alteração dos valores médios do TRc1 e TRc2 pôde-se inferir a modificação da estruturação temporal do programa de ação. Ocorrendo em função da configuração espacial da nova tarefa. A inserção dos novos sensores à esquerda da unidade básica (GE) alterou a relação temporal entre os componentes dessa unidade formada na fase de aquisição.

Um aspecto importante é que, mesmo alterando o timing relativo dos componentes 1 e 2 da unidade básica na tarefa mais complexa, os níveis de variabilidade do timing relativo e a variabilidade do timing relativo dos componentes (VTRc1, VTRc2 e VTRc3) mantiveram-se consistentes, ou seja, mesmo o GE modificando a estrutura temporal entre os elementos (modificação do TRc1 e TRc2), isso não acarretou na modificação dos níveis de variabilidade do timing relativo. A manutenção da estabilidade do programa pode indicar que os participantes do GE mudaram o programa de forma a encontrar a melhor maneira de organizar temporalmente suas ações.

5.2.1.2.2 Medidas de micro-estrutura

5.2.1.2.2.1 Tempo de movimento do componente 1

O tempo de movimento do componente 1 (TMc1) diminuiu ao longo da fase de aquisição para ambos os grupos (FIGURA 12), sendo que o GE obteve os menores valores médios no último bloco (A8). Essa diminuição só pode ser entendida como tendência, pois o teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) indicou que não houve efeito de interação, bloco e nem de grupo. Com esses resultados, entendeu-se que o TMc1 apresentou-se consistente ao longo da fase de aquisição para ambos os grupos.

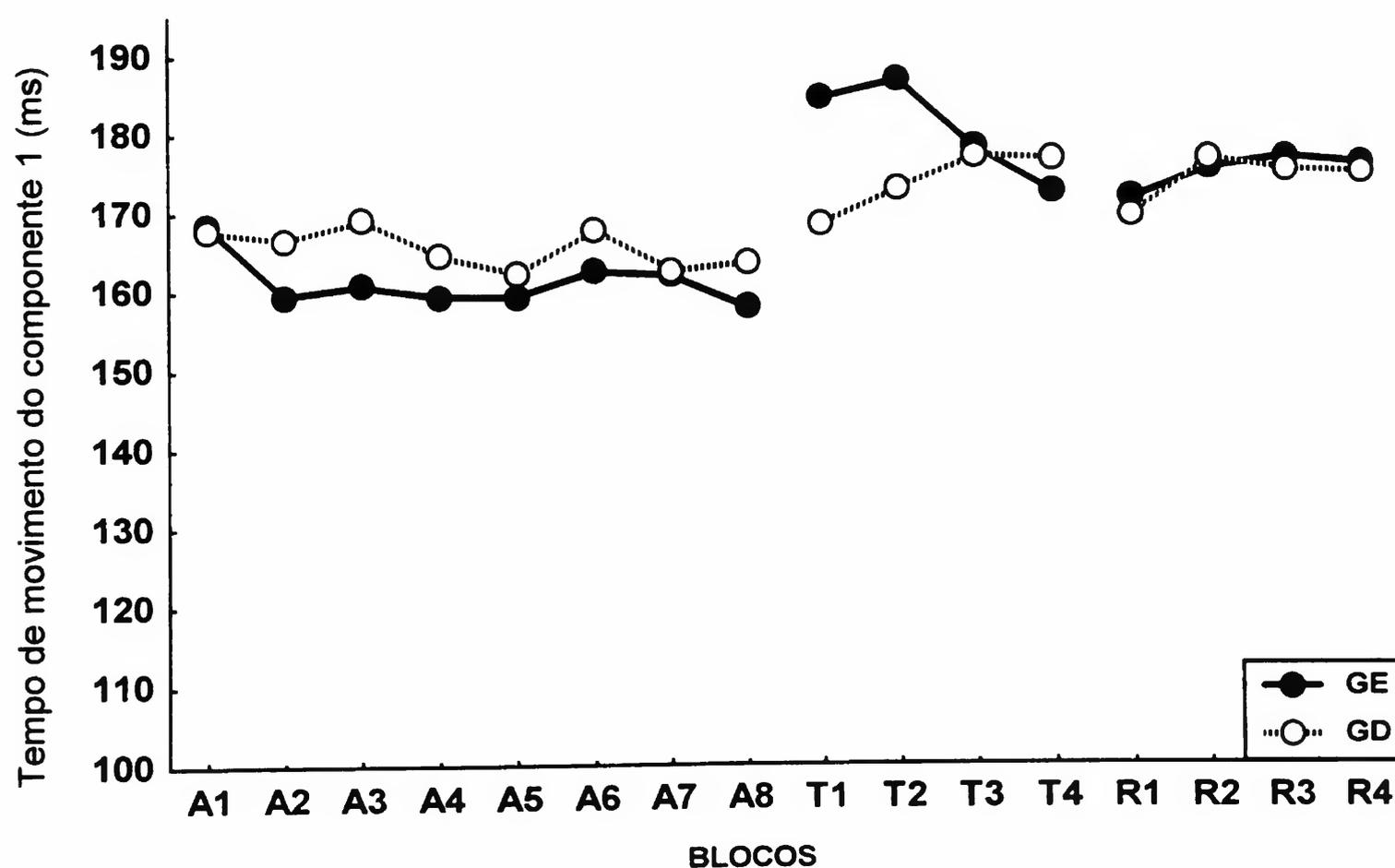


FIGURA 12 - Média do tempo de movimento do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando comparado o TMc1 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que ambos os grupos passaram a gastar mais tempo para realizá-la, sendo que o GE apresenta inicialmente um maior aumento nos valores médios (até o bloco T3), e depois

se assemelha bastante ao GD. Esses resultados são confirmados pelas duas análises de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos), pois as mesmas indicaram tanto diferenças significativas entre os blocos do GE, como para o GD. Os testes de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicaram que as diferenças ocorreram entre os blocos A8 e T1, T2, T3 e R4 para o GE e entre os blocos A8 e T3, T4, R3 e R4 para o GD. Com base nesses resultados, é possível entender que a inserção dos novos sensores afetou o tempo de movimento do primeiro componente tanto do GE quanto do GD.

5.2.1.2.2 Tempo de movimento do componente 2

O tempo de movimento do componente 2 (TMc2) diminui gradualmente ao longo dos blocos da fase de aquisição para ambos os grupos (FIGURA 13). Essa diminuição foi confirmada pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) que indicou somente efeito para o fator bloco, sendo que o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que essas diferenças ocorreram entre o primeiro bloco (A1) e todos os demais blocos (A2 a A8). Com isso, tem-se que o TMc2 diminui entre o primeiro e o segundo bloco e depois se manteve constante entre os demais blocos, ou seja, ao longo da fase de aquisição esse componente manteve-se consistente para ambos os grupos.

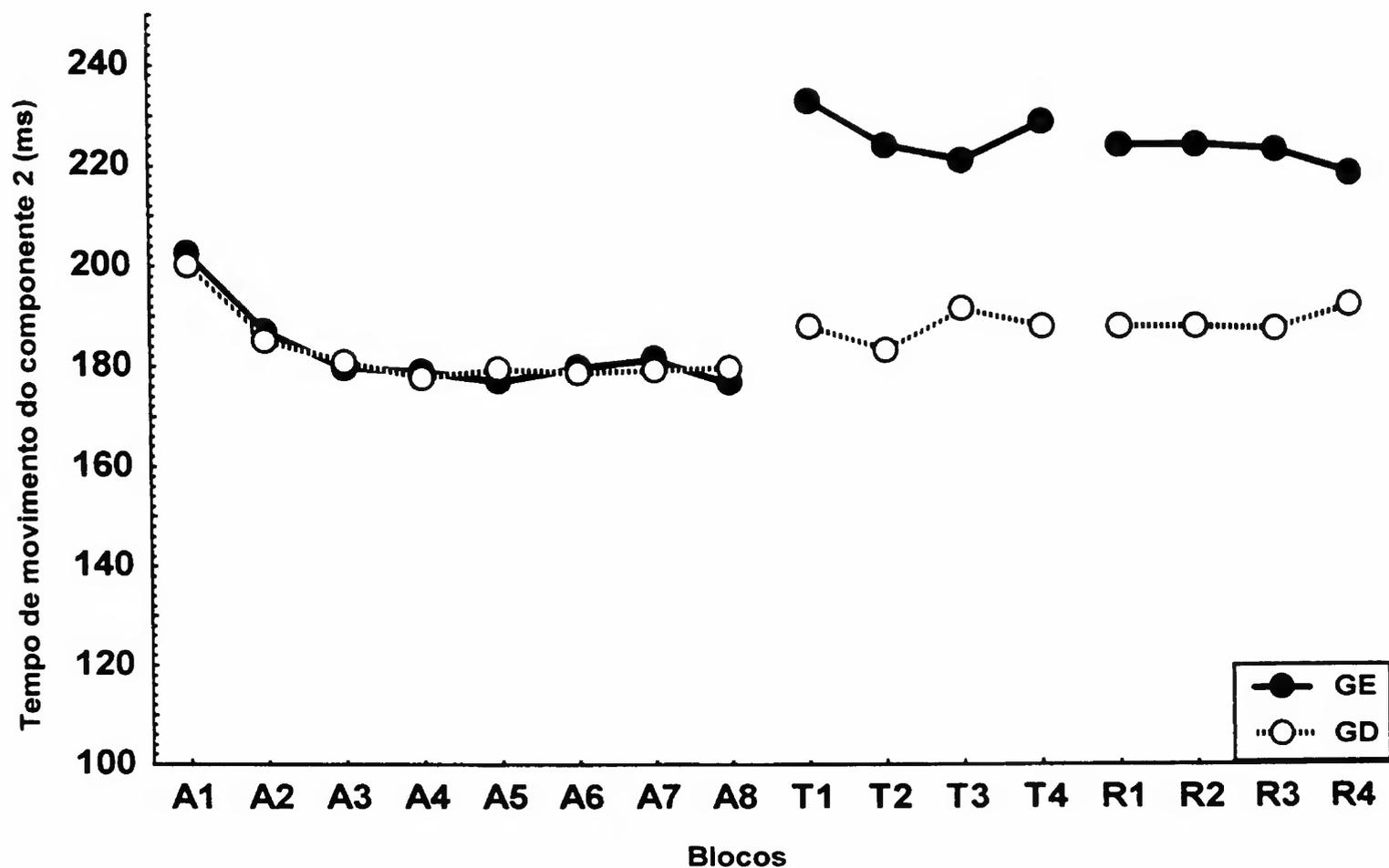


FIGURA 13 - Média do tempo de movimento do componente 2 no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando o TMc2 da unidade básica foi considerado na tarefa mais complexa, notou-se que, para ambos os grupos, há um aumento nos valores médios, sendo que o GE apresenta um maior aumento em relação ao GD. Esses comportamentos foram confirmados parcialmente pelas duas análises de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos), pois as mesmas indicaram diferenças significativas somente para o GE. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que as diferenças significativas ocorreram entre o último bloco da fase de aquisição (A8) e todos os demais blocos dos testes de transferência e retenção. O GD não apresentou diferenças significativas. Com isso, tem-se que a inserção dos novos sensores só apresentou efeito no TMc2 da unidade básica para o GE.

5.2.1.2.2.3 Tempo de movimento do componente 3

O tempo de movimento do componente 3 (TMc3) diminui gradualmente ao longo dos blocos da fase de aquisição para ambos os grupos (FIGURA 14). Essa

diminuição foi confirmada pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos), pois esse indicou efeito somente para o fator bloco, sendo que o teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que essas diferenças significativas ocorreram entre o primeiro bloco (A1) e os blocos A4, A5, A6, A7 e A8 e entre os blocos A2 e A5, A7 e A8. Com base nesses resultados, tem-se que o TMc3 diminuiu ao longo da fase de aquisição e manteve-se consistente nos últimos blocos para ambos os grupos.

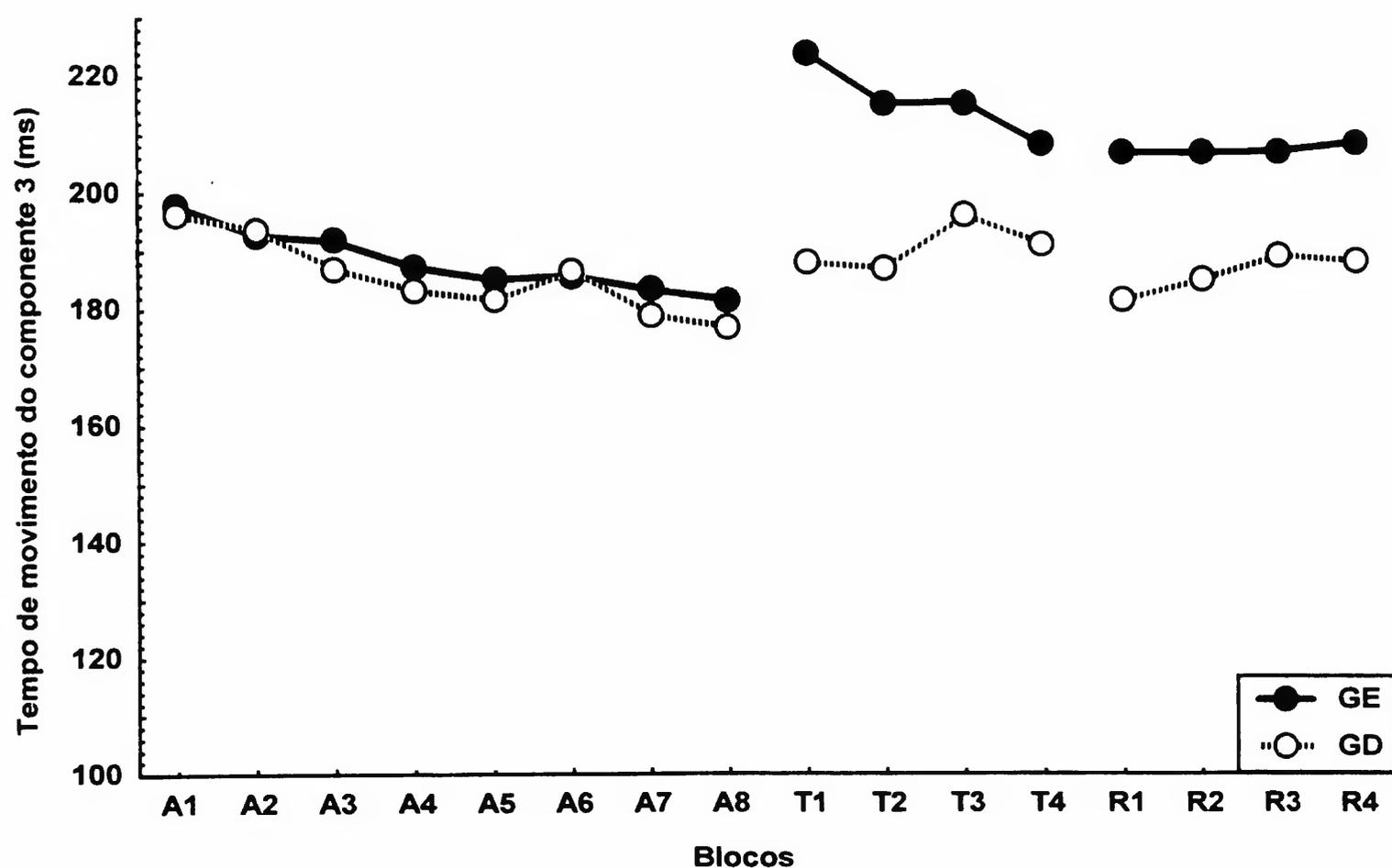


FIGURA 14 - Média do tempo de movimento do componente 3 no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando o TMc3 da unidade básica foi considerado na tarefa mais complexa, notou-se que ambos os grupos aumentaram os seus valores médios, sendo que o GE apresenta um maior aumento. Esses comportamentos foram confirmados pelas duas análises de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way – 9 blocos), pois as mesmas indicaram diferenças significativas tanto para o GE como para o GD. Os testes de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicaram que as diferenças significativas ocorreram entre o último bloco da fase de aquisição (A8) e todos os blocos dos testes de transferência e

retenção para o GE e entre o último bloco da fase de aquisição (A8) e o bloco T3 para o GD. Dessa forma, tem-se que somente o GE aumentou o TMc3, pois o aumento do GD foi temporário.

5.2.1.2.2.4 Variabilidade do tempo total de movimento

A FIGURA 15 apresenta os resultados dos dois grupos em todas as etapas do experimento. Ambos os grupos tiveram a variabilidade do tempo total de movimento (VTTM) diminuindo gradualmente no decorrer da fase de aquisição. Essa diminuição foi confirmada pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos), o qual apresentou efeito somente para o fator bloco. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que as diferenças ficaram entre o primeiro bloco (A1) para todos os outros blocos da fase de aquisição (A2 a A8).

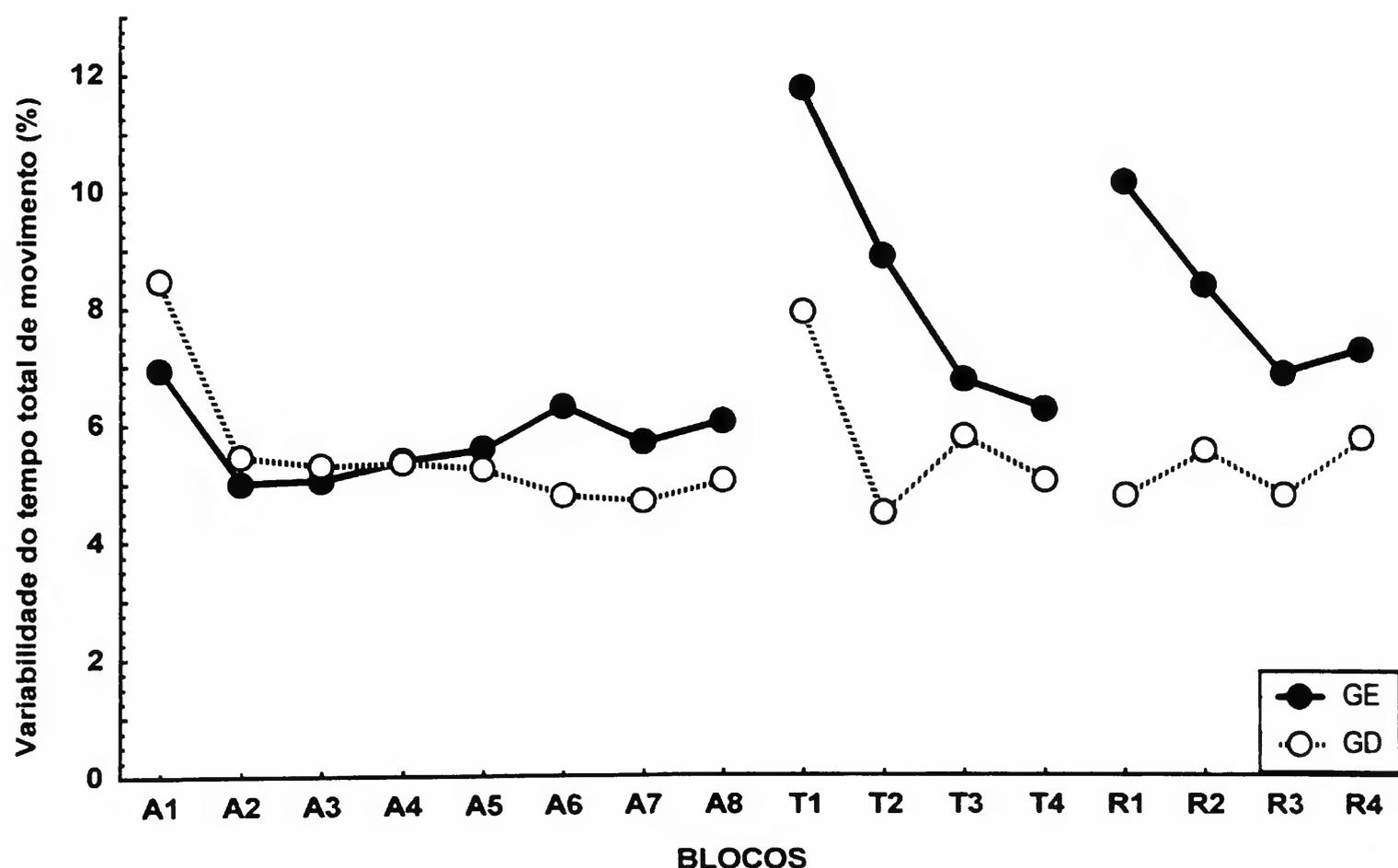


FIGURA 15 - Média do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento no GE e GD ao longo dos blocos.

O comportamento dos valores médios da VTTM da unidade básica no início do teste de transferência apresenta um grande aumento para ambos os grupos em relação ao

último bloco da fase de aquisição. No entanto, para o GE, após o primeiro bloco do teste de transferência, os valores ficam muito semelhantes à fase de aquisição. o que não acontece com o GD, pois os valores continuam elevados nos blocos T1, T2, R1 e R2. O teste de análise de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way - 9 Blocos) para o GE confirma o comportamento observado na FIGURA 15, pois apresenta diferenças significativas entre os blocos. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que as diferenças ocorreram somente entre o último bloco da fase de aquisição (A8) e o primeiro bloco do teste de transferência (T1). Já o comportamento do GD apresenta-se somente em forma de tendência, pois o teste de análise de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way - 9 Blocos) mostrou não haver diferença significativa entre os blocos. Com isso, tem-se que a VTTM da unidade básica não aumentou na tarefa mais complexa para nenhum dos grupos, pois o aumento do GE foi temporário (apenas um bloco).

5.2.1.2.2.5 Variabilidade do tempo de movimento do componente 1

A variabilidade do tempo de movimento 1 (VTMc1) oscila demasiadamente durante toda a fase de aquisição para o GE, ao contrário do GD que, a partir do quarto bloco, apresenta os valores médios muito semelhantes, e ainda, diminui a VTMc1 (FIGURA 16). No entanto, esses comportamentos não são confirmados pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos), pois esse teste só encontrou efeito para fator grupo, ou seja, apesar do GE oscilar e o GD diminuir os valores médios durante toda a fase de aquisição, não foi encontrado diferenças entre os blocos. Com isso, tem-se que a VTMc1 foi constante durante toda a fase de aquisição, no entanto, os grupos apresentaram diferentes níveis entre si, sendo que GE apresentou níveis superiores de variabilidade.

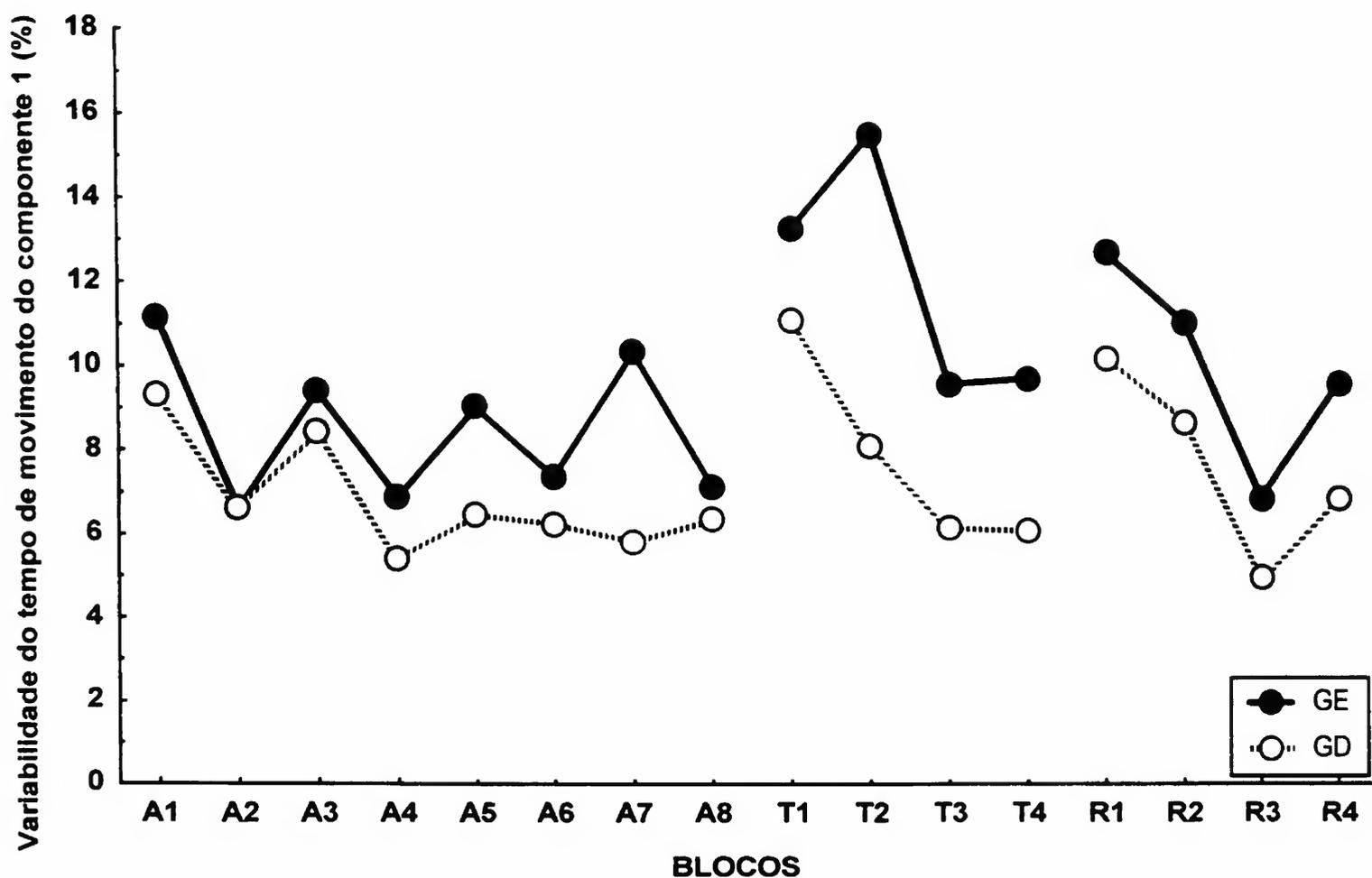


FIGURA 16 - Média do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 1 no GE e GD ao longo dos blocos.

Ao comparar a VTMc1 da unidade básica do último bloco da fase de aquisição com os blocos dos testes de transferência e retenção fica visível o aumento de variabilidade para ambos os grupos (FIGURA 16). No entanto, o teste de análise de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way - 9 Blocos) não mostrou diferenças significativas entre os blocos tanto para GE quanto para GD. Assim, a VTMc1 da unidade básica manteve-se nos mesmos níveis em ambas as tarefas.

5.2.1.2.2.6 Variabilidade do tempo de movimento do componente 2

A variabilidade do tempo de movimento 2 (VTMc2) apresentou-se bastante uniforme durante toda a fase de aquisição para ambos os grupos (FIGURA 17), o que não foi confirmado pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos), pois o mesmo apresentou efeito para o fator bloco. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que as diferenças significativas ocorreram entre o primeiro bloco (A1) e os blocos A2 e A7. Não houve

efeito para o fator interação e nem para grupo. Com base nesses resultados, tem-se que a VTMc2 oscilou durante a fase de aquisição.

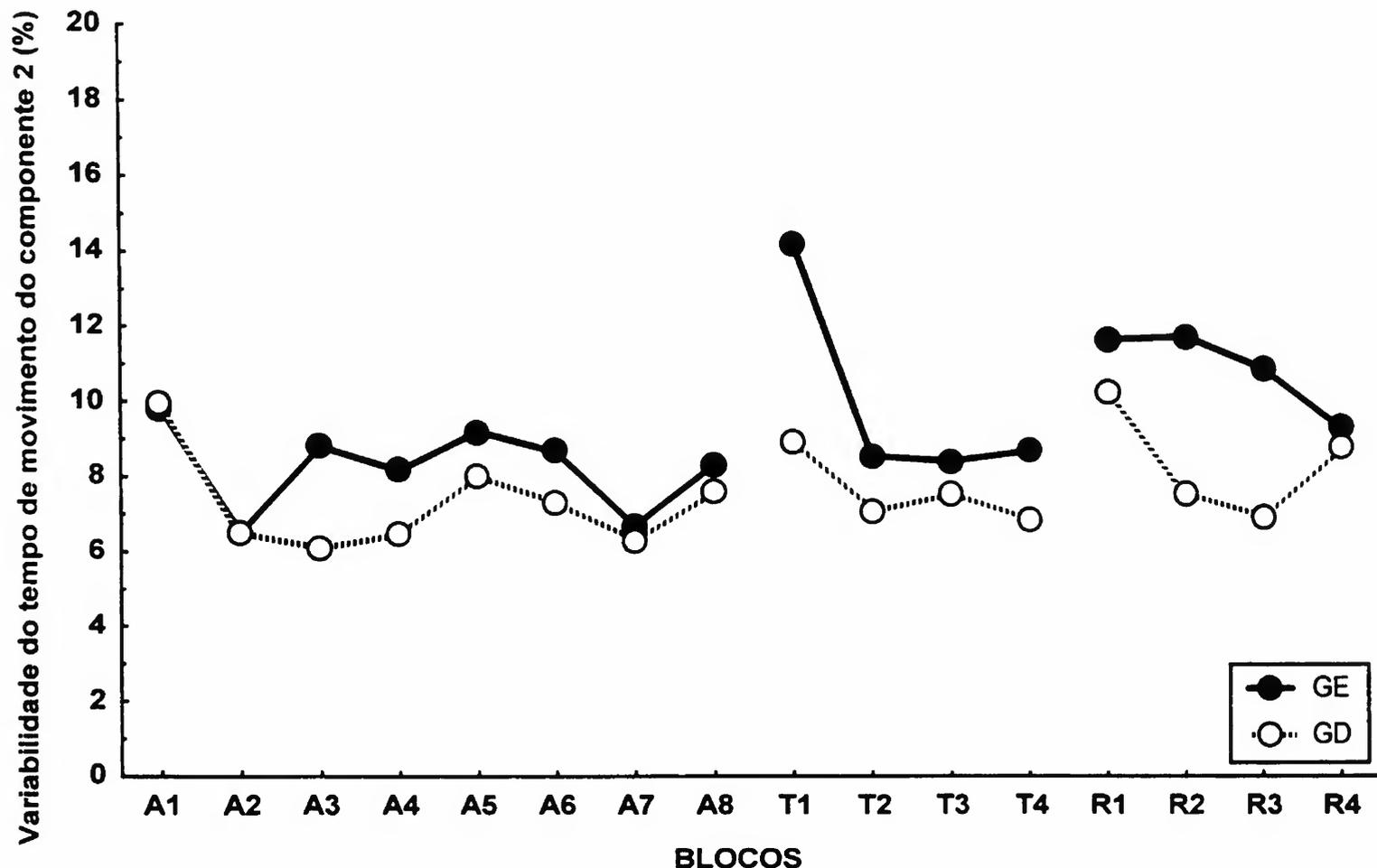


FIGURA 17 - Média do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 2 no GE e GD ao longo dos blocos.

A inserção dos novos sensores parece não ter influenciado no comportamento da VTMc2 da unidade básica, pois ela se manteve nos mesmos níveis do último bloco da fase de aquisição para ambos os grupos. Esse comportamento foi evidenciado pelos dois testes de análise de variância a um fator para medidas repetidas (Anova One-way - 9 Blocos) que, tanto para o GE quanto para GD, não apresentaram diferenças significativas entre os blocos. Com isso, tem-se que a VTMc2 da unidade básica não se alterou quando realizada a tarefa mais complexa.

5.2.1.2.2.7 Variabilidade do tempo de movimento do componente 3

A variabilidade do tempo de movimento 3 (VTMc3) para o GE diminui no início da fase de aquisição, mas ao longo dos blocos retoma a valores semelhantes ao do início. Já o GD diminuiu gradualmente a VTMc3 ao longo da fase de aquisição (FIGURA 18). No entanto, existiu uma grande oscilação entre os valores para ambos os grupos. O teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 Grupos * 8 Blocos) apresentou efeito somente do fator bloco. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) não foi capaz de encontrar o local das diferenças significativas. Sabendo-se que existiu uma oscilação entre os valores médios dos blocos, foi possível entender que a VTMc3 não se estabilizou durante a fase de aquisição.

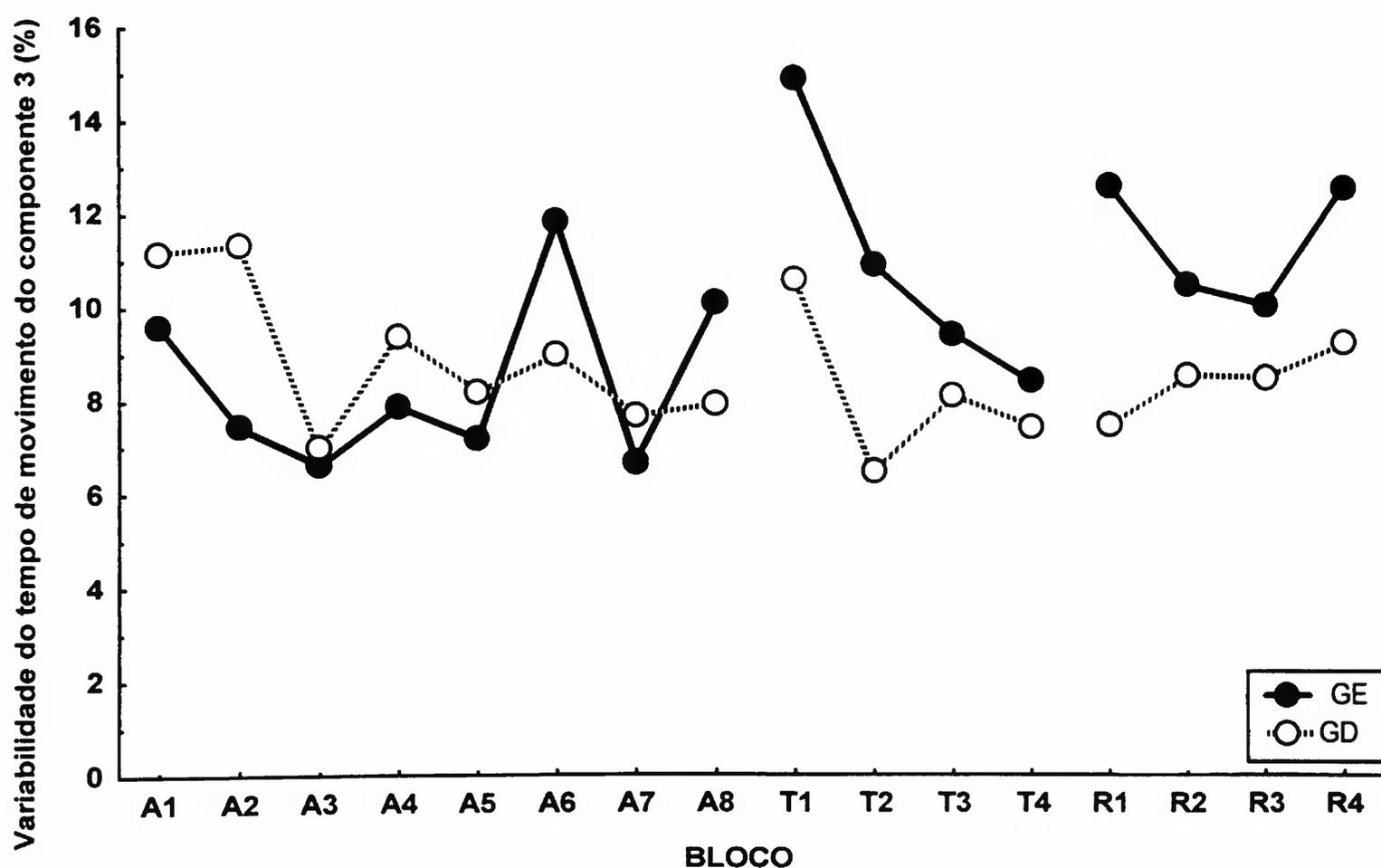


FIGURA 18 - Média do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 3 no GE e GD ao longo dos blocos.

Quando a VTMc3 da unidade básica do último bloco da fase de aquisição foi comparada com a variabilidade nos blocos dos testes de transferência e retenção, pôde-se observar que existe um aumento sensível somente para o GE. Esse aumento pôde ser entendido como tendência, uma vez que os dois testes de análise de variância a um fator

para medidas repetidas (Anova One-way - 9 Blocos) não apresentaram diferenças significativas tanto para GE quanto para GD. Com isso tem-se que a VTMc3 da unidade básica manteve-se nos mesmos níveis mesmo quando realizada a tarefa mais complexa.

Em resumo, as medidas de micro-estrutura diminuíram de forma significativa ao longo da fase de aquisição e ainda, conservaram-se em níveis similares nos últimos blocos, denotando consistência, com exceção da VTMc2 e VTMc3 para o GE. No entanto, em quase todas as medidas, a consistência dos aspectos da micro-estrutura da unidade básica foi quebrada quando a tarefa mais complexa foi realizada. Dentre as medidas que modificaram, notou-se que na maioria das vezes, tanto a magnitude como a variabilidade dos componentes aumentou. Com isso, observou-se que a inserção dos novos componente acarretou em modificações nos aspectos da micro-estrutura independentemente das diferentes estruturações espaciais da tarefa mais complexa. Esses resultados já eram esperados, pois as alterações nas medidas de micro-estrutura podem estar associadas às acomodações (combinação) da unidade básica com os novos sensores para ambos os grupos.

5.2.2 Resultados da análise do comportamento da unidade básica em relação à nova unidade formada na tarefa mais complexa

Como ressaltado anteriormente, para investigar como ocorreu a formação do programa na tarefa mais complexa em virtude de diferentes configurações espaciais, foram apresentados os resultados da análise entre o comportamento da unidade básica (representada pelo oitavo bloco da fase de aquisição) e da nova unidade formada na tarefa mais complexa (representada pelos blocos dos testes de transferência e retenção). Inicialmente, é apresentada a medida de desempenho global (tempo total de movimento) para analisar se houve ou não alteração no tempo total de execução entre as tarefas. Posteriormente, são apresentadas as medidas de macro e micro-estrutura, para analisar como ocorreu o comportamento dos aspectos invariantes e variantes entre as duas tarefas. Foi utilizada como medida de macro-estrutura a variabilidade do timing relativo e como medida de micro-estrutura a variabilidade do tempo total de movimento.

5.2.2.1 Medidas do desempenho global

O tempo total de movimento da unidade básica foi menor do que o tempo total de movimento da nova unidade formada na tarefa mais complexa, sendo que os valores médios da unidade básica entre os grupos são semelhantes. No entanto, na unidade mais complexa houve diferença entre os grupos durante todo o teste de transferência e retenção (FIGURA 19). Esses comportamentos foram confirmados pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas (Anova Two-way - 2 grupos * 9 blocos) que apresentou tanto efeito do fator interação, bloco, como também grupo. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que as diferenças ocorreram entre o oitavo bloco da fase de aquisição (tanto do GE como do GD) e todos os blocos do teste transferência e retenção e entre todos os blocos da unidade mais complexa do GE e todos os blocos da unidade mais complexa do GD.

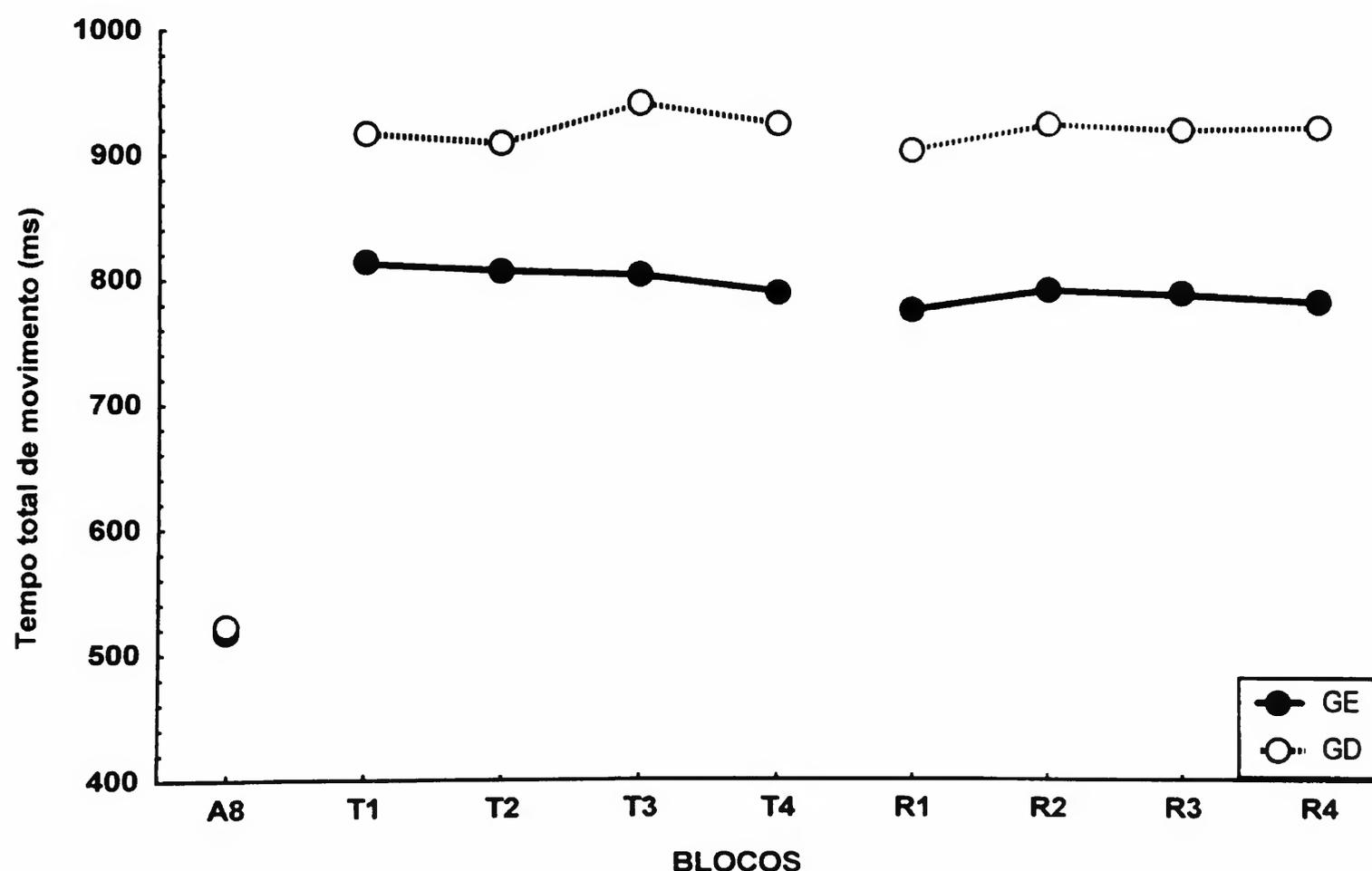


FIGURA 19 - Média do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) para o GE e GD ao longo dos blocos.

Com base nesses resultados, tem-se que o tempo total de movimento para a realização da tarefa mais complexa foi maior do que o tempo total de movimento para a realização da unidade básica, e ainda, que o grupo (GE), que alterou os aspectos da macro-estrutura (TRc1 e TRc2) da sua unidade básica, obteve os melhores resultados no desempenho global quando analisada a tarefa mais complexa.

5.2.2.2 Medidas da macro-estrutura

A variabilidade do timing relativo (VTR) da tarefa mais complexa comportou-se de forma diferente para os grupos. Para o GE, os níveis da VTR da unidade básica manteve-se muito próximos aos níveis da unidade mais complexa, sendo que no teste de retenção, esses níveis diminuíram abaixo dos níveis alcançados na unidade básica (FIGURA 20). No entanto, para o GD os níveis da VTR da unidade básica aumentaram em relação aos níveis encontrados na unidade mais complexa, sendo que a VTR alcançou seus maiores níveis nos últimos blocos do teste de retenção. Esses resultados foram confirmados parcialmente pelo teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas no último fator (Anova Two-way – 2 grupos * 9 blocos), pois o mesmo apresentou efeito para o fator interação e grupo. O teste de *post hoc* de Tukey_(HSD) indicou que as diferenças ocorreram somente para o GD, entre o bloco da unidade básica (A8) e o bloco R4 da unidade mais complexa e entre R1 e R4. Isso confirmou parcialmente o que foi apresentado pela FIGURA 20, pois apesar de visualmente observar-se uma diminuição da VTR para GE, isso se limita somente a uma tendência, pois todos os valores são semelhantes, no entanto, a variabilidade do GD foi significativamente maior do que o GE. Com base nesses resultados, tem-se que a variabilidade foi alterada para o GD, e ainda, apresentou maiores níveis de variabilidade na tarefa mais complexa.

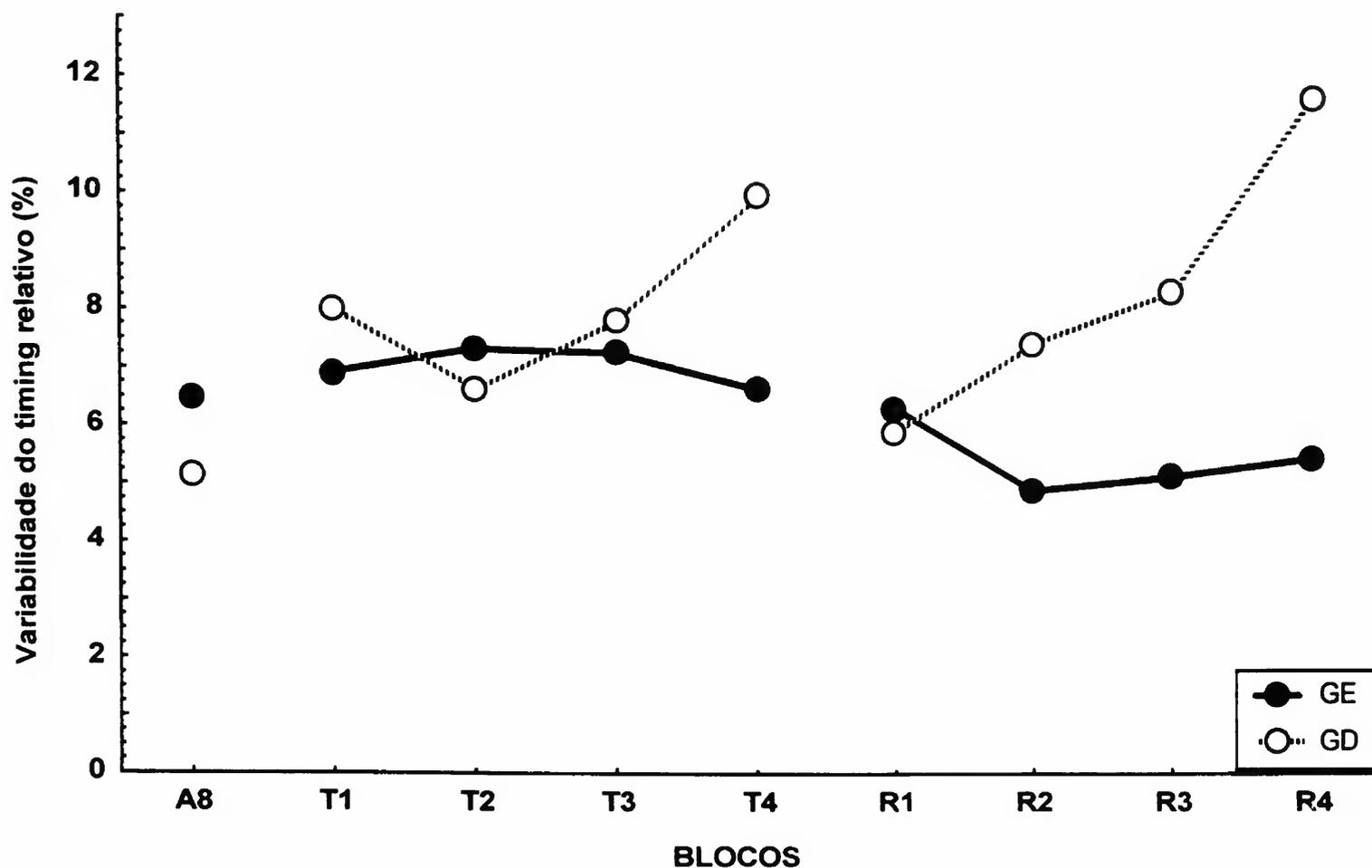


FIGURA 20 - Média do coeficiente de variabilidade do timing relativo da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) para o GE e GD ao longo dos blocos.

5.2.2.3 Medidas da micro-estrutura

A FIGURA 21 apresenta a VTTM de ambos os grupos, as quais comportaram-se de forma diferente, pois no primeiro momento houve um aumento na VTTM para ambos os grupos, diferindo-se em magnitude. Contudo, após o primeiro bloco, a VTTM do GE diminuiu gradualmente a níveis até mesmo mais baixos do que na unidade básica, ao contrário do GD que apresentou um aumento gradual na VTTM. Porém, esses comportamentos só podem ser entendidos como tendência, uma vez que o teste de análise de variância a dois fatores para medidas repetidas (Anova Two-way 2 grupos * 9 blocos) não apresentou efeito para o fator interação, bloco e nem para grupo. Com isso, notou-se que a variabilidade para ambos os grupos foi a mesma tanto na unidade básica quanto na unidade mais complexa.

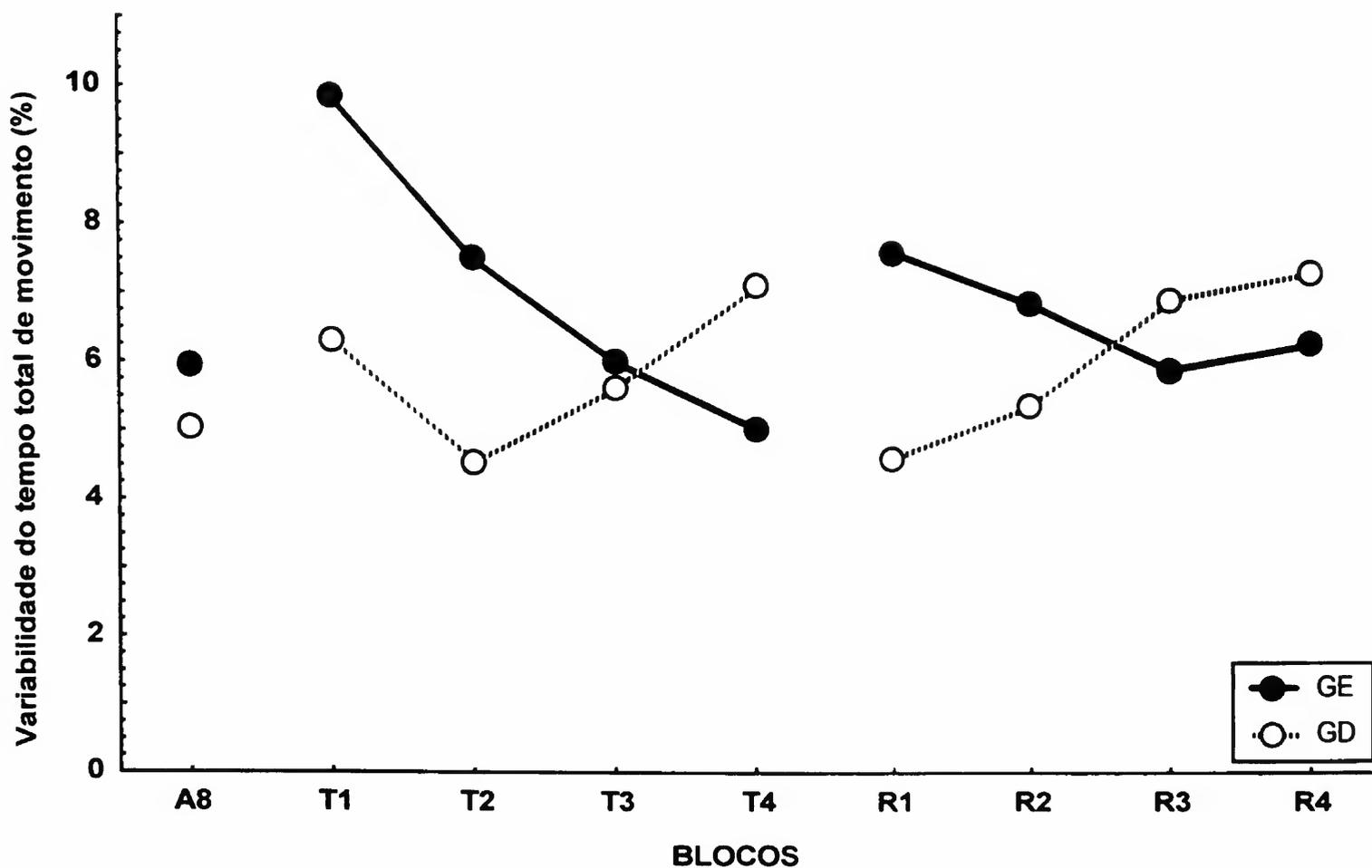


FIGURA 21 - Média do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) para o GE e GD ao longo dos blocos.

Em resumo, na tarefa mais complexa o desempenho global do GE foi melhor do que o de GD e esse, por sua vez, apresentou a VTR menos variável, ou seja, além de ser o grupo mais veloz na execução da tarefa, ele também apresentou uma macro-estrutura mais consistente em relação ao GE. Esses resultados serviram também para evidenciar o efeito de diferentes estruturações espaciais no comportamento da macro e micro estrutura, pois além do desempenho global ter sido diferente entre os grupos, a variabilidade da macro-estrutura também diferenciou-se na nova tarefa mais complexa.

5.3 Discussão do experimento 1

O propósito do experimento 1 foi o de investigar como habilidades previamente adquiridas são utilizadas na aquisição de uma nova habilidade. Como a formação de uma habilidade com base na utilização de habilidades mais simples pode ser condicionada pelas características espaciais da tarefa complexa foram delineadas duas

tarefas com variação espacial, denotando dois níveis diferentes de perturbação a unidade básica.

Para estudar essa questão buscou-se um referencial teórico em que a formação de programas de ação mais complexos a partir de programas mais simples poderia ocorrer com base na modularização (ênfase na estabilidade) ou na adaptação estrutural (ênfase na adaptação). Associando essas idéias às de um programa de ação hierarquicamente organizado, esperava-se que os níveis de variabilidade na macro e micro-estrutura fossem diminuindo ao longo do processo de aquisição e que os níveis do desempenho global fossem melhorando. Os resultados referentes à fase de aquisição confirmam tais pressupostos, pois houve diminuição tanto dos níveis de variabilidade de quase todas as medidas de macro e micro-estrutura quanto do tempo total de movimento, com a manutenção desses níveis nos últimos blocos. Com esses resultados, pode-se entender que houve a formação e estabilização de um programa de ação durante a fase de aquisição.

Quando comparados os resultados da unidade básica da tarefa simples com a unidade básica na tarefa mais complexa notou-se que o TTM aumentou de forma significativa para os dois grupos, de forma mais marcada para o GE. Isso por si só já é um indicativo contrário à modularização. Já os aspectos da macro e micro-estruturas comportaram-se de forma distinta em relação às diferentes estruturações espaciais, pois o GD utilizou a mesma macro-estrutura (manteve tanto magnitude dos componentes como variabilidade) em ambas as tarefas e modificou uma das medidas de micro-estrutura (TMc1). No entanto, o GE desmontelou parcialmente a macro e micro-estruturas entre as tarefas, pois alterou a magnitude do TRc1 e TRc2, assim como o TMc1, TMc2 e TMc3. Pode-se especular que esse grupo reorganizou a estrutura adquirida, e ainda tratou a inserção dos novos sensores não como mais um componente, realizando “dois programas de ação”, mas sim como uma única tarefa, pois mesmo na tarefa mais complexa manteve os mesmos níveis de variabilidade do timing relativo. Essa idéia vem do pressuposto de que se há aumento na variabilidade do timing relativo e isso é um sinal de que a relação entre as partes não está sendo mantida, assim não se teria uma unidade. Essas idéias também podem ser evidenciadas pela constatação da manutenção dos níveis de variabilidade dos componentes adjacentes aos novos componentes da nova tarefa mais

complexa, pois tanto a VTRc3 para o GD como a VTRc1 do GE mantiveram-se constantes na tarefa mais complexa.

Um aspecto importante na análise da tarefa mais complexa diz respeito ao desempenho global dos grupos na mesma. Nesse caso, o grupo que reorganizou a macro-estrutura da unidade básica (GE) obteve resultados superiores ao outro grupo (GD). E mais, a sua macro-estrutura apresentou níveis inferiores de variabilidade em comparação à macro-estrutura apresentada pelo GD, ou seja, o desmantelamento da macro estrutura e com isso a reorganização da unidade básica foi um fator positivo na execução da tarefa mais complexa, pois propiciou melhores resultados de desempenho global e uma unidade mais consistente. Com isso, pode-se dizer que só a modularização é insuficiente para formar um programa mais complexo que gere resultados eficientes, e assim, torna-se preciso a ocorrência de uma adaptação estrutural da unidade.

Com base nos resultados encontrados, observa-se que a forma de estruturar a tarefa mais complexa afeta os aspectos das macro e micro-estruturas, sendo que os princípios de programação on-line confrontaram-se com a unidade previamente adquirida e afetaram ambos os níveis do programa (macro e micro-estrutura).

Como a configuração espacial da tarefa influenciou o comportamento dos grupos no sentido de favorecer a modularização (GD) e também a adaptação estrutural (GE), é preciso analisar se a fixação da ordem seqüencial dos toques pelo experimentador não foi um fator importante de restrição no comportamento dos aspectos da macro e micro-estrutura. Nesse sentido, vale estudar as mesmas questões numa tarefa em que a ordem de toques nos sensores seja livre. Assim, é possível estudar como o seqüenciamento é estabelecido ao longo do processo de aquisição e ainda, como ele se comporta na nova tarefa mais complexa. Deve-se ressaltar que o seqüenciamento é considerado um dos aspectos invariantes da habilidade motora (SCHMIDT, 1980) e, portanto, trata-se de uma variável importante na caracterização da macro-estrutura. Dessa forma, foi estruturado o experimento 2, no qual mantém-se o mesmo delineamento do experimento 1, mas a ordem dos toques foi deixada à escolha do indivíduo.

6 EXPERIMENTO 2

Os propósitos do presente experimento incluíram os mesmos do experimento 1, havendo o acréscimo de um procedimento muito importante. No experimento 1, a ordem dos alvos a serem tocados era determinada pelo experimentador. Essa informação é utilizada pelo indivíduo para definir o seqüenciamento da ação. Como esse seqüenciamento é um aspecto importante da macro-estrutura do programa a ser formado, entendeu-se que seria interessante dar liberdade para que os indivíduos formassem esse aspecto do programa de ação. Assim, os indivíduos do presente experimento teriam a opção de não só definirem o timing relativo dos componentes (como no experimento 1) mas também poderiam determinar o seqüenciamento. Acredita-se que, dessa forma, serão obtidos dados mais ricos sobre a formação do programa na fase de aquisição e sobre sua possível utilização nas fases de transferência e de retenção.

6.1 Material e método

6.1.1 Amostra

Participaram desse experimento quarenta e um alunos voluntários da Escola Estadual João Sampaio de Londrina - Pr, sendo 11 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, com idade média de $14,1 \pm 0,8$ anos. Nenhum participante tinha experiência com a tarefa executada.

6.1.2 Equipamento

Foi utilizado o mesmo instrumento do experimento 1.

6.1.3 Delineamento e hipóteses

Foi utilizado o mesmo delineamento do experimento 1.

Em relação às previsões e hipóteses do estudo é preciso considerar os dois pontos já mencionados no experimento 1. Como no presente experimento os indivíduos tiveram liberdade para estabelecer a ordem dos elementos a serem efetuados poder-se-ia esperar que os mesmos escolhessem configurações espaciais mais favoráveis à manutenção do que foi adquirido na fase de aquisição. Assim, independentemente da colocação dos novos sensores, os indivíduos iniciariam a execução da tarefa mais complexa pelos elementos praticados previamente. Nesse caso, os indivíduos que eventualmente optassem por outra forma apresentariam maior instabilidade nos elementos da habilidade original, denotando o desmantelamento total do programa adquirido dentro da nova habilidade.

As hipóteses alternativas foram deduzidas do referencial teórico que postula a combinação contínua de habilidades simples em mais complexas ao longo da experiência motora dos indivíduos. Com base nesse referencial e nas considerações feitas acima, pôde-se estabelecer as seguintes hipóteses para o experimento 2:

H₁ A macro-estrutura do programa formado inicialmente será totalmente mantida dentro da nova habilidade, nas fases de transferência e de retenção, para os dois grupos (GD e GE), isto é, de forma independente da configuração espacial;

H₂ A macro-estrutura do programa formado inicialmente será totalmente mantida dentro da nova habilidade, nas fases de transferência e de retenção, apenas para o grupo GD ou para os indivíduos que iniciarem a tarefa pelos elementos praticados na fase de aquisição;

H₃ A macro-estrutura do programa formado inicialmente será parcialmente modificada dentro da nova habilidade, nas fases de transferência e de retenção, para os dois grupos (GD e GE), isto é, de forma independente da configuração espacial;

H₄ A macro-estrutura do programa formado inicialmente será parcialmente modificada dentro da nova habilidade, nas fases de transferência e de retenção, apenas para o grupo GD ou para os indivíduos que iniciarem a tarefa pelos elementos praticados na fase de aquisição;

As hipóteses um e três estariam de acordo com as proposições de que a aquisição de habilidades envolve só a modularização ou somente a adaptação estrutural, respectivamente. No caso das hipóteses dois e quatro, o mesmo é válido com o adendo de que a configuração espacial irá afetar de forma decisiva a utilização da habilidade conhecida na nova tarefa. Mais especificamente, a colocação dos novos elementos antes dos componentes da habilidade original iria perturbar o programa formado, provavelmente desmantelando-o por completo. Assim, o grupo GE ou o grupo de indivíduos que optarem por iniciar a seqüência a partir dos elementos novos, apresentaria sempre grande instabilidade da macro-estrutura nas fases de transferência e retenção.

6.1.4 Tarefa e procedimentos

Tanto a tarefa quanto o procedimento desse experimento são semelhantes ao realizado no primeiro experimento, com exceção da forma de realizar a tarefa, pois aqui a ordem seqüencial dos toques foi estabelecida pelo próprio participante.

6.1.5 Medidas

Foram utilizadas as mesmas medidas do primeiro experimento, porém nesse experimento, como a ordem seqüencial dos toques foi determinada pelos próprios participantes dois aspectos foram modificados. O primeiro foi à alteração do cálculo do número de tentativas erradas, pois foram computadas a quantidade de tentativas em que os participantes tocaram duas vezes o mesmo sensor e as tentativas em que deixou de tocar um dos sensores. O segundo aspecto foi a inclusão de duas outras medidas referentes à macro estrutura:

Padrão de seqüência dos toques: refere-se à moda do padrão seqüencial utilizado em cada bloco de cinco tentativas.

Variabilidade do seqüenciamento: número de padrões de seqüência utilizados em cada bloco de cinco tentativas.

6.1.6 Análise estatística

Para as medidas referentes à estrutura da unidade básica foram utilizados:

- 1) O teste de análise de variância para medidas repetidas de Friedman para analisar as medidas ao longo da fase de aquisição para cada grupo. Caso fossem encontradas diferenças, foi utilizado o teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0017) (GREEN et al., 2000). No entanto, quando não encontrado o local das diferenças, por esse procedimento, analisou-se as diferenças com base no p menor que 0,05
- 2) O teste de análise de variância para medidas repetidas de Friedman para analisar as medidas da unidade básica entre os blocos da fase de aquisição e os blocos dos testes de transferência e retenção. Caso fossem encontradas diferenças, foi utilizado o teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0013) (GREEN et al., 2000). No entanto, quando não encontrado o local por esse procedimento, analisou-se as diferenças com base no p menor que 0,05.
- 3) O teste de análise de variância para medidas independentes de Kruskal Wallis para analisar o desempenho global dos grupos ao longo do experimento. Caso fossem encontradas diferenças, foi utilizado o teste U de Mann Whitney com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0013) (GREEN et al., 2000). No entanto, quando não encontrado o local por esse procedimento, analisou-se as diferenças com base no p menor que 0,05.

Para analisar a formação da unidade mais complexa em relação à unidade básica, foram utilizados:

- 1) O teste de análise de variância de Friedman para analisar o comportamento das medidas entre a unidade básica e a unidade formada na tarefa mais complexa. Caso fossem encontradas diferenças, foi utilizado o teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0013) (GREEN et al., 2000). No entanto, quando não encontrado o local por esse procedimento, analisou-se as diferenças com base no p menor que 0,05.
- 2) O teste de análise de variância para medidas independentes de Kruskal Wallis para analisar o comportamento das medidas da unidade básica em relação a tarefa mais complexa entre os grupos ao longo do experimento. Caso fossem encontradas diferenças, foi utilizado o teste U de Mann Whitney com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0013) (GREEN et al., 2000). No entanto, quando não encontrado o local por esse procedimento, analisou-se as diferenças com base no p menor que 0,05.

6.2 Resultados

Como nesse experimento a ordem de seqüência dos toques foi estabelecida pelo participante, serão inicialmente apresentados os resultados referentes aos aspectos espaciais (ordem de seqüência de toques), seguidos da apresentação dos resultados referentes aos aspectos temporais da tarefa (as mesmas medidas do experimento I).

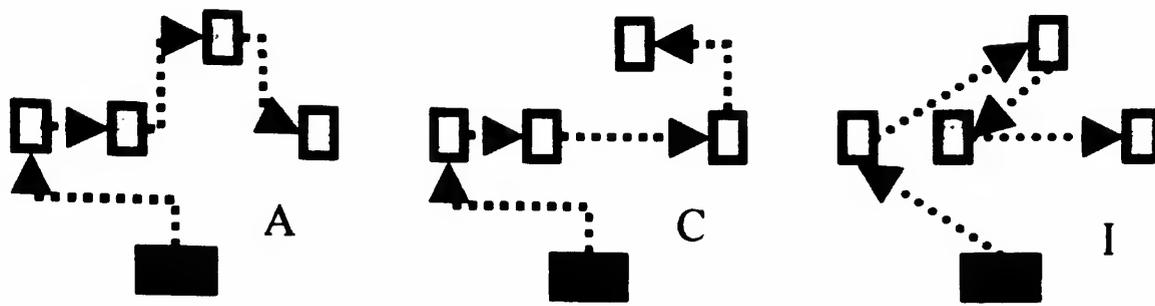


FIGURA 22 – Representação gráfica do padrão de seqüência do GE na fase de aquisição.

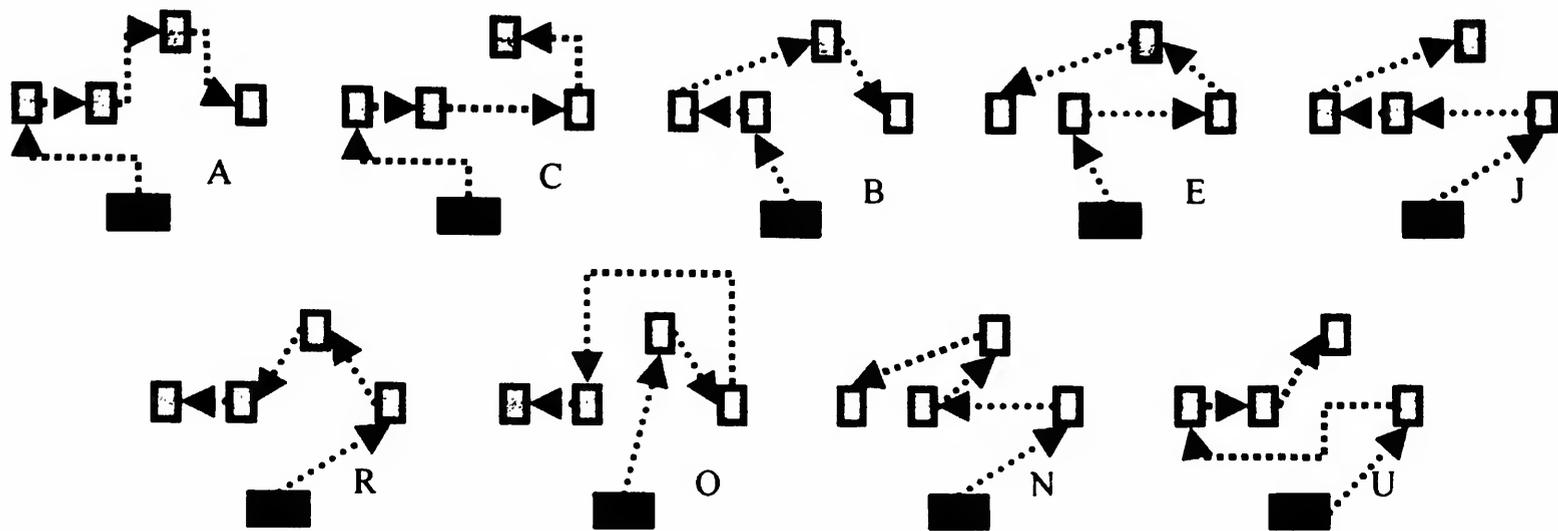


FIGURA 23 – Representação gráfica do padrão de seqüência do GD na fase de aquisição.

Quando analisado a moda de cada grupo, o padrão de seqüência A predominou em todas os blocos do GD, ao contrário do GE que no início apresentou o padrão de seqüência C, no entanto, no fim da fase de aquisição, a moda desse grupo também foi o padrão de seqüência A. Dessa forma, observou-se que ao final da fase de aquisição, para ambos os grupos, a moda do padrão de seqüência foi o padrão A. É claro que para o GE, a diferença entre o padrão A e C é muito pequena: cerca de 10%.

Um outro aspecto importante na análise da formação dos padrões de seqüência é quanto ao lado para iniciá-los, pois o GE iniciou todos os seus padrões de seqüência pelo lado esquerdo; da mesma forma, porém com menor intensidade, o GD também apresentou predomínio para iniciar a seqüência por esse mesmo lado (57% dos participantes). Esse resultado indica uma preferência dos participantes em iniciarem essa tarefa pelo lado esquerdo, pois quando somados os padrões de seqüência do GE com os do GD tem-se aproximadamente 78% dos participantes iniciando o padrão de seqüência pelo lado esquerdo.

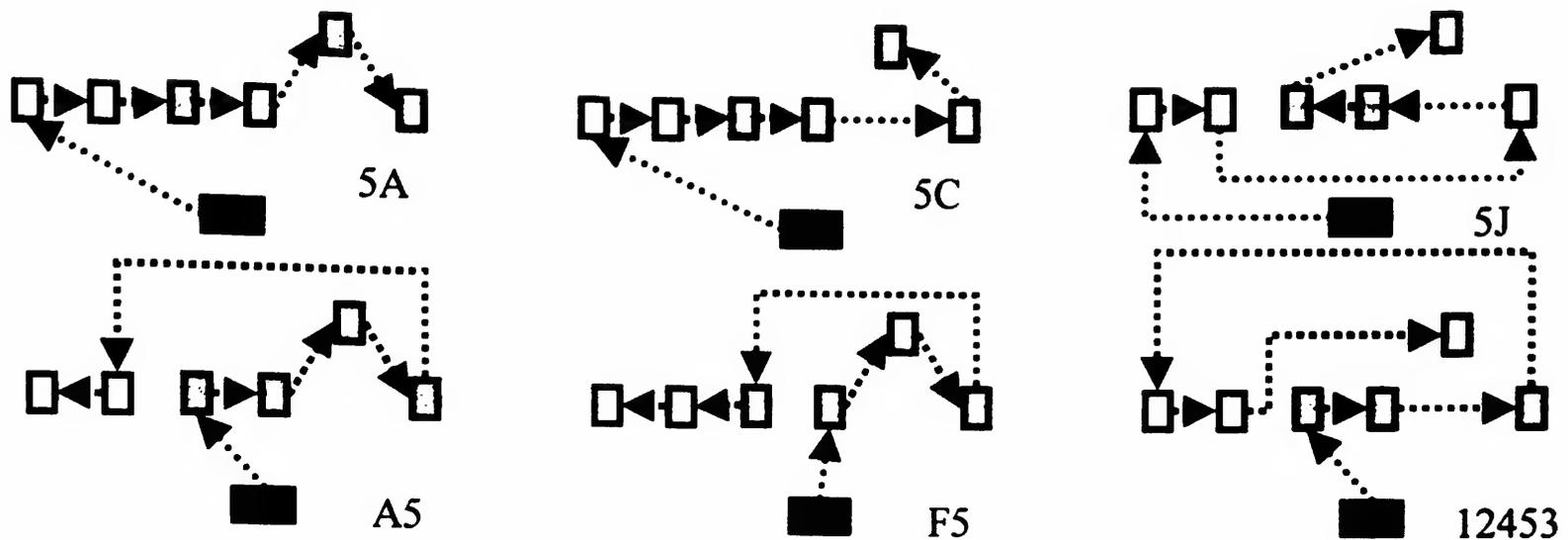


FIGURA 24 – Representação gráfica do padrão de seqüência do GE nos testes de transferência e retenção.

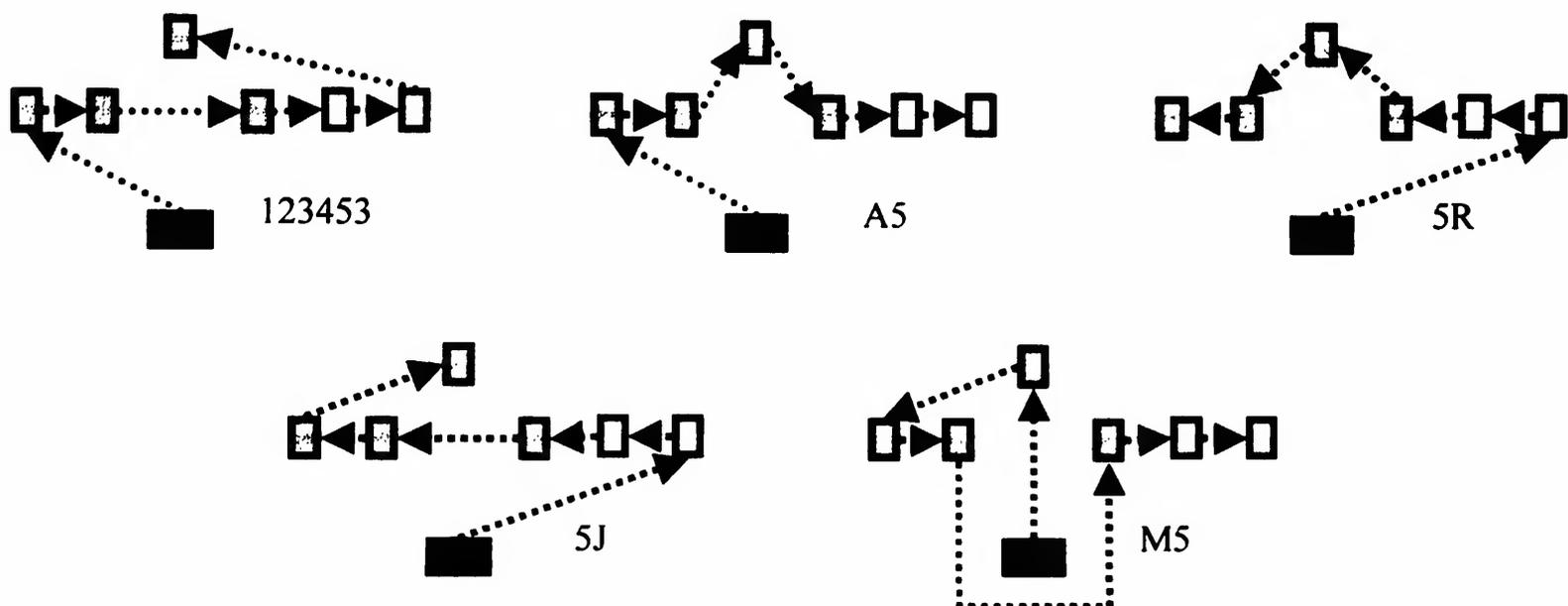


FIGURA 25 – Representação gráfica do padrão de seqüência do GD nos testes de transferência e retenção.

Ainda analisando o lado de preferência para iniciar a ação do padrão de seqüência modal (padrão 5C para o GE e o padrão A5 para o GD), notou-se que os grupos apresentaram uma moda diferente quanto ao padrão de seqüência. Porém, ambos iniciaram o padrão mais complexo pela esquerda, ou seja, independentemente da estruturação espacial da tarefa, ambos os grupos iniciaram o padrão de seqüência pelo lado esquerdo. Esse aspecto é importante, pois tanto na fase de aquisição como nos testes de transferência e retenção, a opção sempre foi iniciar a ação pelo lado esquerdo.

Como nesse experimento a seqüência de toques, em todas as etapas, foi determinada pelo próprio participante, ocorreram diferentes padrões de seqüências

(TABELA 1 a 4). Assim, eles foram utilizados para separar os participantes em diferentes grupos. Dessa forma, apresenta-se, na TABELA 5, os diferentes grupos que foram divididos de acordo com quatro critérios: a) o padrão de seqüência estabelecido na fase de aquisição; b) o local de inserção dos novos sensores c) a manutenção do padrão de seqüência nos testes de transferência e retenção; d) o momento que realizou o toque nos novos sensores (início, meio ou fim da unidade praticada inicialmente).

Os participantes que não apresentaram os mesmos padrões de seqüência entre a fase de aquisição e os testes de transferência e retenção foram agrupados em um único grupo, denominado de grupo modificado.

TABELA 5 - Descrição da distribuição dos grupos com base nos padrões de seqüência realizados.

Inserção dos novos sensores	Padrão na aquisição	Padrão na transferência e retenção	Momento de toque nos novos sensores	Nova denominação	Número e porcentagem de participantes
Esquerda	A	A	Antes da unidade	GE(5A)	4 (20%)
Esquerda	A	A	Depois da unidade	GE[A5]	6 (30%)
Esquerda	C	C	Antes da unidade	GD(5C)	8 (40%)
Esquerda	A/C	C/J	--	GE[V]	2 (10%)
Direita	A	A	Depois da unidade	GD(A5)	10 (45,45%)
Direita	J	J	Antes da unidade	GD(5J)	2 (9,02%)
Direita	R	R	Antes da unidade	GD(5R)	3 (13,63%)
Direita	C/J/O/R/U 12453/A/M/J		--	GD(V)	6 (27,3%)

Com base na divisão dos participantes em subgrupos, tem-se oito subgrupos, sendo que dos quatro subgrupos pertencentes ao GE, três mantiveram o mesmo padrão de seqüência em todas as etapas do experimento (GE[5A], GE[A5], GE[5C]) e um subgrupo modificou o padrão de seqüência, chamado de subgrupo modificado (GE[V]). Já para o GD, dos quatro subgrupos, tem-se três que mantiveram o mesmo padrão de seqüência em todas as etapas do experimento (GD[A5], GD[5J], GE[5R]) e um subgrupo que modificou o padrão de seqüência, chamado de subgrupo modificado (GD[V]). A partir desse ponto do trabalho, esses “subgrupos” serão denominados de grupos.

Quando somados os padrões que mantêm nos testes de transferência e retenção os mesmos padrões estabelecidos na fase de aquisição, tem-se 90% dos participantes do GE e 78% do GD, ou seja, a maioria dos participantes realizou o mesmo padrão de seqüência da fase de aquisição nos testes de transferência e retenção mais os toques nos novos sensores (os quais variaram entre o lado esquerdo e direito). Dessa forma, pode-se entender que eles utilizaram o padrão de seqüência estabelecido na fase de aquisição na nova tarefa mais complexa.

Observando os resultados acima, notou-se que, com a prática, um seqüenciamento é estabelecido (mesmo que diferente entre os participantes) e ainda, que predomina a manutenção do padrão da fase de aquisição quando os novos sensores são inseridos. É possível também observar alguns aspectos comuns dentre os diferentes padrões de seqüência, por exemplo: a) dos quarenta e um participantes, na fase de aquisição, 32 iniciaram seu padrão de seqüência pelo lado esquerdo e 29 nos testes de transferência e retenção; b) em nenhum dos padrões de seqüência existiu um salto sobre um sensor, ou seja, sempre se toca os sensores adjacentes (com exceção do padrão de seqüência U na fase de aquisição e o padrão de seqüência GE[5J] e GE[12453] nos testes de transferência e retenção, no entanto, são padrões que apresentaram uma freqüência reduzida). Um outro aspecto que merece atenção diz respeito aos padrões de seqüência utilizados nos testes de transferência e retenção, pois ao analisar os padrões mais utilizados, notou-se que existe um espelhamento entre os mesmos, uma vez que o padrão de seqüência utilizado pelo GE[5A] é o espelho do GD[5R], e o GE[5C] é o espelho do GD[5J]. O único aspecto que diferenciou ambos os grupos, nesse caso, foi o lado de início, pois existiu uma grande semelhança no movimento envolvido.

6.2.2 Resultados referentes aos aspectos temporais da habilidade

As variáveis temporais foram analisadas de acordo com os grupos formados, sendo que as mesmas foram apresentadas no mesmo formato dos resultados do primeiro experimento. Dessa forma, inicialmente foi analisado o comportamento da unidade básica (4 sensores) nos três momentos do experimento (fase de aquisição e os testes de

transferência e retenção) para investigar se houve manutenção da macro e micro-estrutura da unidade previamente adquirida na tarefa mais complexa em virtude das diferentes estruturas espaciais. Posteriormente, foi analisado o comportamento da unidade básica (representada pelo oitavo bloco da fase de aquisição) em relação à nova unidade formada na tarefa mais complexa (blocos dos testes de transferência e retenção) para investigar como foi a formação da unidade mais complexa em virtude das diferentes estruturas espaciais.

6.2.2.1 Resultados do comportamento da unidade básica na fase de aquisição, testes de transferência e retenção

As medidas do número de tentativas erradas e tempo total de movimento foram apresentadas para avaliar se houve a estabilização do desempenho global da unidade básica ao longo da fase de aquisição, e se o mesmo foi mantido quando realizada a tarefa mais complexa (testes de transferência e retenção).

Posteriormente, foram apresentadas as medidas de variabilidade do seqüenciamento, timing relativo de cada componente, variabilidade do timing relativo, tempo de movimento de cada componente e variabilidade do tempo total de movimento para analisar como ocorreu a estabilização dos aspectos da micro e macro-estrutura da unidade básica e se eles foram mantidos quando realizada a tarefa mais complexa.

Para analisar o comportamento da variabilidade do componente adjacente ao novo componente inserido na tarefa mais complexa, foram analisadas a variabilidade do timing relativo e a variabilidade tempo de movimento do componente um para cada um dos grupos.

6.2.2.1.1 Medidas de desempenho global

6.2.2.1.1.1 Número de tentativas erradas

O número de tentativas erradas durante a fase de aquisição diferiu-se entre os grupos (FIGURA 26), sendo que GD[A5], GD[5R] e GD[V] apresentaram, em toda a fase

de aquisição, valores médios próximos de zero (a exceção é o aumento nos blocos A3, A4 e A6, respectivamente). Já GE[5A], GE[V] e GE[5A] diminuíram os valores médios e depois oscilaram entre zero e 0,5, sendo que o GE[5A] apresentou aumento dos valores médios no último bloco. Os grupos GE[5C] e GD[5J] se comportaram de forma diferente no início de fase de aquisição, pois o GE[5C] oscilou seus valores médios entre 0 e 1 e o GD[5J] manteve-se constante em valores médios próximos de 0 até o bloco A4, porém, no fim da fase de aquisição, ambos oscilaram seus valores médios. Apesar dos grupos se diferirem no comportamento do número de tentativas erradas, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que somente o GE[5A] e o GE[5C] apresentaram diferenças significativas entre os blocos da fase de aquisição⁶. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0017) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas para nenhum dos grupos. No entanto, utilizando o nível de significância de p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças para o GE[5A] entre o bloco A8 e os blocos A3 a A7 e para o GE[5C], as diferenças foram encontradas entre os blocos A2 e A3, A2 e A6, A2 e A8, e entre os blocos A3 e A5, A3 e A7. Para os grupos que não apresentaram diferenças significativas entre os blocos da fase de aquisição, pode-se entender que o número de tentativas erradas foi constante ao longo de toda a fase de aquisição, e ainda, sendo os valores médios entre 0 e 0,5, tem-se que o número de tentativas erradas foi muito baixo. Com os resultados encontrados para o GE[5A], entendeu-se que os valores médios do número de tentativas erradas diminuíram ao longo da fase de aquisição e que, no final, o mesmo apresentou os menores valores médios. Já os resultados encontrados para o GE[5C] permitem inferir que o grupo diminuiu no início da fase de aquisição e, no fim, apresentou um aumento significativo, ou seja, oscilou ao longo da fase de aquisição. Dessa forma, para esse grupo, parece que o número de tentativas erradas não se estabilizou, ao contrário dos demais grupos que se apresentaram consistentes no número de tentativas erradas.

⁶ Os valores de todos os testes estatísticos do experimento 2 estão no ANEXO II.

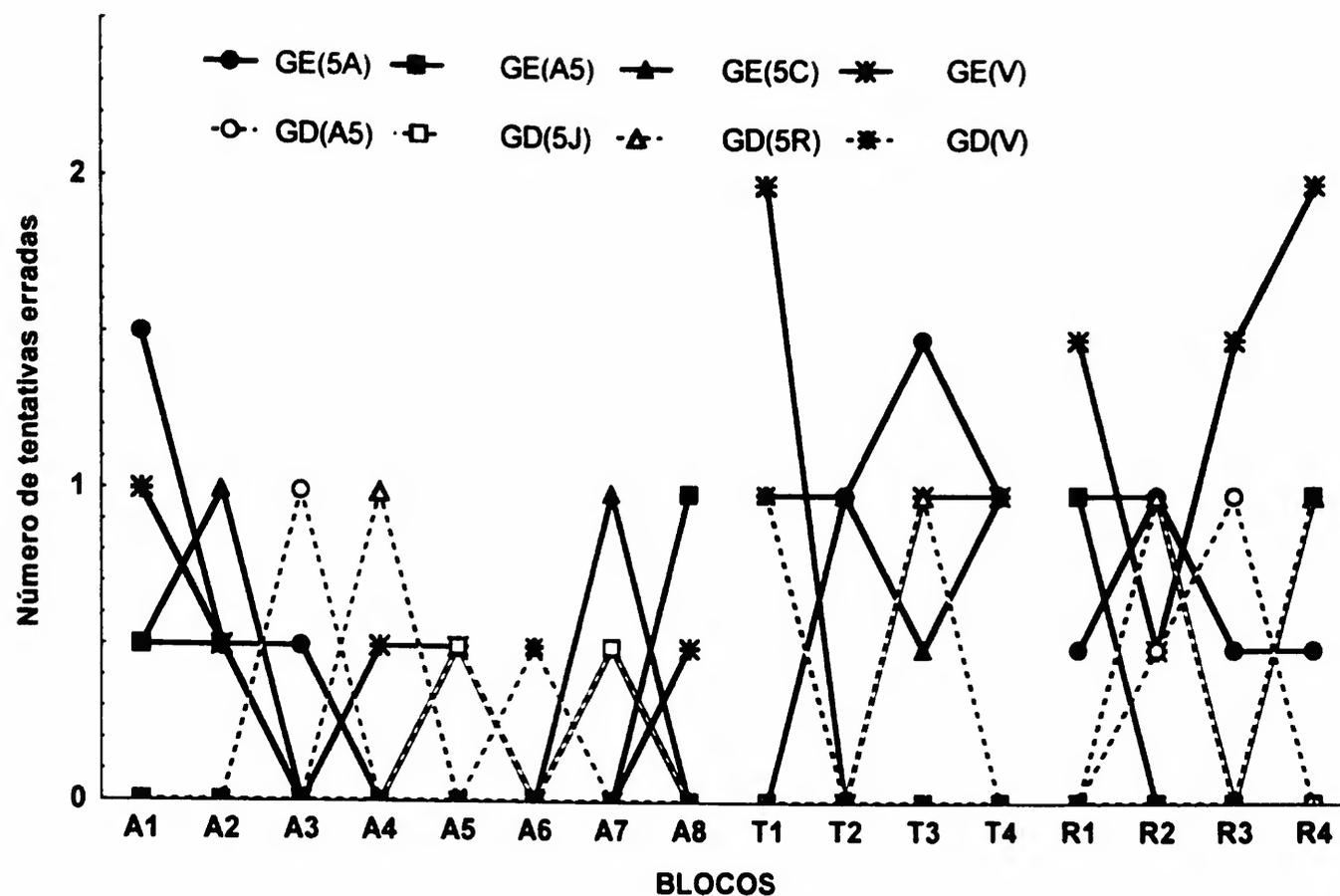


FIGURA 26 - Mediana do número de tentativas erradas ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando analisado o número de tentativas erradas da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que quase em todos os grupos os valores médios oscilam entre 0 e 1,5, com exceções do GE[V] que apresentou valores médios próximos a duas tentativas erradas e do GE[5A] e GD[5J] que mantiveram valores médios sempre próximos a zero. Os demais grupos oscilaram sem nenhuma forma em comum. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que não houve diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Assim, tem-se que foi mantido o número de tentativas erradas em ambas as tarefas, ou seja, o aumento do número de componentes não acarretou num maior número de toques errados na unidade básica para nenhum dos grupos.

6.2.2.1.1.2 Tempo total de movimento

Os valores médios do tempo total de movimento (TTM) do GE[V] e GE[A5] diminuíram gradualmente ao longo dos blocos da fase de aquisição (FIGURA 27). Já os

valores médios do TTM dos demais grupos (GE[5A], GE[5C], GD[A5],GD[5J],GD[5R] e GD[V]) oscilaram ao longo de todos os blocos da fase de aquisição. No entanto, quando comparados os valores médios do primeiro bloco com o último bloco, foi possível observar que houve uma sensível diminuição, com exceção do GE[5A], que aumentou o seu TTM. Esses resultados podem ser entendidos como tendência, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman, somente apresentou diferenças significativas entre os blocos para o GD[A5]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc* com nível de significância de p menor que 0,0017) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância de p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A1 e A2, A3, A5 e A6, entre os blocos A2 e A3, A3 e A4 e entre A4 e A6, A4 e A7. Com isso, entendeu-se que o TTM diminui nos primeiros blocos da fase de aquisição e depois se manteve consistente para o GD[A5].

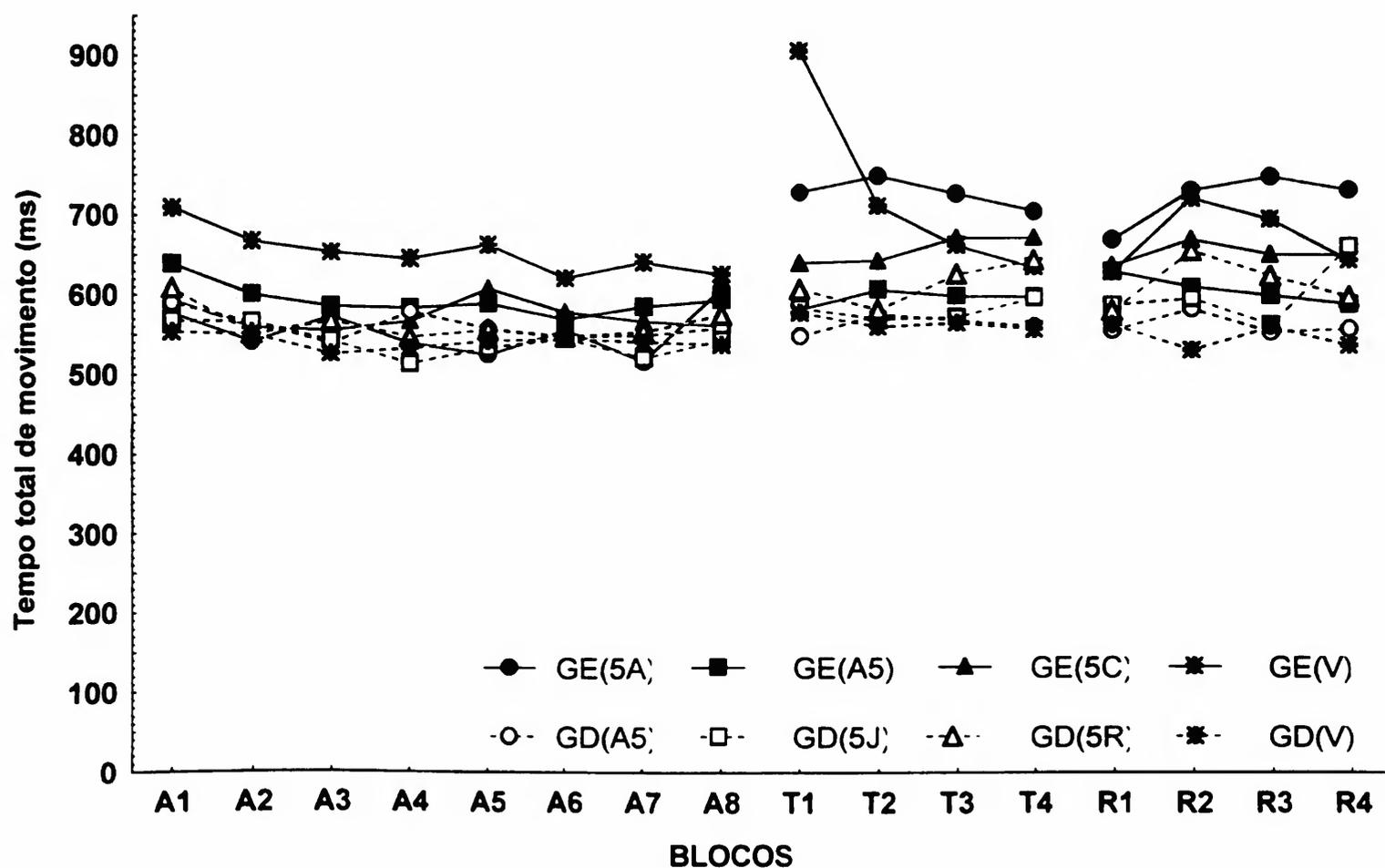


FIGURA 27 - Mediana do tempo total de movimento ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando analisado o TTM da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que há um aumento nos valores médios para quase todos os grupos (GE[5A], GE[V], GE[5C], GD[V], GD[5J]), pois em todos os blocos dos testes de transferência e retenção esses grupos apresentaram valores médios superiores aos valores do último bloco da fase de aquisição. Ao contrário, o GD[A5] mantém muito semelhante os valores médios da unidade básica em ambas as tarefas. Já o GD[V] e o GE[A5] aumentaram o TTM no primeiro bloco do teste de transferência, mas logo após, apresentaram uma diminuição gradual ao longo dos demais blocos. No entanto, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman somente apresentou diferenças significativas para o GE[5C]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre A8 e todos os outros blocos do testes de transferência e retenção. Assim, notou-se que somente GE[5C] modificou permanentemente o TTM da unidade básica, sendo que os demais grupos mantiveram o mesmo TTM da unidade básica em ambas as tarefas.

Um aspecto que merece atenção diz respeito ao fato de que os grupos que mais aumentaram o TTM da unidade praticada na nova tarefa mais complexa (considerando as tendências observadas na FIGURA 27) são os grupos que tiveram a inserção dos novos componentes à esquerda (GE[5A], GE[V], GE[5C]). Esse comportamento poderia evidenciar o efeito de diferentes estruturas espaciais no TTM dos grupos que tiveram a inserção dos novos componentes do lado esquerdo.

De forma geral, na fase de aquisição, o desempenho global melhorou ou, pelo menos, manteve-se estável para a maioria dos grupos, uma vez que não houve diferenças significativas entre os blocos da fase de aquisição para o TTM e para o número de tentativas erradas (com exceção do GE[5C] que apresentou-se instável no número de tentativas erradas). A mesma consistência foi encontrada quando analisado o número de tentativas erradas e o TTM utilizados na unidade em ambas as tarefas, pois também não houve aumento significativo entre os valores médios do último bloco da fase de aquisição para os blocos dos testes de transferência e retenção, com exceção do GE[5C], que

aumentou significativamente os valores médios do TTM da unidade praticada previamente na nova tarefa mais complexa.

Esses resultados são favoráveis à idéia de modularização, uma vez que o tempo total de movimento gasto para realizar os toques na unidade básica foi mantido na tarefa mais complexa, assim como o número de tentativas erradas. No entanto, o indicativo mais forte sobre a manutenção do programa de ação na tarefa mais complexa pode ser evidenciado pela análise da macro e micro-estrutura.

6.2.2.1.2 Medidas de macro-estrutura

6.2.2.1.2.1 Variabilidade do padrão de seqüência dos toques

Quando analisado os valores médios da variabilidade do padrão de seqüência ao longo da fase de aquisição (FIGURA 28), notou-se que GE[A5], GE(5C), GD(A5) e GD(V) apresentaram apenas um único padrão de seqüência. Já GE[5A], GE[V], GD[5J] e GD[5R] oscilaram seus valores médios entre 1 e 2 padrões de seqüência ao longo da fase de aquisição. No entanto, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman não apresentou diferenças significativas entre os blocos da fase de aquisição para nenhum dos grupos. Assim, o nível de variabilidade do padrão de seqüência para todos os grupos foi o mesmo ao longo de toda a fase de aquisição, ou seja, o padrão de seqüência manteve-se consistente logo no primeiro bloco. Esses resultados indicaram que os grupos realizaram sempre o mesmo padrão de seqüência de toques ao longo da fase de aquisição. Lembrando que cada grupo realizou um padrão diferente.

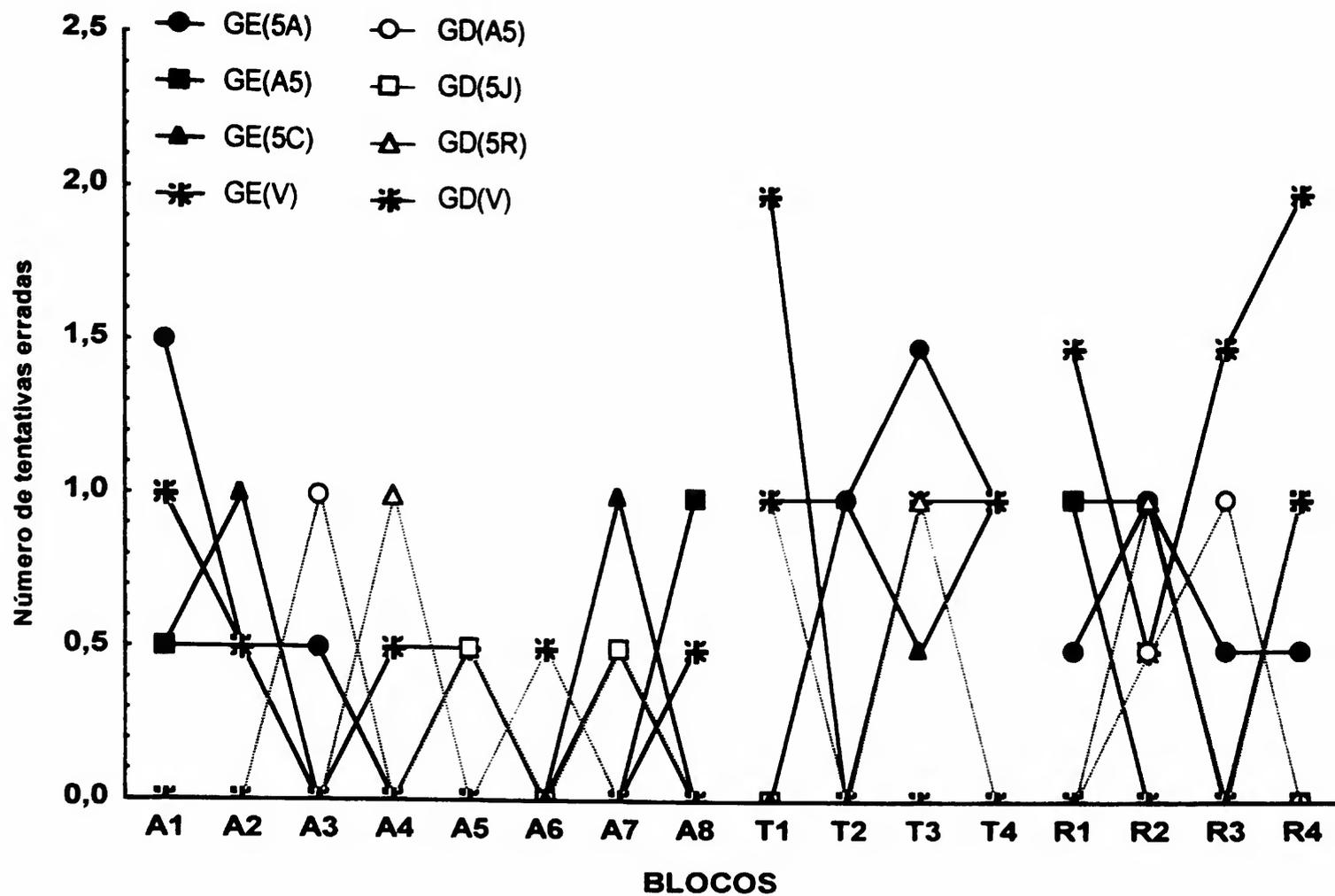


FIGURA 28 - Mediana da variabilidade do padrão de seqüência ao longo dos blocos para todos os grupos.

Ao comparar a variabilidade do padrão de seqüência do último bloco da fase de aquisição com os blocos dos testes de transferência e retenção, novamente notou-se que a grande maioria dos grupos apresentou seus valores médios muito próximos a um, mesmo aqueles que apresentavam valores médios superiores de variabilidade no final da fase de aquisição (GE[5A] e GE[V]), ou seja, mesmo na tarefa mais complexa, o nível de variabilidade do padrão de seqüência da unidade básica foi semelhante ao da fase de aquisição. Esses resultados foram confirmados pela série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman, pois os mesmos não apresentaram diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos.

6.2.2.1.2.2 Timing relativo

Da mesma forma que realizado no primeiro experimento, a tarefa simples constou de quatro componentes (quatro sensores), o que propiciou as análises de três

timing relativo (TRc1, TRc2 e TRc3), que serão apresentados um a um para analisar como cada um deles se comportou na fase de aquisição e ainda, se ocorreu ou não alterações no momento em que os novos sensores foram incluídos. É importante lembrar que a denominação “componente um, dois e três” foi feita de acordo com a estruturação temporal, pois dependendo do padrão de seqüência, os componentes podem diferenciar-se, ou seja, o componente um é chamado assim por ter sido realizado primeiro, mas isso não quer dizer que sempre será o mesmo movimento entre os grupos. Por causa desse fato, as análises seguintes somente consistiram na comparação intra-grupo.

6.2.2.1.2.2.1 Timing relativo do componente 1

O timing relativo do componente 1 (TRc1) apresentou-se bastante semelhante entre os grupos (FIGURA 29), sendo que os mesmos oscilaram com pequena magnitude ao longo dos blocos da fase de aquisição. A maior diferença reside no GD[5R] que gastou mais tempo relativo para realizar o primeiro componente. Essa pequena oscilação entre os blocos da fase de aquisição pôde ser entendida somente como tendência, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman mostrou que não houve diferenças significativas no TRc1 entre os blocos da fase de aquisição, para nenhum dos grupos. Dessa forma, observa-se a manutenção do TRc1 ao longo do processo de aquisição para todos os grupos.

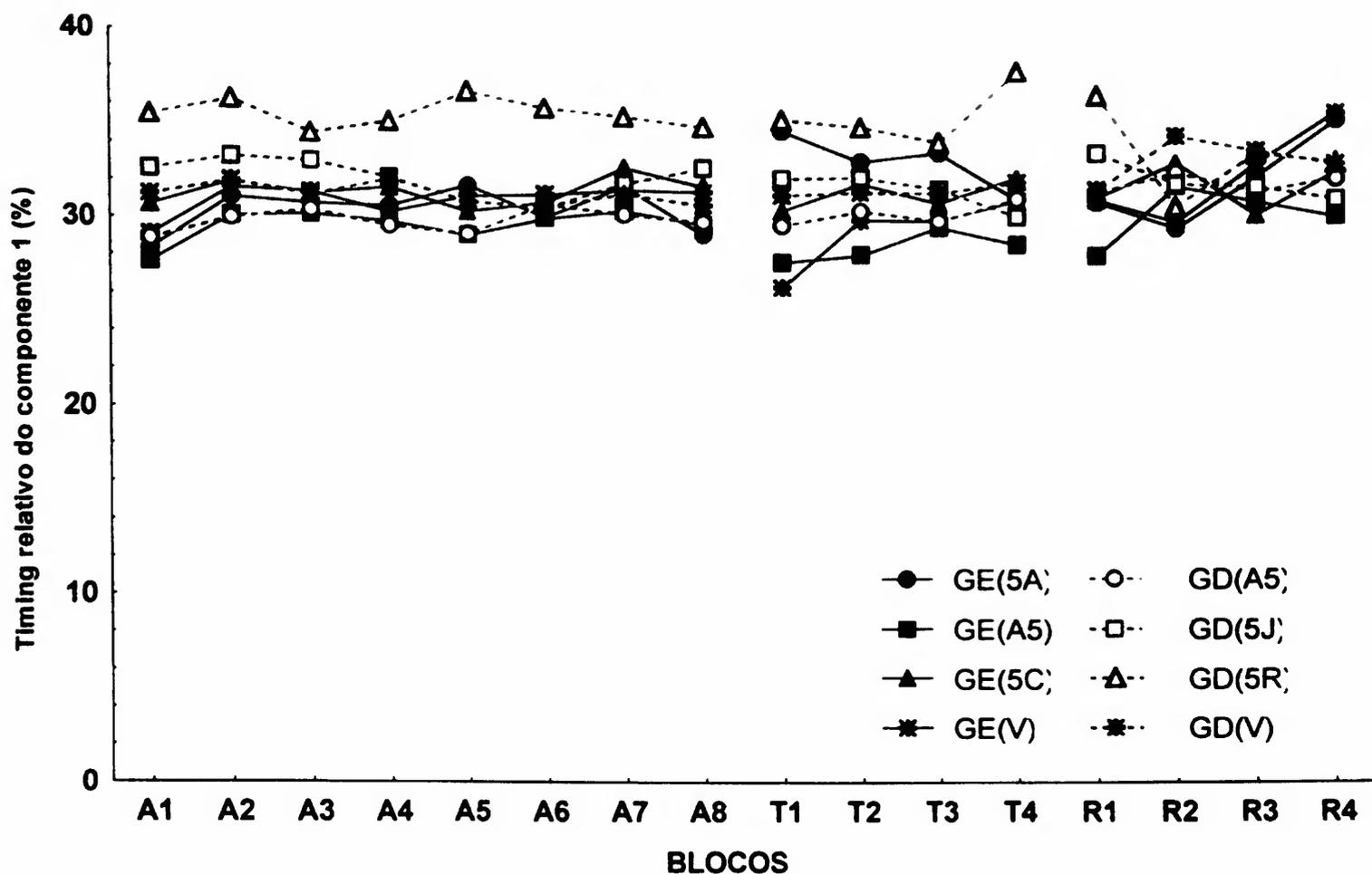


FIGURA 29 - Mediana do timing relativo do componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando analisados os valores médios do último bloco da fase de aquisição para os blocos do teste de transferência e retenção do TRc1 da unidade básica, notou-se que, de forma geral, os valores médios oscilaram em pequena magnitude, sendo que dentre todos os grupos, o GE[5A] e o GE[V] são os que mais alteraram o TRc1 (o GE[5A] aumentou e o GE[V] diminuiu a proporção de tempo). No entanto, essas alterações foram entendidas como tendência, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman não apresentou diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos, podendo-se considerar o TRc1 da unidade básica constante nas duas tarefas, independentemente do grupo.

6.2.2.1.2.2 Timing relativo do componente 2

Ao longo da fase de aquisição, o timing relativo do componente 2 (TRc2) foi bastante consistente, não apresentando grandes variações entre os blocos (FIGURA 30). Esses resultados foram confirmados pela série de testes de variância para medidas

repetidas de Friedman, pois os mesmos não apresentaram diferenças significativas entre os blocos da fase de aquisição, para nenhum grupo, com exceção do GD[A5], para o qual foram encontradas diferenças significativas. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A1 e A2, A3, A6, A7; A4 e A6, A7; A5 e A6; A6 e A8. Assim, notou-se que somente GE[5C] modificou o TRc2 tanto no início da fase de aquisição como também no final, ou seja, parece que esse componente não se estabilizou durante a fase de aquisição.

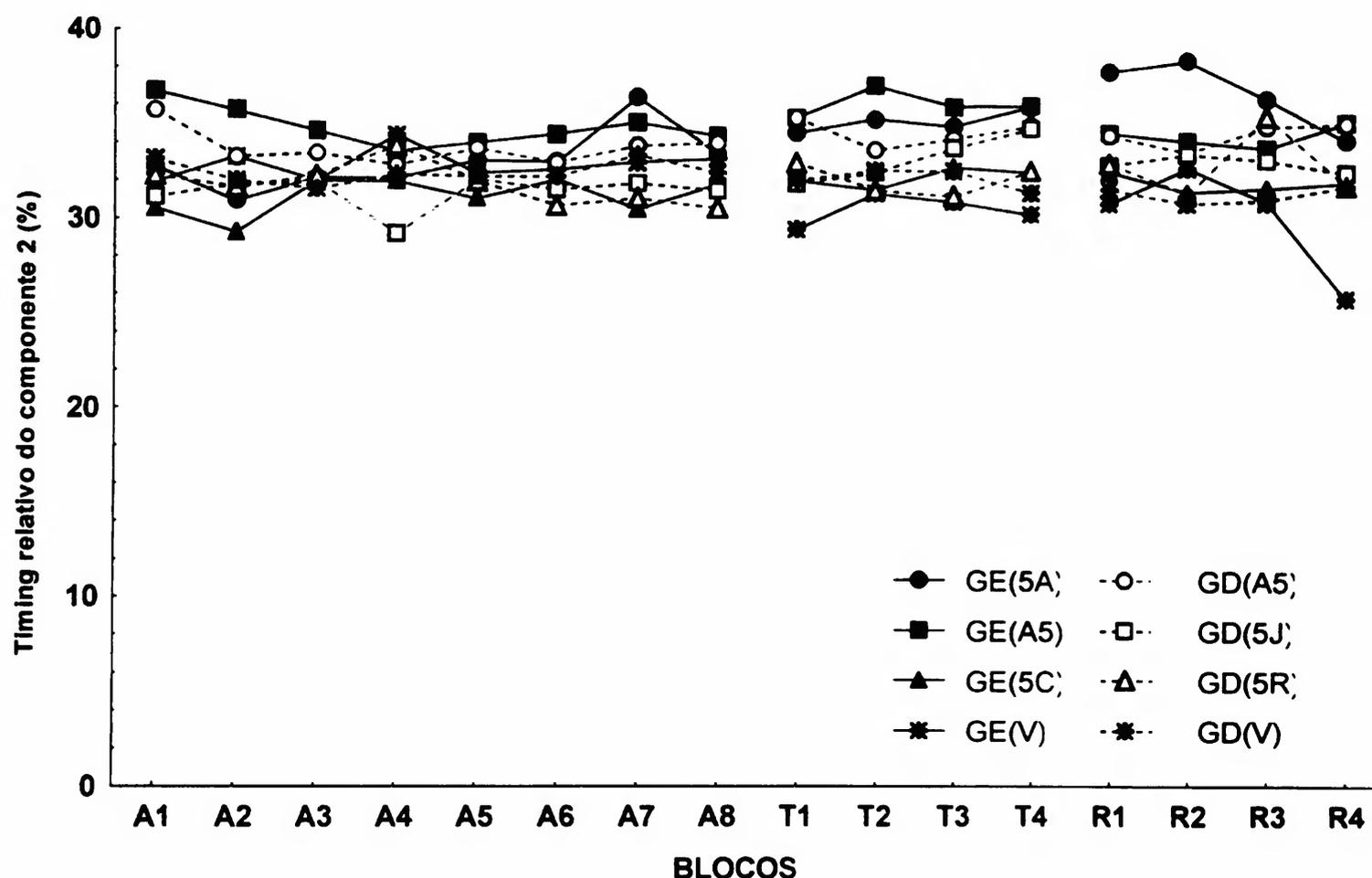


FIGURA 30 - Mediana do timing relativo do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparado os valores médios do TRc2 da unidade básica do último bloco da fase de aquisição com os blocos dos testes de transferência e retenção, notou-se que o mesmo nível de oscilação aconteceu ao longo desses blocos para todos os grupos, sendo o GE[5A] e GE[V] que mais alteraram o TRc2. No entanto, essas modificações não foram significativas, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas

de Friedman não apresentou diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Com isso, tem-se que além do TRc2 da unidade básica apresentar-se estabilizado na fase de aquisição, com exceção do GD[A5], ele foi utilizado na tarefa mais complexa.

6.2.2.1.2.2.3 Timing relativo do componente 3

Da mesma forma que os timing relativos dos outros dois componentes, o timing relativo do componente 3 (TRc3) apresentou-se bastante semelhante entre os grupos, oscilando em pequena proporção ao longo da fase de aquisição (FIGURA 31). A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou não haver diferenças significativas entre os blocos da fase de aquisição para nenhum dos grupos. Com esses resultados, entende-se que esse componente mantém-se consistente ao longo da fase de aquisição.

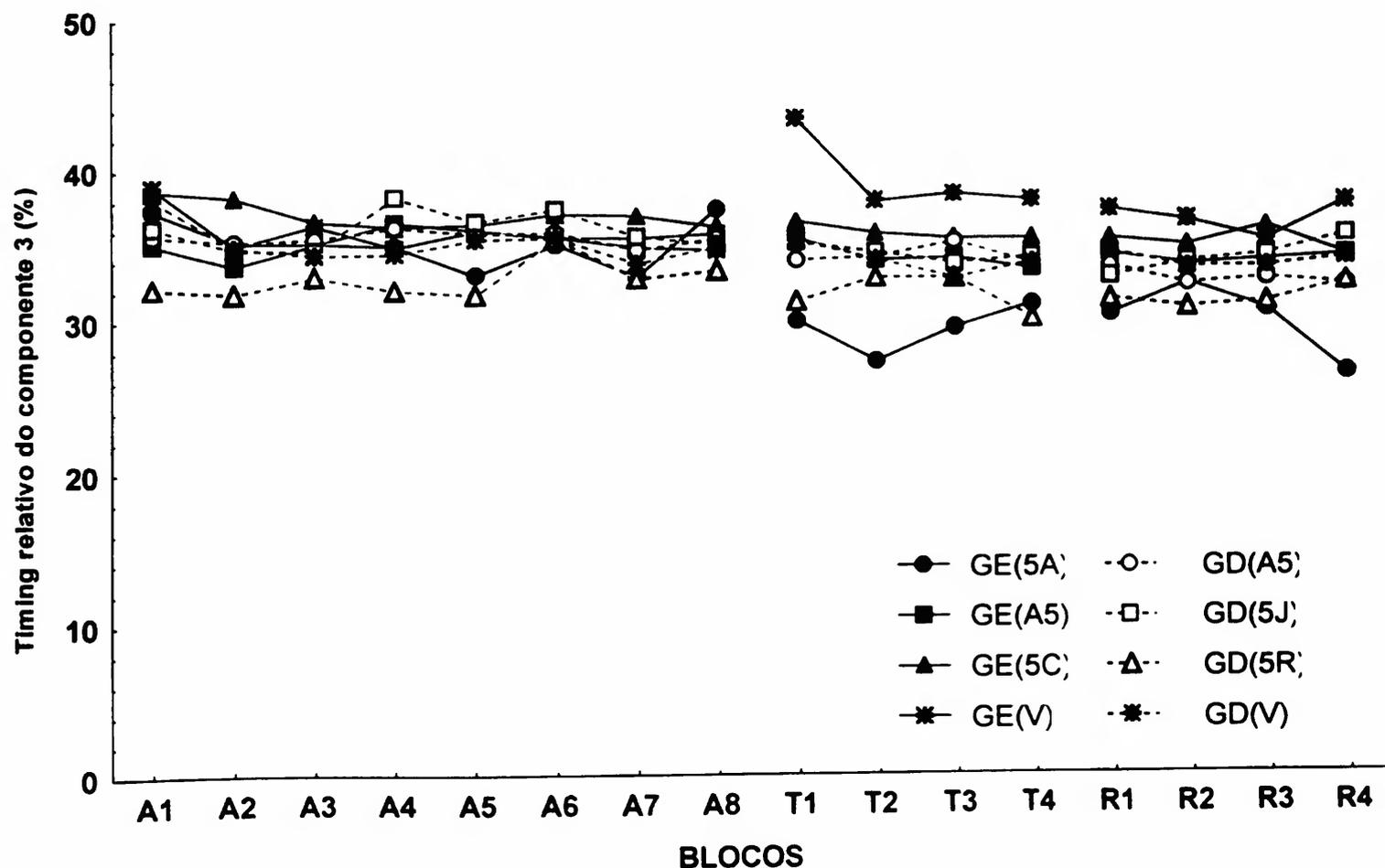


FIGURA 31 - Mediana do timing relativo do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando analisado o TRc3 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que as maiores alterações ocorrem no GE[V] e GE[5A], já nos demais grupos, os valores

médios mantiveram-se bastante semelhantes. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman mostrou que, ao contrário do que foi descrito acima, somente o GD[A5] apresentou diferenças significativas entre os blocos. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontra-se diferenças entre os blocos A8 e T3, A8 e T4, A8 e R3, A8 e R4, entre os blocos T1 e R1, T1 e R3, T1 e R4, entre os blocos T2 e R2, T2 e R3, T2 e R4 e entre os blocos T3 e R3, T3 e R4. Com base nesses resultados, foi possível entender que o TRc3 da unidade básica não se manteve na tarefa mais complexa para o GD[A5]. No entanto, para todos os outros grupos, ele manteve-se constante em ambas as tarefas. Dessa forma, tem-se que o TRc3 utilizado na fase de aquisição foi mantido na tarefa mais complexa, com exceção da alteração do GD[A5].

6.2.2.1.2.2.4 Variabilidade do timing relativo

A variabilidade do timing relativo (VTR) ao longo da fase de aquisição, para todos os grupos, pareceu ser bastante heterogênea (FIGURA 32), pois houve uma grande oscilação entre os blocos (oscilação entre 4 e 12 por cento de variabilidade). No entanto, para GE[A5], GD[V] os valores médios da VTR no último bloco foi superior ao primeiro bloco. Já para GE[V], GE[5A] e GE[5C] os valores médios finais foram inferiores aos do primeiro bloco. O GD[A5] e o GD[5J] mantiveram praticamente os mesmos valores da VTR entre o início e o fim da fase de aquisição. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman não apresentou diferenças significativas entre blocos para nenhum dos grupos, assim, entende-se que em todos os grupos, o nível de VTR manteve-se consistente ao longo da fase de aquisição.

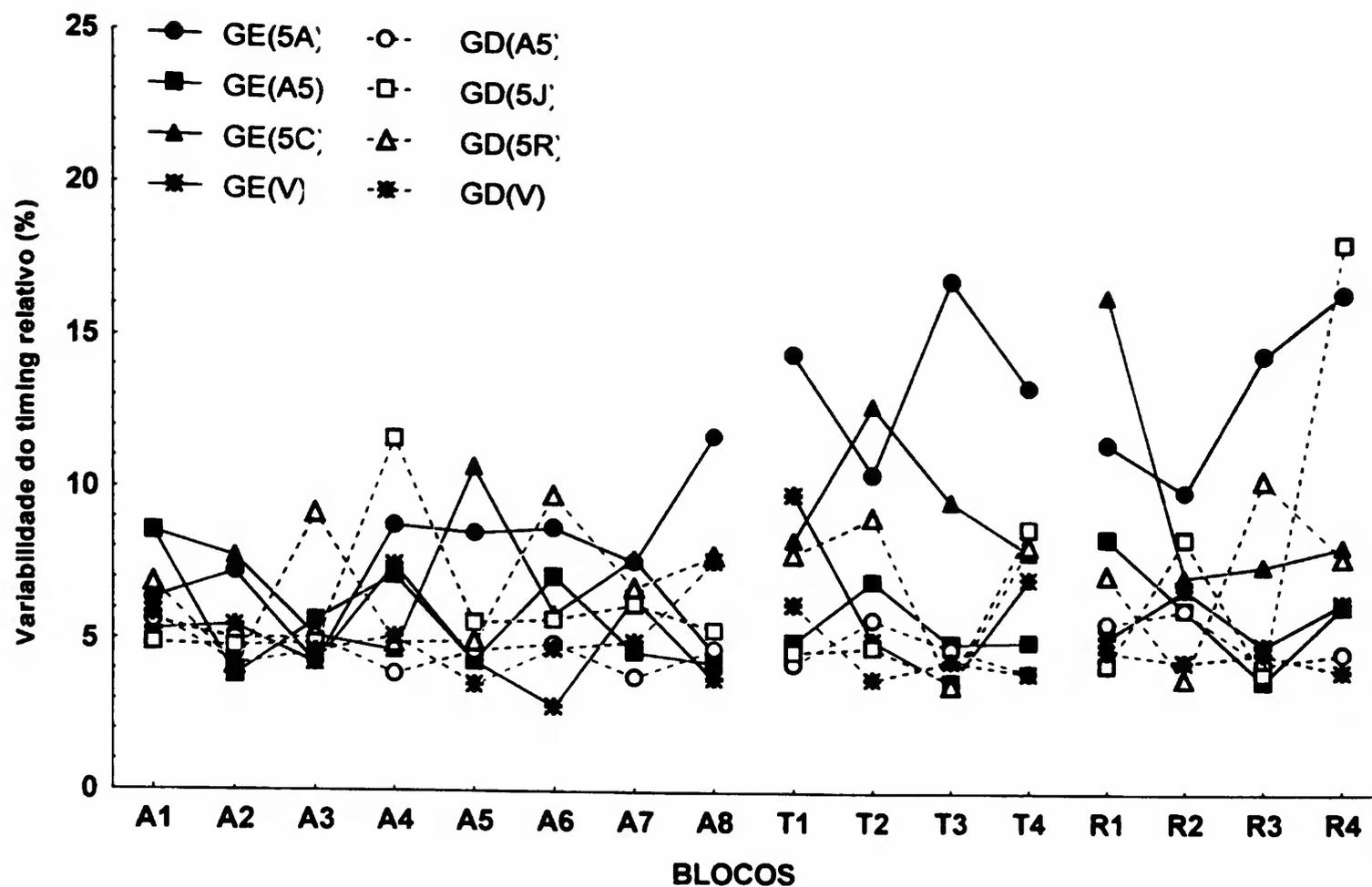


FIGURA 32 - Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo ao longo dos blocos para todos os grupos.

A realização da nova tarefa mais complexa pareceu afetar a VTR da unidade básica de forma diferenciada entre grupos, pois para alguns grupos ela aumentou (GE[5C], GE[5A] e GE[V]), em outros ela se manteve (GE[A5], GD[A5], GD[5J] e GD[5R]) e até mesmo diminuiu (GD[V]), quando comparado o último bloco da fase de aquisição com o primeiro do teste de transferência, pois quando se compara com os demais blocos dos testes de transferência e retenção, não há clareza nos comportamentos da VTR, pois a oscilação entre os valores médios foi muito grande. De forma geral, parece que os grupos que tiveram a inserção dos novos componentes à esquerda tenderam a aumentar a VTR da unidade básica; ao contrário, os grupos que tiveram a inserção do lado direito tenderam diminuir a VTR da unidade básica. No entanto, essas colocações podem ser entendidas somente como tendência, uma vez que, a série de análises de variância para medidas repetidas de Friedman não encontrou diferenças significativas entres os blocos para nenhum dos grupos.

6.2.2.1.2.2.5 Variabilidade do timing relativo do componente 1

A variabilidade do timing relativo do componente 1 (VTRc1) diminuiu do primeiro para o segundo bloco da fase de aquisição para todos os grupos (FIGURA 33), com exceção do GE[V] que aumentou a VTRc1. No entanto, após isso, aconteceram oscilações entre os valores médios do VTRc1 (oscilações de 4 a 10 por cento). Mesmo acontecendo essas oscilações entre os blocos, os valores médios no fim da fase de aquisição foram muito próximos aos encontrados no início. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman mostrou não haver diferenças significativas entre os blocos da fase de aquisição para nenhum dos grupos. Com base nesses resultados, pode-se considerar que o VTRc1 manteve-se consistente ao longo de toda a fase de aquisição.

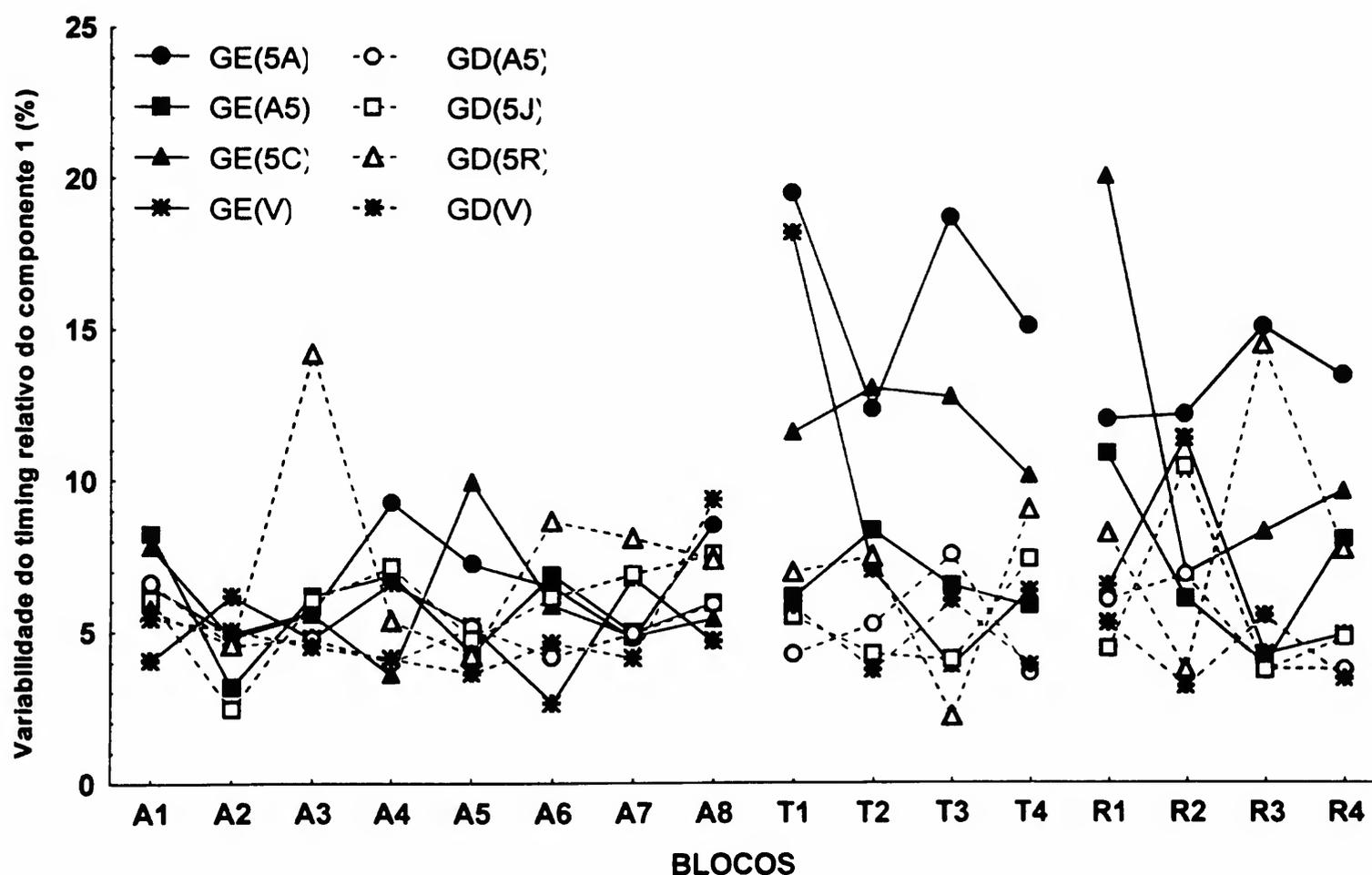


FIGURA 33 - Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparada a VTRc1 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que GE[5A] e GE[5C] aumentaram seus níveis de variabilidade em todos os blocos dos testes de transferência e retenção. Já os demais grupos mantiveram-se muito

próximos os seus níveis de VTRc1, com exceção do GD[V], o qual diminuiu o nível de variabilidade ao longo dos blocos dos testes de transferência e retenção. Esses comportamentos foram, em parte, evidenciados pela série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman, pois houve somente diferenças significativas para GD[V]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) apresentou diferenças significativas entre o bloco A8 e os blocos T4, R2, R3 e R4. Dessa forma, notou-se que o aumento da VTRc1 descrito acima do GE[5A] e GE[5C] podem ser considerados somente como tendência. Assim, todos os grupos apresentam a mesma VTRc1 da unidade básica em ambas as tarefas, com exceção do GD[V] que diminuiu a variabilidade do timing relativo desse componente, ou seja, na tarefa mais complexa, esse componente diminuiu de variabilidade do timing relativo.

6.2.2.1.2.2.6 Variabilidade do timing relativo do componente 2

A variabilidade do timing relativo do componente 2 (VTRc2) diminuiu do primeiro para o segundo bloco da fase de aquisição para todos os grupos, com exceção do GD[5J] que aumentou a VTRc2, no entanto, após o segundo bloco, a VTRc2 oscilou em diferentes direções dependendo do grupo, sendo que as oscilações aconteceram entre 4 e 10 por cento, com exceção do GD[5J], que no quarto bloco (A4) apresentou uma variabilidade próxima a 20% (FIGURA 34). No entanto, quando comparados os valores médios da VTRc2 do primeiro e do último bloco da fase de aquisição, tem-se que o GE[5A] e GD[V] aumentaram os níveis de variabilidade, ao contrário do GE[A5], GE[5C] e GD[V] que diminuíram os seus níveis de variabilidade. Somente o GD[5R] manteve os níveis de variabilidade. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que mesmo os grupos apresentando oscilações e comportamentos diferentes na VTR2 ao longo da fase de aquisição, essas oscilações podem ser entendidas como tendências, pois não ocorreram diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Dessa forma, entende-se que a VTRc2 manteve-se consistente em todos os blocos da fase de aquisição.

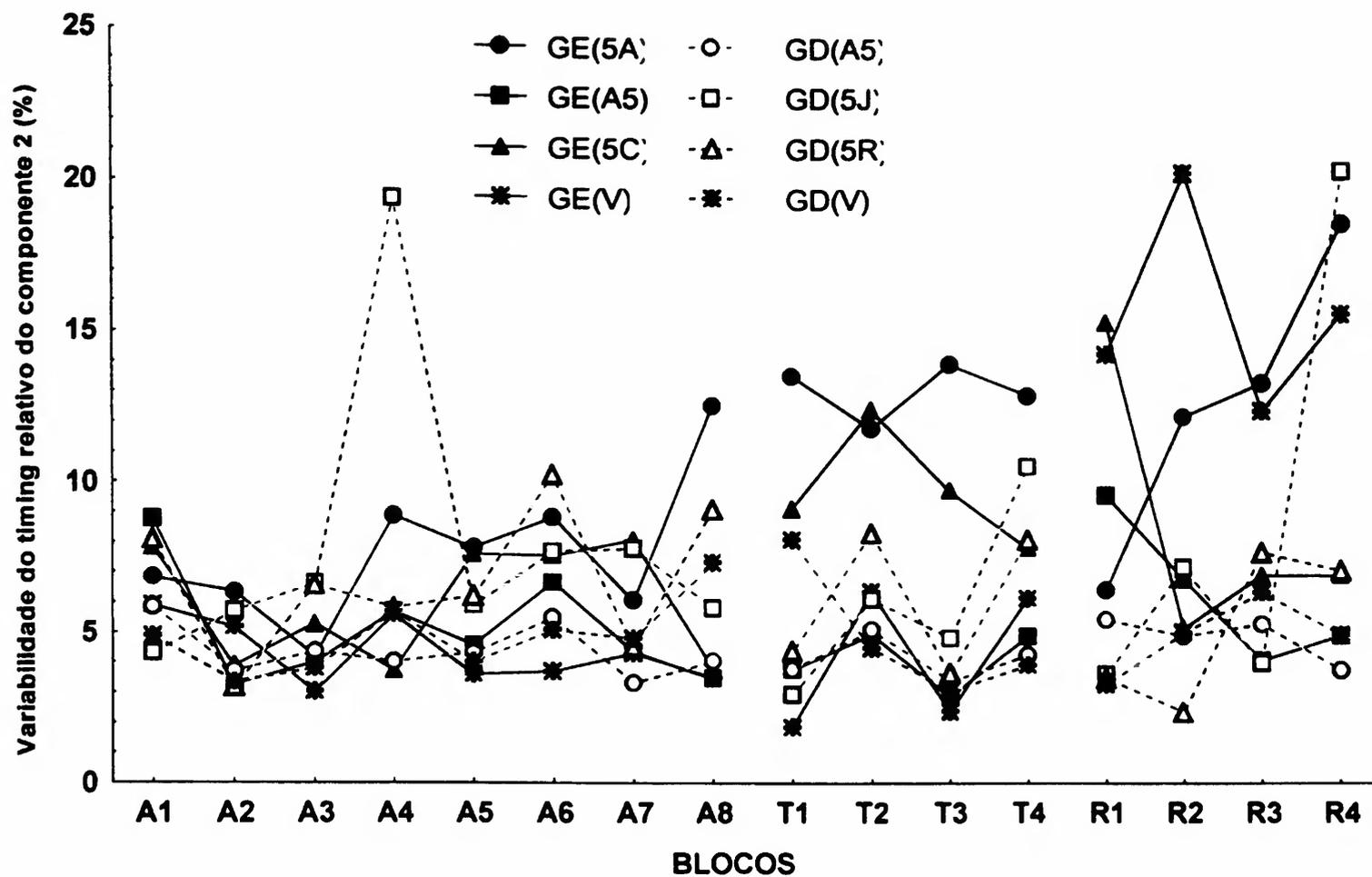


FIGURA 34 - Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparada a VTRc2 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que os valores médios dos grupos tanto aumentaram como diminuíram ao longo dos blocos dos testes de transferência e retenção, apresentando-se assim inconsistentes no seu comportamento. No entanto, essa oscilação somente pode ser entendida como tendência, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou não haver diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Com isso, entendeu-se que a VTRc2 manteve-se nos mesmos níveis em ambas as tarefas.

6.2.2.1.2.2.7 Variabilidade do timing relativo do componente 3

Quando analisada a variabilidade do timing relativo do componente 3 (VTRc3) ao longo da fase de aquisição (FIGURA 35), notou-se, mais uma vez, a existência de

oscilações entre os blocos, sendo que o GE[5A] apresentou um aumento gradual da sua VTRc3 após o terceiro bloco. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que todos os grupos têm os seus níveis de variabilidade semelhantes entre todos os blocos da fase de aquisição. E assim, o aumento gradual do GE[5A] caracterizou-se somente como tendência do grupo a aumentar o nível de variabilidade. Dessa forma, notou-se que a variabilidade desse componente está consistente em toda a fase de aquisição para todos os grupos.

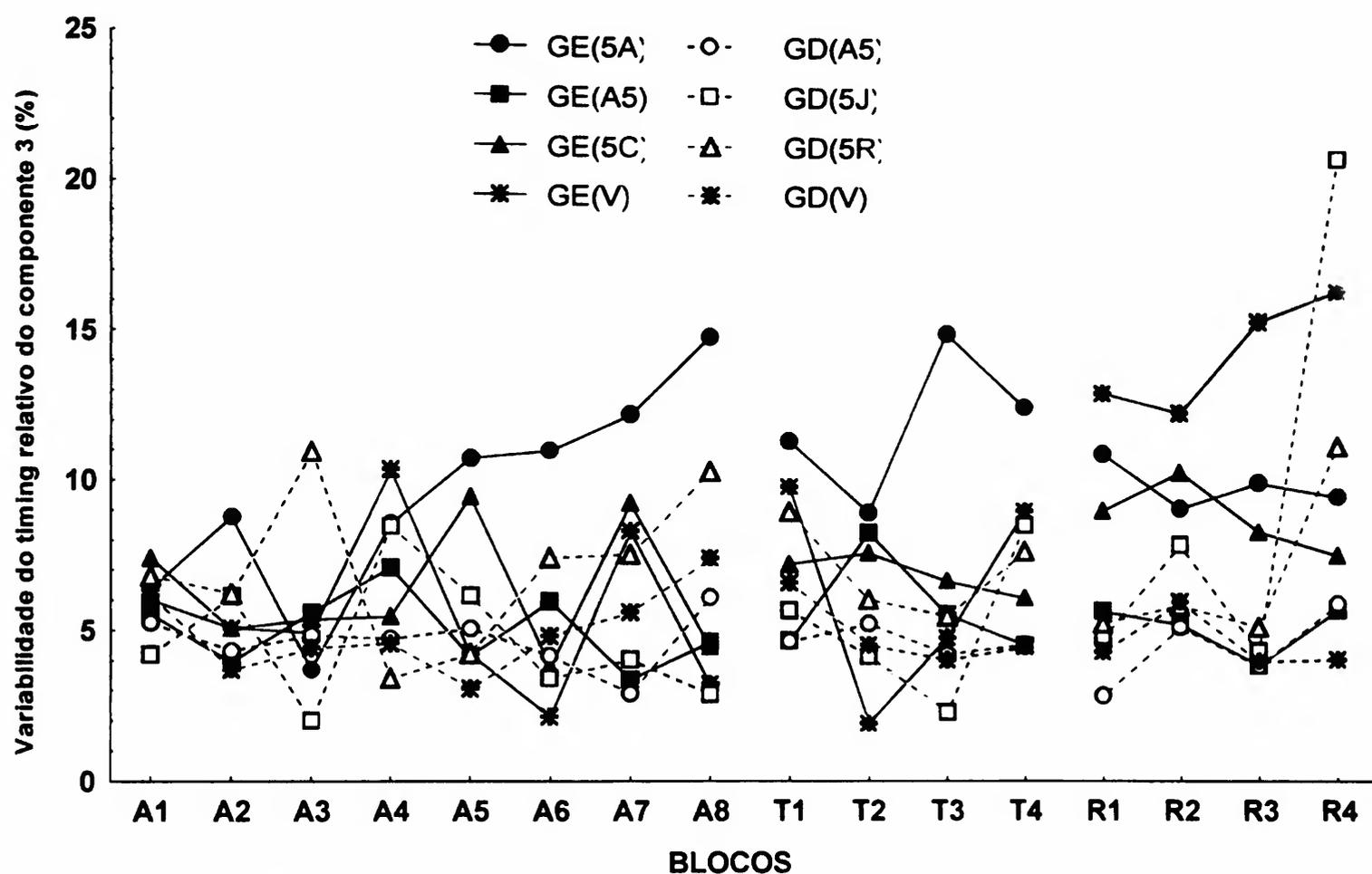


FIGURA 35 - Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparada a VTRc3 da unidade básica na tarefa mais complexa, de forma geral, notou-se que GE[5A], GD[5J], GD[V], GD[A5] e GE[A5] diminuíram os níveis de variabilidade, ao contrário do GE[V], que aumentou os seus níveis. O GD[5J] oscilou tanto para valores superiores como inferiores de variabilidade ao longo dos blocos dos testes de transferência e retenção com relação ao valor médio do último bloco da fase de aquisição. Porém, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman apontou que não houve diferenças significativas entres os blocos para nenhum

dos grupos. Dessa forma, tem-se que a variabilidade desse componente foi mantida inalterada em ambas as tarefas.

Com base nos resultados encontrados, notou-se que, ao final da fase de aquisição, a macro-estrutura apresentou-se consistente (tanto a variabilidade do padrão de seqüência como a magnitude e a variabilidade do timing relativo), uma vez que não foram encontradas diferenças significativas dentre as medidas analisadas em nenhum dos grupos, com exceção do GD[A5], que alterou ao longo da fase de aquisição o seu TRc2. Dessa forma, pode-se entender que um programa de ação foi formado e estabilizado e que ele foi utilizado na tarefa mais complexa, pois para a maioria dos grupos, os aspectos da macro-estrutura da unidade básica mantiveram-se inalterados em ambas as tarefas, independentemente da estruturação espacial. Nesse aspecto, somente o GD[5A] constituiu-se uma exceção, pois modificou parte da unidade básica (TRc3) na tarefa mais complexa, caracterizando assim uma reorganização da unidade básica nessa tarefa.

6.2.2.1.3 Medidas de Micro-estrutura

6.2.2.1.3.1 Tempo de movimento do componente 1

A FIGURA 36 apresenta os resultados do tempo de movimento do componente 1 (TMC1) para todos os grupos em todas as etapas do experimento, sendo que todos os grupos apresentaram o TMC1 muito consistente ao longo dos blocos da fase de aquisição. O GD[5R] e o GE[V] apresentaram os maiores valores médios do TMC1 ao longo de toda a fase de aquisição. Essa consistência foi confirmada pela série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman, pois o mesmo não encontrou diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos.

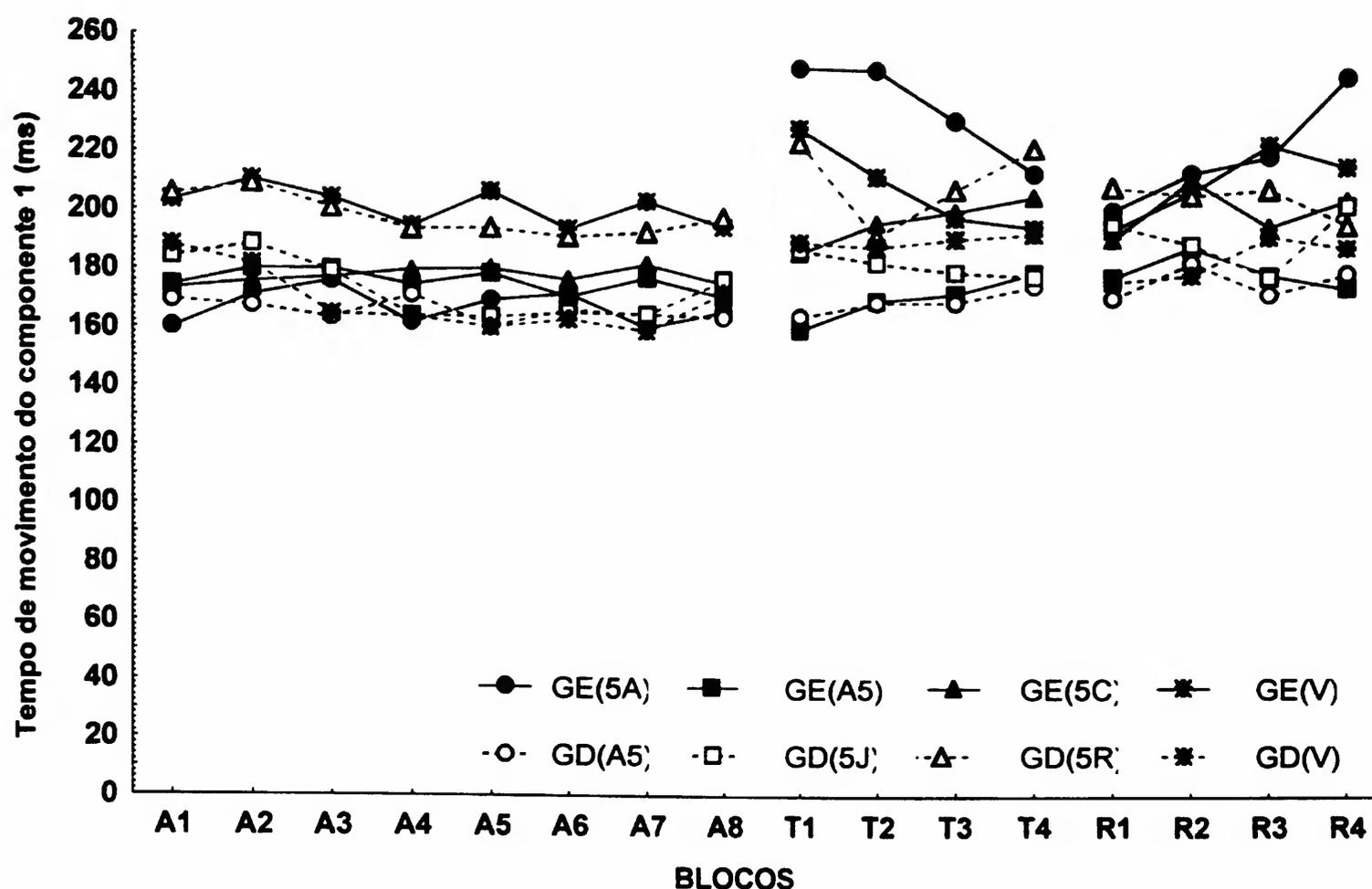


FIGURA 36 - Mediana do tempo de movimento de componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparado o TMC1 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que alguns grupos (GE[5A], GD[V], GE[5C] e GD[A5]) aumentaram permanentemente e outros oscilaram entre maiores e menores valores médios (GD[V], GD[5R], GE[A5], GE[V]). No entanto, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou diferenças significativas somente para o GD[A5]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A8 e T4, R2 e R4, entre os blocos T1 e R2, R3 e R4 e entre os blocos T3 e R2 e R4. Com esses resultados, notou-se que o GD[A5] altera o seu TMC1 da unidade básica na tarefa mais complexa. No entanto, os demais grupos mantiveram o TMC1 da unidade básica em ambas as tarefas.

6.2.2.1.3.2 Tempo de movimento do componente 2

O tempo de movimento do componente 2 (TMc2) apresentou-se, para todos os grupos, muito semelhante no tipo de oscilação entre os blocos da fase de aquisição (FIGURA 37), com exceção do GE[V] que manteve os valores médios superiores a todos os outros grupos em quase todos os blocos. No entanto, quando analisado o primeiro e o último bloco da fase de aquisição, notou-se que somente o GE[5A] e o GE[5E] aumentaram os valores médios, pois todos os outros grupos diminuíram os valores médios do seu TMc2. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que, apesar da maioria dos grupos diminuírem o TMC2, esse comportamento somente pode ser entendido como tendência, pois só foi encontrado diferenças significativas entre os blocos do GD[A5]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A1 e todos os demais blocos e entre A3 e A5, A7 e A8. Com isso, tem-se que esse grupo diminuiu significativamente o TMc2 do primeiro para os demais blocos, sendo que houve uma segunda diminuição significativa entre o primeiro e o terceiro, no entanto, a partir do quinto bloco, voltou aos mesmos níveis que atingiu depois da primeira diminuição significativa. Dessa forma, tem-se que o TMc2 manteve-se consistente ao longo dos blocos da fase de aquisição para todos os grupos.

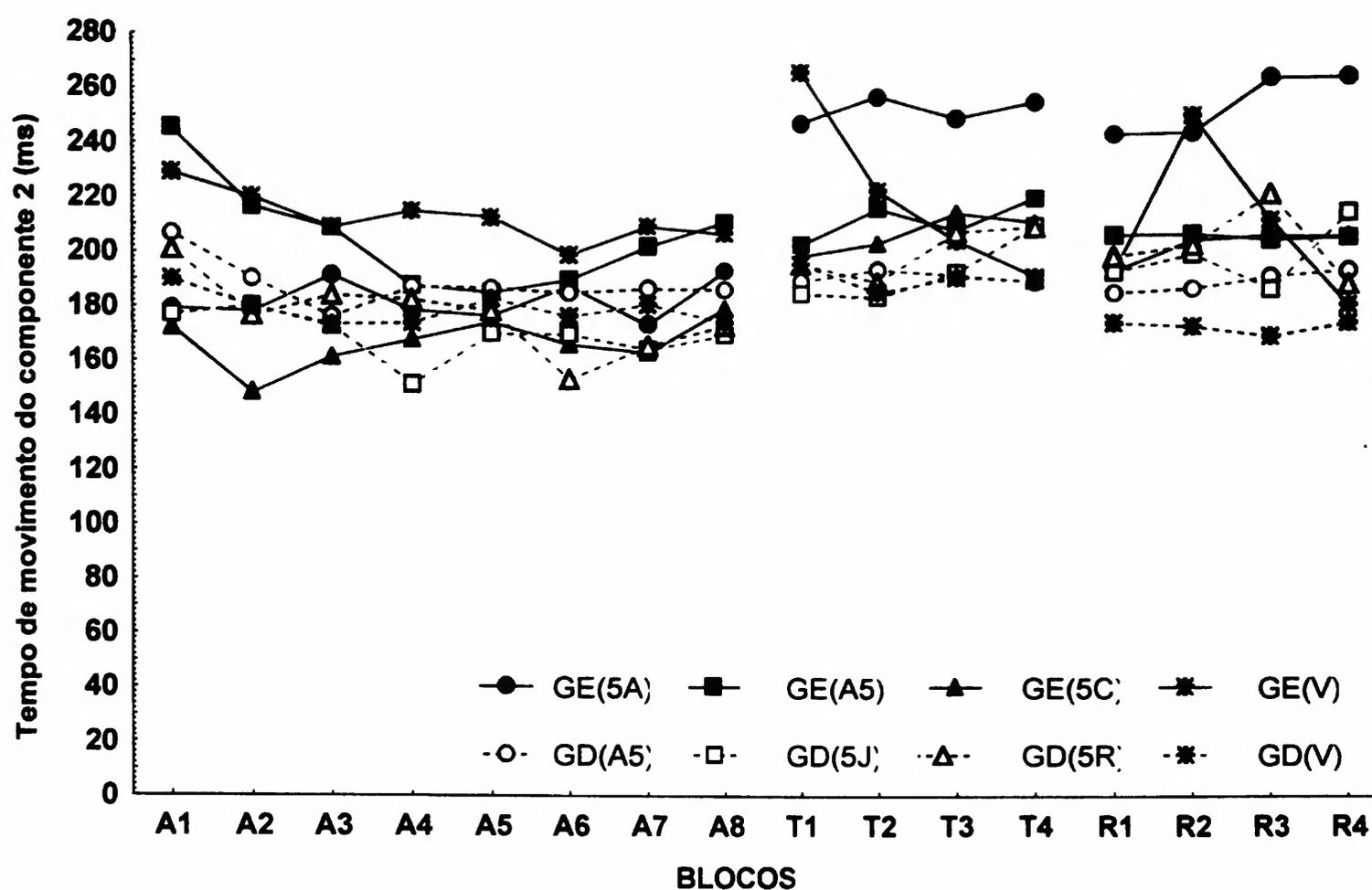


FIGURA 37 - Mediana do tempo de movimento do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando o TMc2 da unidade básica foi considerado na tarefa mais complexa, notou-se que o GE [5C], GE[V] e o GE[5A] aumentaram o tempo gasto e, de certa forma, os demais grupos mantiveram os mesmos valores médios. No entanto, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que o grupo que apresentou diferenças significativas entre as duas tarefas foi somente o GE[5C]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A8 e os demais, com exceção do bloco T2, entre T2 e T3 e entre T3 e T4. Isso indica que o TMc2 da unidade básica foi o mesmo nas duas tarefas, com exceção do GE[5C].

6.2.2.1.3.3 Tempo de movimento do componente 3

O tempo de movimento do componente 3 (TMc3) apresentou-se com grandes oscilações entre os blocos da fase de aquisição para todos os grupos (FIGURA 38). Novamente o GE[V] foi o grupo que mais gastou tempo para realizar o componente. Quando comparado o primeiro e o último bloco, notou-se que os valores médios de todos os grupos apresentaram-se levemente menores, com exceção do GE[5A] e GD[5R], os quais praticamente mantiveram os mesmos valores médios para o TMc3. Apesar de quase todos grupos diminuírem o seu TMc3, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que somente o GD[A5] apresentou diferenças significativas entre os blocos. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A1 e A3, A3 e A7, entre A2 e A3, entre A3 e A4, entre A4 e A5, A4 e A6, A4 e A7. Com esses resultados, notou-se que esse componente oscila demasiadamente na fase de aquisição para o GD[5A], no entanto, permanece estabilizado ao longo da fase de aquisição para os demais grupos. Um aspecto que chama a atenção foi o fato de que os grupos que têm a inserção dos novos elementos à esquerda gastaram mais tempo para realizar o TMc3 da unidade básica na tarefa mais complexa.

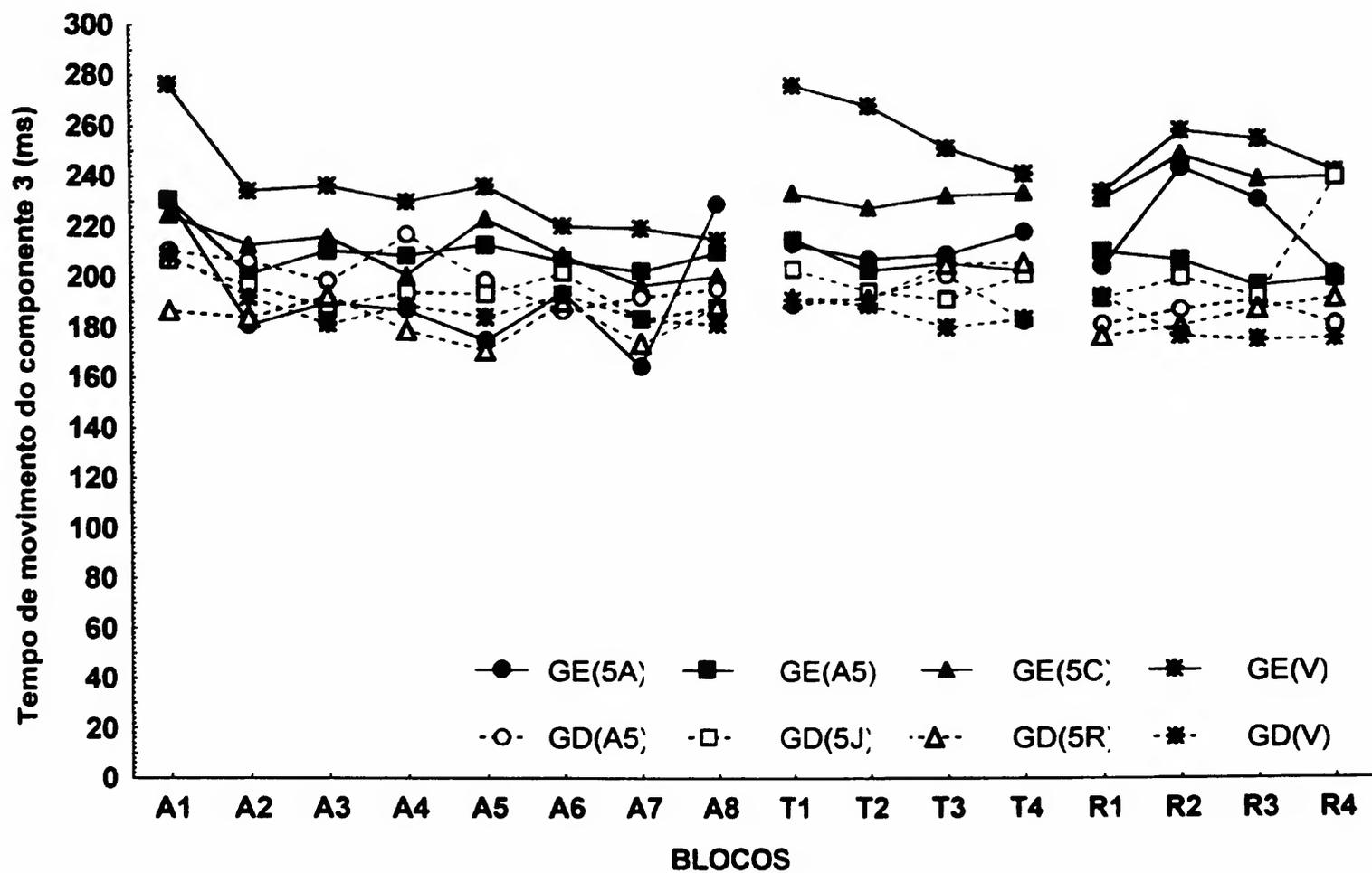


FIGURA 38 - Mediana do tempo de movimento do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando o TMC3 da unidade praticada previamente foi considerado na nova tarefa, notou-se que, em grande parte dos blocos do teste de transferência e retenção, somente GE[V] e GE[5C] o aumentaram. Ao contrário do GE[5A] e GD[A5] que diminuíram o TMC3. O GE[A5], GD[5R], GD[5J] e GD[V] não apresentaram um comportamento consistente, pois os valores médios oscilaram ao longo dos blocos dos testes de transferência e retenção, porém a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que só houve diferença significativa entre os blocos do GD[A5]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A8 e T4, R3 e R4, entre T2 e R4 e entre T3 e R1, R3 e R4. Com esses resultados, entende-se que o TMC3 da unidade básica manteve-se constante nas duas tarefas para todos os grupos, com exceção do GD[A5].

6.2.2.1.3.4 Variabilidade do tempo total de movimento

A variabilidade do tempo total de movimento (VTTM) oscilou entre os blocos da fase de aquisição, não apresentando um comportamento semelhante entre os grupos (FIGURA 39), porém todos os grupos diminuíram a VTTM quando comparado o primeiro e o último bloco da fase de aquisição, com exceção do GD[V], que aumentou sensivelmente seus valores médios. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que somente o GD[V] apresentou diferenças significativas entre os blocos. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A2 e A3, A4 e A5. Com esses resultados, notou-se que com exceção do GD[V], todos os grupos mantiveram a VTTM constante ao longo da fase de aquisição.

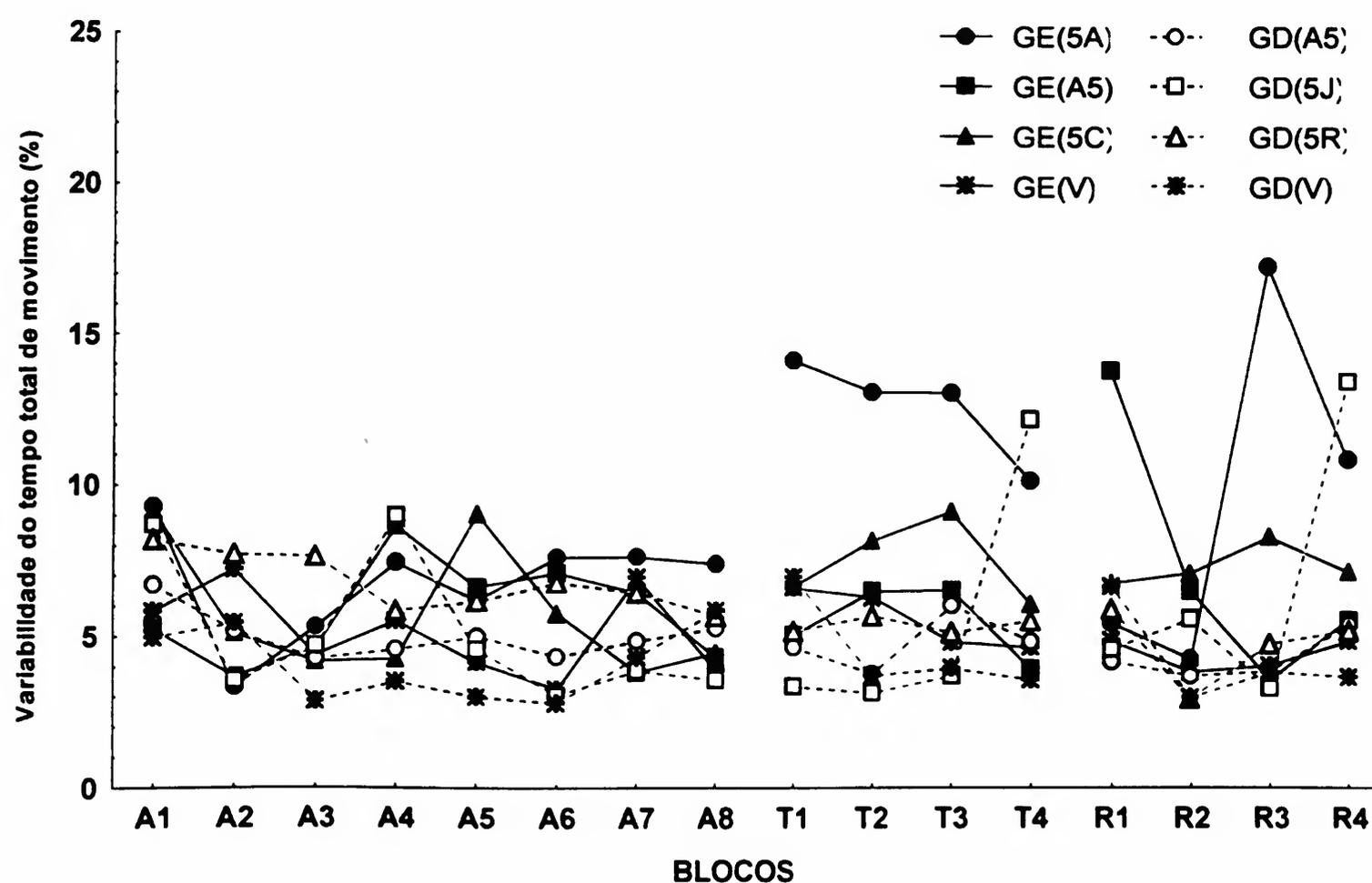


FIGURA 39 - Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando a VTTM da unidade básica foi considerada na nova tarefa mais complexa, notou-se que, o GE[A5] e o GE[5C] aumentam o nível, ao contrário do GD[5R] e do GD[V] que a diminuíram. Já o GD[A5] e o GE[5A] oscilaram nos níveis de variabilidade. No entanto, esses comportamentos podem ser entendidos somente como tendência, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman não indicou diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Dessa forma, tem-se que a VTTM da unidade básica manteve-se a mesma para ambas as tarefas.

6.2.2.1.3.5 Variabilidade do tempo de movimento do componente 1

A variabilidade do tempo de movimento do componente 1 (VTMC1) oscilou ao longo dos blocos da fase de aquisição (FIGURA 40), sendo que as oscilações apresentadas assemelharam-se bastante entre os grupos, em torno de 4 e 10 por cento. As oscilações podem ser entendidas somente como tendência, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que não há diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Dessa forma, notou-se que a VTMC1 manteve-se consistente ao longo de toda a fase de aquisição, e assim, a variabilidade do primeiro componente apresenta-se estabilizada.

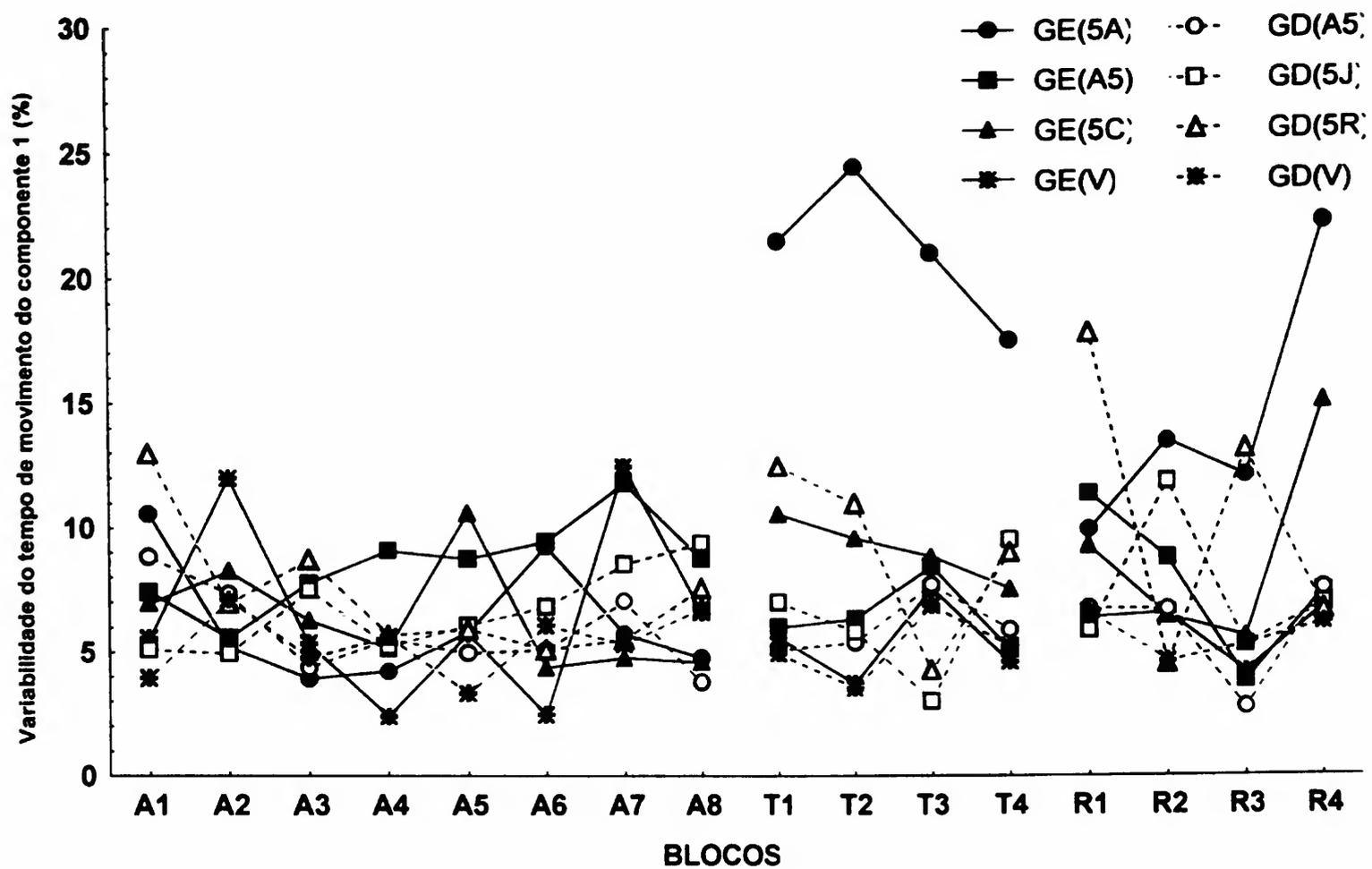


FIGURA 40 - Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 1 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparada a VTMc1 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se um grande aumento em todos os blocos dos testes de transferência e retenção para o GE[5A]. Para os demais grupos, apenas pôde-se observar que existe uma oscilação nos valores médios, pois o nível de variabilidade aumentou e diminuiu com o passar dos blocos. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que tanto o aumento do GE[5A] como as oscilações dos demais grupos podem ser entendidas somente como tendência, uma vez que não houve diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Assim, entende-se que o nível VTMc1 da unidade básica foi apresentado em ambas as tarefas.

6.2.2.1.3.6 Variabilidade do tempo de movimento do componente 2

A variabilidade do tempo de movimento do componente 2 (VTMc2) oscilou ao longo dos blocos da fase de aquisição, sendo que as oscilações apresentadas assemelharam-se bastante entre os grupos, em torno de 4 e 10 por cento (FIGURA 41). As

oscilações podem ser entendidas somente como tendência, pois a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que não houve diferenças significativas entres os blocos para nenhum dos grupos. Dessa forma, notou-se que a VTMc2 manteve-se consistente ao longo de toda a fase de aquisição, e assim, a variabilidade do segundo componente apresenta-se também estabilizada.

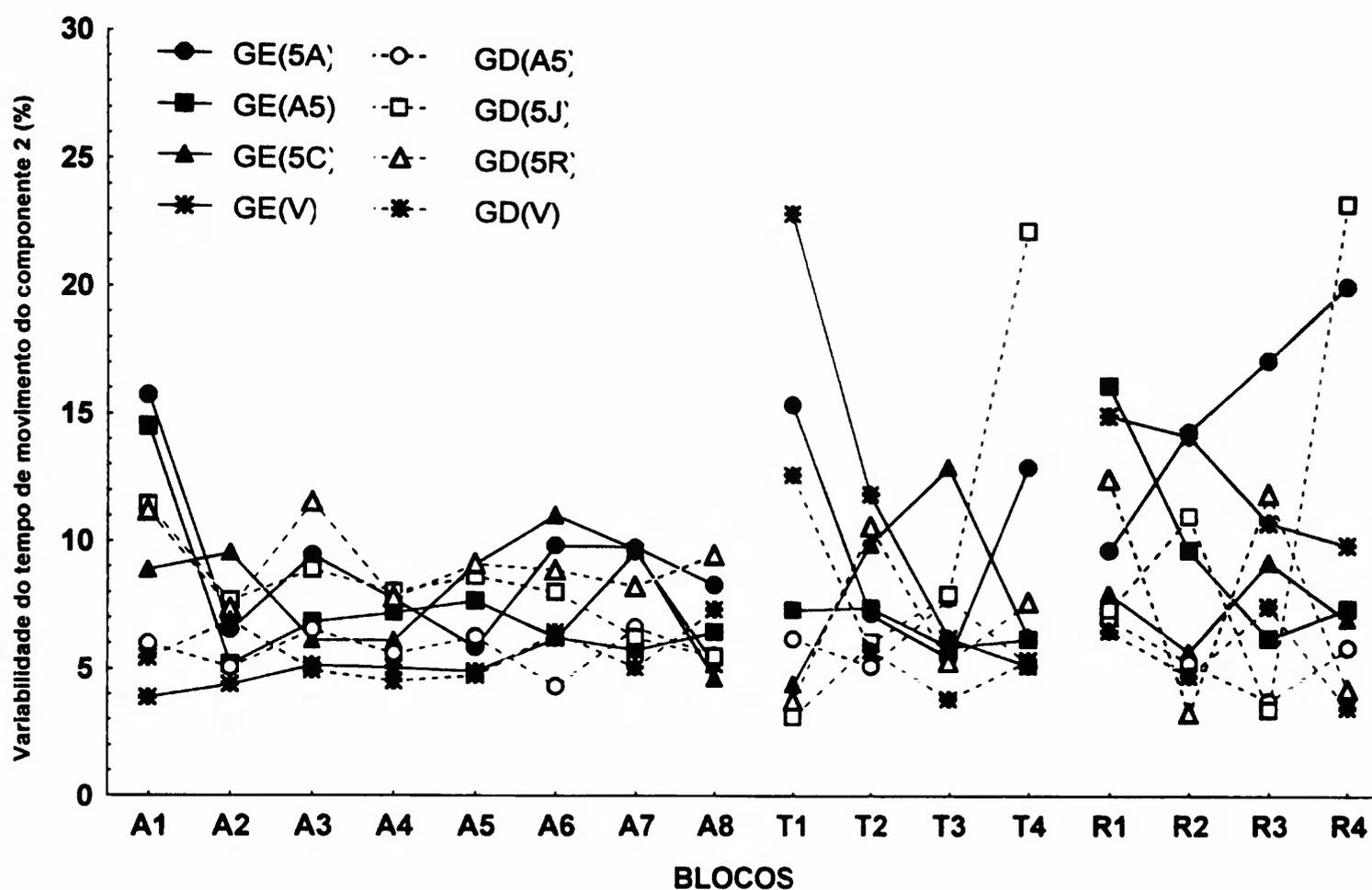


FIGURA 41 - Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 2 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparada a VTMc2 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se um aumento da variabilidade no GE[V], GE[5A] e GD[V] logo no primeiro bloco do teste de transferência, no entanto, nos blocos seguintes, a tendência foi dos valores médios de variabilidade desses grupos diminuírem (GE[V], GD[V]) ou oscilarem (GE[5A]). Os demais grupos também oscilaram ao longo dos blocos dos testes de transferência e retenção, só que em menor escala, com exceção do GD[5J], pois tanto no último bloco do testes de transferência quanto no último bloco do teste de retenção aumentou sua variabilidade acima dos outros grupos. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que os comportamentos

apresentados acima só podem ser entendidos como tendência, uma vez que não houve diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos grupos. Com isso, entende-se que o mesmo nível de VTMc2 da unidade básica foi mantido em ambas tarefas, ou seja, a inserção dos novos componentes não acarretou em aumento da variabilidade no tempo de movimento do componente dois para nenhum dos grupos.

6.2.2.1.3.7 Variabilidade do tempo de movimento do componente 3

A variabilidade do tempo de movimento do componente 3 (VTMc3) diferiu-se da variabilidade dos demais componentes no que se refere à magnitude das oscilações, pois no terceiro componente ela foi maior (FIGURA 42). Outro aspecto diferencial foi que após o terceiro bloco o GE[5A] apresentou um aumento gradual da variabilidade ao longo dos demais blocos. No entanto, com base nos resultados da série de análises de variância para medidas repetidas de Friedman, os valores médios dos blocos são semelhantes, pois não houve diferença significativa entre os mesmos. Assim, mesmo acontecendo pequenas oscilações, a variabilidade desse componente apresentou-se consistente ao longo de toda a fase de aquisição.

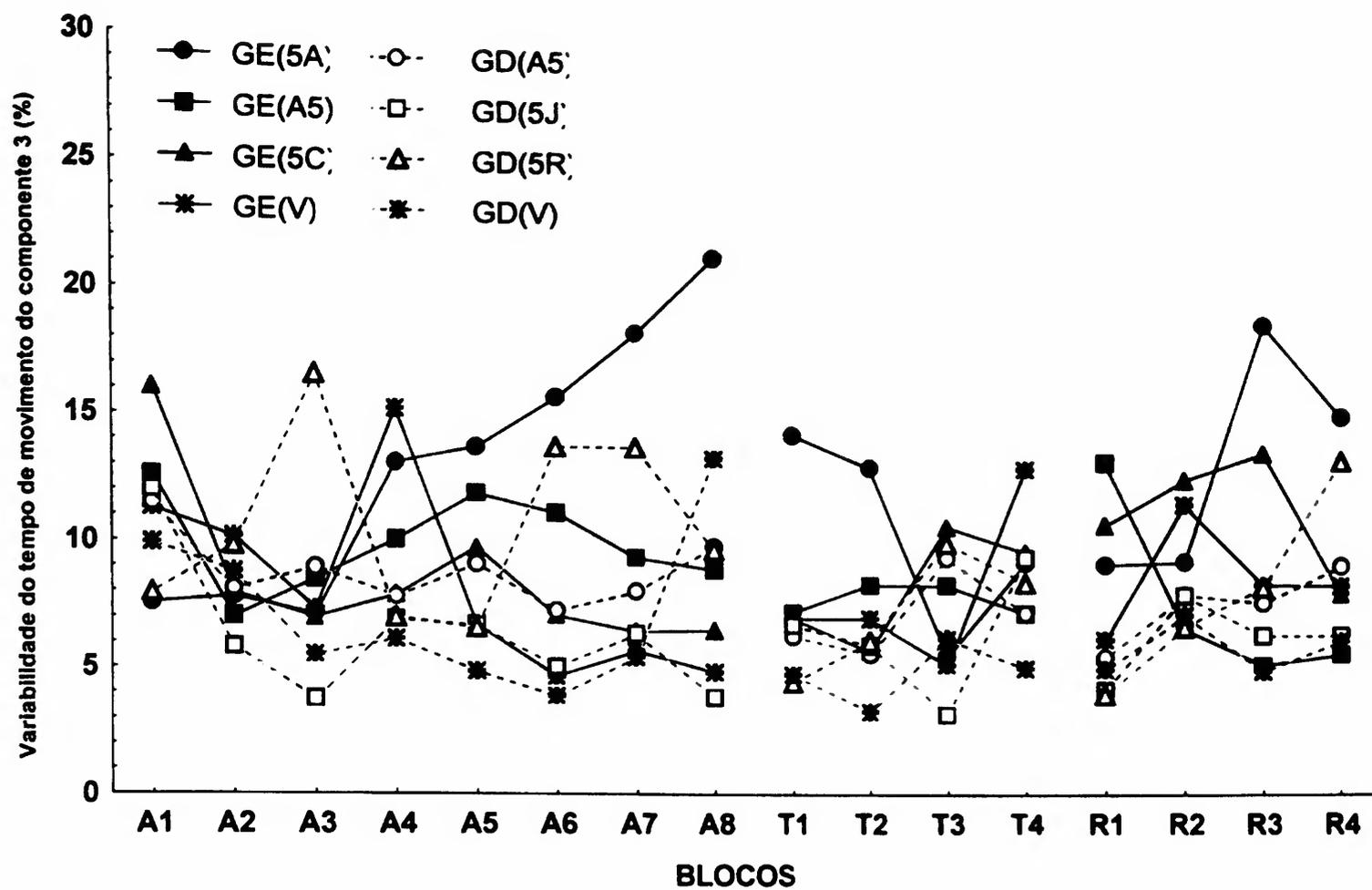


FIGURA 42 - Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo de movimento do componente 3 ao longo dos blocos para todos os grupos.

Quando comparada a VTMC3 da unidade básica na tarefa mais complexa, notou-se que novamente que os valores médios oscilaram acima e abaixo dos níveis de variabilidade encontrados no final da fase de aquisição, para todos os grupos, com exceção do GE[5A], que apresentou níveis inferiores de variabilidade da unidade básica na tarefa mais complexa. No entanto, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que só houve diferenças significativas entre os blocos para o GD[5R]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. O mesmo aconteceu quando utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05. No entanto, quando observado a FIGURA 42, notou-se que a VTMC3 para o GD[5R] diminuíram no início dos blocos do teste de transferência (T1 e T2) e depois aumentaram (T3 e T4). O mesmo aconteceu no teste de retenção: diminuição (R1, R2 e R3) e aumento (R4). O local que apresenta a maior diferença foi entre o bloco A8 e o R1 e entre R1 e R4. Dessa forma, entendeu-se que, com exceção do GD[5R], os demais grupos permaneceram com os mesmos níveis de

variabilidade para ambas as tarefas na unidade básica.

Em resumo, as medidas de micro-estrutura mantiveram-se consistentes ao longo da fase de aquisição. O mesmo não aconteceu quando foi realizada a nova tarefa mais complexa, pois cada grupo apresentou modificações em medidas distintas. Entende-se que isso aconteceu por causa do efeito do aumento de complexidade da tarefa (inserção dos novos sensores), ou seja, a alteração nessa medida, em parte, ocorreu para combinar a unidade praticada ao novo padrão. No entanto, os resultados não apontaram na direção de que as diferentes estruturações espaciais da tarefa mais complexa apresentam efeito sobre essas as medidas de micro-estrutura da unidade previamente praticada.

6.2.2.2 Resultados do contraste entre a unidade básica da tarefa simples e a unidade mais complexa

Como ressaltado anteriormente, para investigar como foi a formação da unidade mais complexa (com base nos aspectos da macro e micro-estrutura) em virtude das diferentes estruturações espaciais, foram apresentados os resultados da análise entre o comportamento da unidade básica (representada pelo oitavo bloco da fase de aquisição) em relação à nova unidade formada na tarefa mais complexa (blocos dos testes de transferência e retenção). Inicialmente, foi apresentada a medida de desempenho global (tempo total de movimento) para analisar se houve ou não alteração no tempo total de execução entre as tarefas. Posteriormente, são apresentadas as medidas de macro e micro-estrutura para analisar como ocorreu o comportamento dos aspectos invariantes e variantes entre as duas tarefas. Foram utilizadas como medida de macro-estrutura a variabilidade do timing relativo e como medida de micro-estrutura a variabilidade do tempo total de movimento.

6.2.2.2.1 Medida do desempenho global

O tempo total de movimento (TTM) da unidade básica foi menor do que o tempo total de movimento da nova unidade formada na tarefa mais complexa, sendo que

os valores médios da unidade básica foram muito semelhantes entre os grupos. O mesmo acontece com o TTM da nova unidade formada na tarefa mais complexa, pois em todos os blocos os valores foram bastante semelhantes, com exceção do GE[V] que apresenta no T1 um valor médio bem acima dos outros blocos (FIGURA 43). A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou diferenças significativas para os grupos GE[A5], GE[5C], GD[A5] e GD[V]. O teste Wilcoxon com o nível de significância ajustado pelo procedimento de Bonferroni (utilizado como teste de *post hoc*) não encontrou o local em que ocorreram as diferenças significativas. No entanto, utilizando o nível de significância do p menor do que 0,05, encontrou-se diferenças entre os blocos A8 e todos os demais. Já os valores dos blocos dos grupos GE[5A], GE[V], GD[5J] e GD[V] não apresentaram diferenças significativas entre eles.

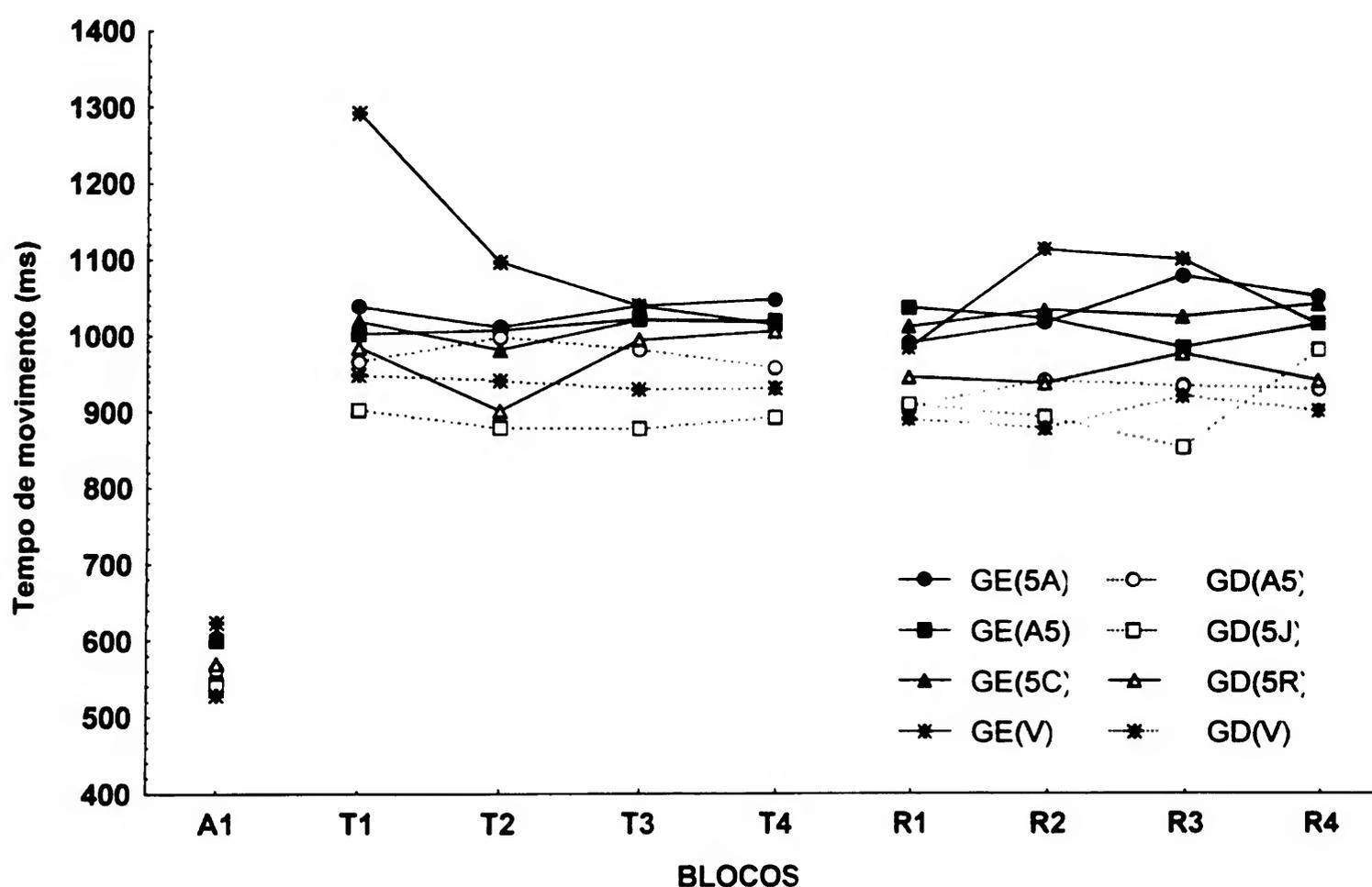


FIGURA 43 - Mediana do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa complexa (T1 a R4) ao longo dos blocos para todos os grupos.

Esses resultados poderiam ser relacionados às idéias da isocronia, obtidas nos estudos de habilidades gráficas (VIVIANI, 1986), os quais descrevem que na ação motora de desenhar ou escrever, a ação motora foi sempre realizada no mesmo

tempo, independente do tamanho do desenho ou letra, pois o sujeito aumentaria a velocidade da ação para manter os mesmos tempos de realização da tarefa. Nesses estudos, porém, o pesquisador deixou em aberto o tempo de execução e assim, o sujeito escolhia um tempo “ótimo” para a realização da tarefa. Esse fato não aconteceu no presente experimento, pois sempre foi solicitado ao participante que realizasse os toques o mais rápido possível, sendo assim, seria difícil o participante realizar a tarefa ainda mais rápida do que ele havia realizado na fase de aquisição. Com isso, a falta de diferença significativa entre o TTM da unidade básica para o TTM da unidade formada na tarefa mais complexa do GE[5A], GE[V], GD[5J] e GD[V] pode ser devido a alguma característica na composição dos grupos (baixo número de participantes, baixo nível de variabilidade dos dados, grande número de condições, etc.), pois, visualmente, os grupos apresentam valores médios muito distintos entre as duas tarefas. Tentando obter uma idéia geral do conjunto de dados de cada grupo, foi construído um *Box plot* (ANEXO III) para analisar mais especificamente os dados, mesmo assim, não foi encontrado nenhum valor próximo entre as duas situações, ou seja, os valores são muito distintos. E ainda, quando comparados os valores dos grupos que alteraram com os que não alteraram, não foi possível encontrar diferenças entre eles. Isso foi confirmado pelo teste de variância para medidas independentes de Kruskal Wallis, que não encontrou diferenças significativas entre os grupos para nenhum dos blocos. Dessa forma, assume-se que todos os grupos alteraram o TTM na tarefa mais complexa.

6.2.2.2.2 Medida da macro-estrutura

A variabilidade do timing relativo (VTR) comportou-se de modo muito semelhante entre os grupos, sendo que de forma geral, os grupos apresentaram a VTR em níveis muito próximos em ambas as situações e com o passar dos blocos do teste de transferência e retenção houve uma diminuição gradativa (FIGURA 44). A única exceção foi o GE[A5] que apresenta valores médios superiores nos primeiros blocos do teste de transferência em relação ao último bloco da fase de aquisição. No entanto, com a prática, os valores médios decaíram e chegaram a ficar abaixo do último bloco de aquisição

(blocos de T4 a R3), sendo que no último bloco do teste de retenção a variabilidade chega aos mesmos patamares da fase de aquisição. A série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que não houve diferenças significativas entre os blocos para nenhum dos blocos, ou seja, o nível de VTR da unidade básica foi o mesmo da unidade formada na tarefa mais complexa. Dessa forma, entende-se que mesmo com o aumento de complexidade da tarefa, os participantes mantiveram o mesmo nível de VTR.

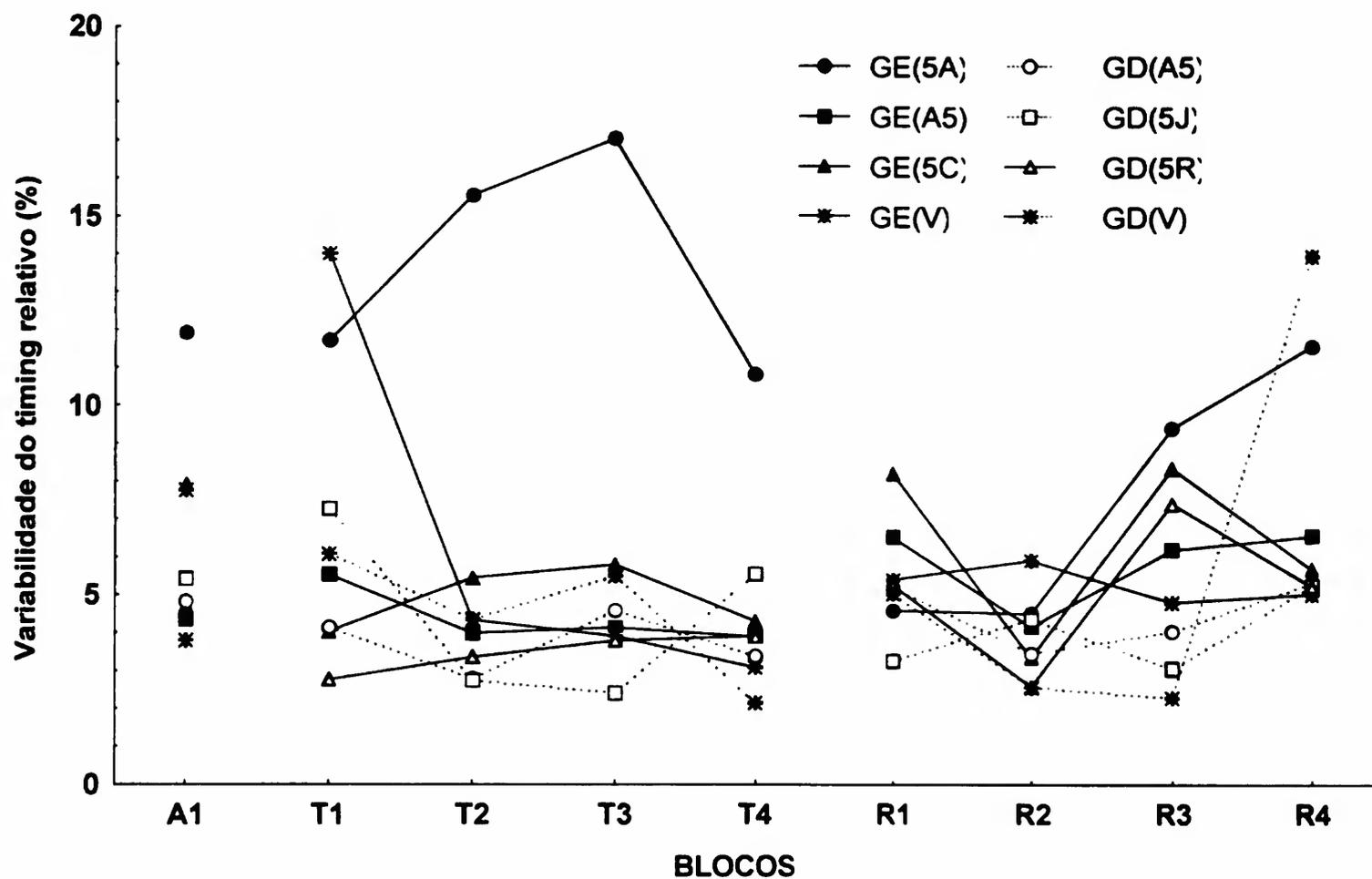


FIGURA 44 - Mediana do coeficiente de variabilidade do timing relativo da unidade básica (A8) e tarefa mais complexa ao longo dos blocos para todos os grupos.

6.2.2.2.3 Medida da micro-estrutura

A variabilidade do tempo total de movimento (VTTM) da tarefa mais complexa oscilou demasiadamente para valores superiores e inferiores em relação a VTTM da unidade básica, para todos os grupos (FIGURA 45). No entanto, a série de testes de análise de variância para medidas repetidas de Friedman indicou que não houve diferenças significativas entre os blocos em nenhum dos grupos. Com isso, notou-se que

os níveis de variabilidade mantiveram-se nos mesmos níveis em ambas as tarefas.

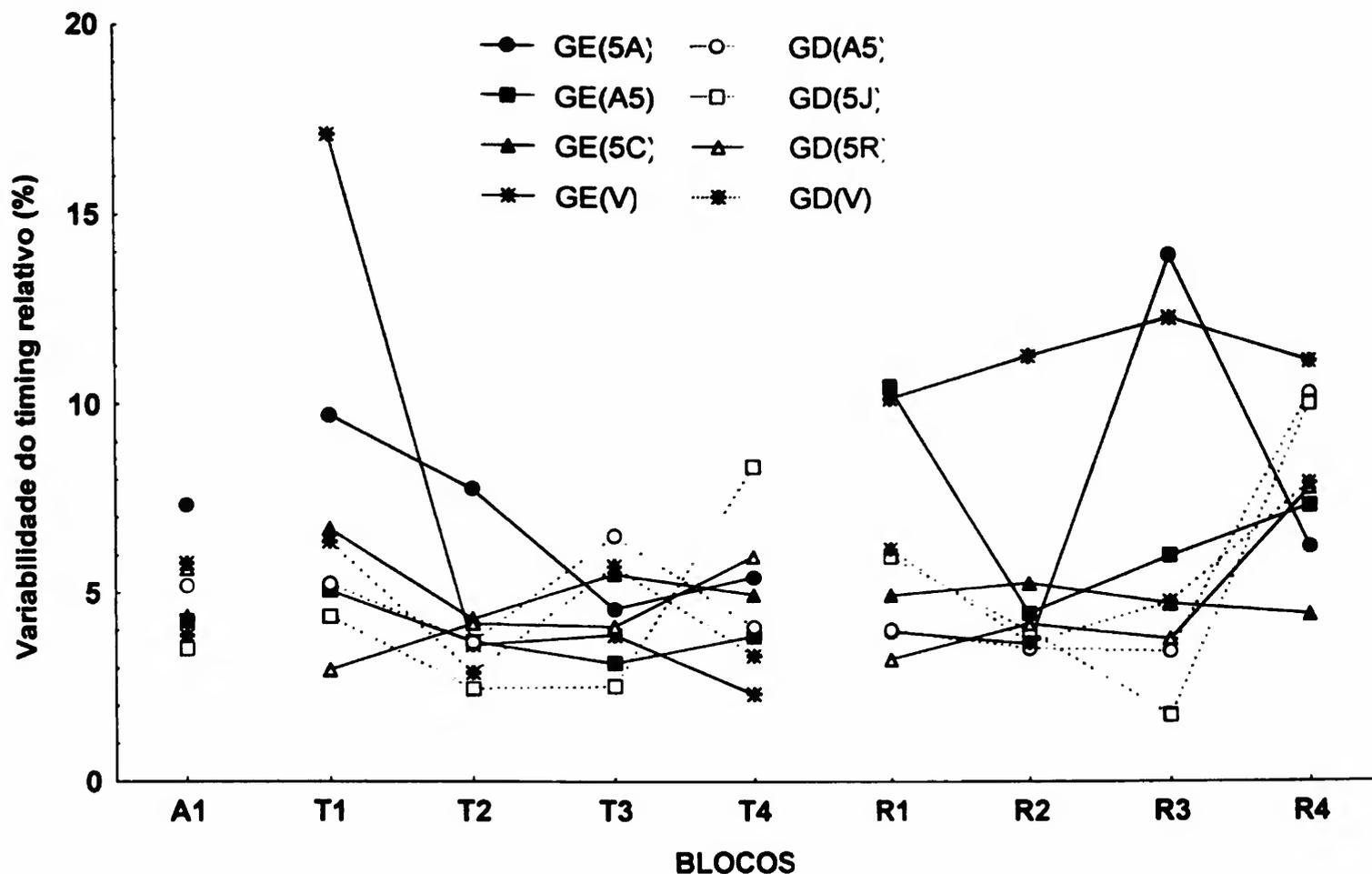


FIGURA 45 - Mediana do coeficiente de variabilidade do tempo total de movimento da tarefa simples (A8) e da tarefa mais complexa (T1 a R4) ao longo dos blocos para todos os grupos.

6.3 Discussão do Experimento 2

O experimento 2 diferiu do primeiro pela liberdade na definição da ordem dos alvos a serem tocados. Assim, o indivíduo definiria o seqüenciamento da ação sem estímulo externo. Como esse seqüenciamento foi um aspecto importante da macroestrutura do programa a ser formado, entendeu-se que seria interessante dar liberdade para que os indivíduos estabelecessem esse aspecto do programa de ação.

Os resultados encontrados na fase de aquisição sobre a ordem de seqüência dos toques e a variabilidade do padrão de seqüência oferecem evidências de que a seqüência de toque foi estabelecida rapidamente no início da fase de aquisição e mantida por todas as etapas (fase de aquisição e testes de transferência e retenção). Dentre as várias possibilidades de seqüências encontrou-se uma tendência dos participantes apresentarem

um conjunto de padrões de seqüência comum tanto ao longo da fase de aquisição (3 formas preferenciais para realizar a seqüência de toques para 90% dos participantes), como nos testes de transferência e retenção (três formas para GE e três para GD). Esses resultados indicam que a execução dessa tarefa pode ter sido influenciada por um conjunto de restrições atuando na seleção das seqüências. Com base em estudos com habilidades gráficas, pode-se dizer que essas restrições são oriundas de características biomecânicas do sistema efector e de regras construídas com a experiência sob a influência da educação e cultura (GOODNOW & LEVINE, 1973; THOMASSEN, 1992). Esse conjunto de restrições age de forma probabilística e não determinística, isto é, a probabilidade dos indivíduos realizarem suas ações com base nessas regras é muito alta.

Os aspectos comuns encontrados entre os padrões de seqüência apresentados foram que a maioria dos participantes: a) iniciaram a sua ação pelo lado esquerdo tanto na fase de aquisição como nos testes de transferência e retenção; b) não passaram por um sensor sem tocá-lo, ou seja, os toques seqüentes ocorreram sempre nos sensores mais próximos; c) tocaram o sensor sempre mais próximo da mão; d) realizaram movimentos em linha com adução ou abdução do braço dependendo da direção da ação.

Um dos resultados mais importantes foi a consistência encontrada ao longo da fase de aquisição para a maioria dos grupos nas medidas de desempenho global (tempo total de movimento e o número de tentativas erradas), de macro-estrutura (variabilidade do padrão de seqüência, timing relativo de cada componente, variabilidade do timing relativo e a variabilidade do timing relativo de cada componente) e de micro-estrutura (variabilidade do tempo de movimento, tempo de movimento (magnitude e variabilidade de cada componente)). Isso permite inferir que um programa de ação foi estabilizado ao longo da fase de aquisição, pois tanto a magnitude como a variabilidade dos aspectos relativos manteve-se consistente. Com exceção do GD[A5] que alterou o TR2 e o seu TTM, apresentando-se assim um programa de ação instável durante a fase de aquisição.

Após constatar a formação ou estabilização de um programa de ação na fase de aquisição, os resultados referentes à sua utilização na tarefa mais complexa indicam que as diferentes estruturações especiais não apresentaram efeito sobre as medidas de micro e macro-estrutura, pois não houve predominância de alterações para nenhum dos grupos.

porém, quando computadas as alterações dos padrões de seqüência do GD[V] e do GE[V] e a alteração do TRc3 do GD[A5], tem-se aproximadamente 41,5% dos participantes alterando algum dos aspectos da macro-estrutura, ou seja, para esses três grupos, de diferentes alterações espaciais na tarefa mais complexa, apresentam alteração dos aspectos da macro-estrutura. No entanto, a análise dos outros grupos indicou que não houve diferenças significativas entre ambas as tarefas nas medidas de variabilidade do timing relativo, timing relativo de cada componente, variabilidade do timing relativo de cada componente e na variabilidade do padrão de seqüência. Com base nesses resultados, tem-se que dos oito grupos formados para esse experimento, três deles reestruturaram algum aspecto da macro-estrutura (padrão de seqüência ou timing relativo). Já para os outros cinco grupos esses aspectos foram mantidos na tarefa mais complexa. Dessa forma, entende-se que mesmo não havendo efeito das diferentes formas de estruturação espacial da tarefa, os grupos se comportaram de forma diferente quando realizaram a tarefa mais complexa, pois o GE[A5], GE[5A], GE[5C], GD[5R] e GD[5J] apresentam resultados a favor da hipótese de modularização ao contrário do GD[A5], GD[V] e GE[V] que apresentaram resultados favoráveis a hipótese da adaptação estrutural.

Um fato importante, na análise entre os grupos, foi que dentre os grupos que mantiveram a unidade básica na tarefa mais complexa, tem-se que a modularização da unidade se sobrepôs aos requisitos da programação on-line, no qual ter-se-ia uma maior probabilidade de utilização de feedback para a execução dos últimos componentes. Assim, o estabelecimento da relação temporal da unidade estabelecida entraria em confronto com o do processamento on-line acerca da ordem de execução, bem como do timing dos movimentos. No entanto, isso não ocorreu no presente experimento. Por outro lado, quando os grupos que alteraram a macro-estrutura (GD[A5] e o GD[V] são analisados, notou-se que, mesmo a unidade básica estando no início da ação, a mesma sofreu alterações na sua macro-estrutura, dando evidências de que há outros fatores atuantes sobre a unidade básica.

Os resultados referentes às medidas de micro-estrutura foram de encontro ao esperado em termos teóricos. As alterações nos aspectos da magnitude dos tempos de movimento e o aumento na sua variabilidade podem, em parte, ter ocorrido para

acomodar as exigências de interação entre a unidade praticada e o novo padrão.

Apesar dos grupos se diferenciarem quanto aos padrões de seqüência estabelecidos, a comparação entre alguns grupos pode ajudar a entender os resultados. Entre essas comparações pode-se analisar duas unidades de padrões de seqüência semelhantes, dos grupos GE[5A] e GE[A5]), que diferiram no momento em que os novos sensores foram tocados (no início e no fim da seqüência). Os resultados encontrados indicam que as unidades de ambos os grupos se comportam da mesma forma, ou seja, não se alteram na tarefa mais complexa. É interessante destacar que ambas as seqüências foram realizadas de forma bem diferente. No GE(5A), os participantes realizaram primeiro o toque nos novos sensores e depois na unidade formada na fase de aquisição. No GE(A5), essa seqüência foi invertida. Assim, entende-se que a unidade formada na fase de aquisição permaneceu na tarefa mais complexa, mesmo frente aos princípios de programação on-line. Esses resultados, ajudam a evidenciar a noção de modulo advinda da idéia de modularização.

Resultado similar foi encontrado na análise dos padrões de seqüência GE[5C], GD[5R] e GD[5R]. Nos três casos, a unidade praticada previamente foi executada após o toque nos novos sensores, e mesmo assim, a sua macro-estrutura foi mantida desafiando os requisitos de programação on-line. Com a realização da unidade no final da ação era esperado que o processamento de feedback para controlar os movimentos em direção aos alvos levaria a uma maior variabilidade entre os elementos, o que de fato não aconteceu.

Outro resultado interessante foi dos grupos que modificaram o padrão de seqüência entre a fase de aquisição e os testes de transferência e retenção (GE[V] e GD[V]). Apesar dessas alterações eles mantiveram inalterada a macro-estrutura no que diz respeito aos aspectos temporais (VTR, VTRc1, VTRc2, VTRc3, TRc1, TRc2 e TRc3). É possível que para esses grupos houve uma aprendizagem da estruturação temporal da ação de forma global. JEANNEROD (1996) sugere que o aprendizado do timing pode ocorrer num nível superior ao dos aspectos espaciais.

Após a constatação da utilização da unidade básica na tarefa mais complexa outro aspecto fundamental na análise dessa tarefa diz respeito ao desempenho global dos grupos na mesma. Nesse caso, nota-se que para todos os grupos houve um aumento

significativo no tempo total de movimento. Esse aumento se deu em virtude do aumento do número de componentes. No entanto, não houve diferenças significativas entre os grupos na nova tarefa mais complexa. Assim, tanto o padrão de seqüência utilizado como a localização dos novos componentes não influenciou o desempenho global dos diferentes grupos na tarefa mais complexa.

Já as medidas de macro e micro-estrutura (VTR e VTTM, respectivamente) mantiveram-se semelhantes nas duas tarefas, pois não houve diferenças significativas entre a unidade básica e a nova unidade formada na tarefa mais complexa. Com isso, pode-se entender que houve realmente transferência positiva da fase de aquisição para as demais fases. Isto é, a unidade praticada na fase de aquisição facilitou a formação da nova estrutura na tarefa mais complexa.

De forma geral, entende-se que um programa de ação foi estabilizado ao longo da fase de aquisição e o mesmo foi utilizado para o GE[A5], GE[5A], GE[5C], GD[5R] e GD[5J] na tarefa mais complexa, independentemente das diferentes estruturas espaciais organizadas e os princípios da programação on-line, favorecendo a hipótese de modularização, pois o módulo foi formado e sobrepôs a esses princípios. Porém, os resultados do GE[V], GD[A5] e GD[V] dão suporte empírico às idéias de adaptação estrutural, e ainda, apresentam que houve reestruturação da unidade básica mesmo em tarefas em que não houve o confronto com os princípios da programação on-line.

7 DISCUSSÃO GERAL

A aquisição de habilidades motoras parece envolver aspectos tanto de modularização quanto da adaptação estrutural, considerando os resultados obtidos nos dois experimentos relatados aqui. É interessante constatar que a comparação entre resultados dos dois experimentos leva a conclusões contrastantes. Por exemplo, a comparação de padrões de seqüência idênticos no primeiro experimento e no segundo experimento [GE⁷ e GE(A5)] indica resultados opostos. Enquanto no primeiro experimento houve alteração de elementos da macro-estrutura, para o grupo que teve a

⁷ A configuração espacial do GE do primeiro experimento é idêntica ao do GE(5A) do segundo experimento.

inserção no início da ação, no segundo experimento, o grupo que executa essa mesma configuração manteve a unidade na tarefa mais complexa. Com isso, parece que só as diferentes estruturas espaciais não acarretaram efeito sobre a unidade básica na tarefa mais complexa, ou seja, quando o seqüenciamento foi determinado pelo próprio participante, a necessidade de programação on-line não interferiu na modularização, ou seja, quando o indivíduo tem tanto que estabelecer a seqüência de tempos entre os elementos quanto planejar a seqüência de toques, a unidade formada previamente não foi afetada. Pode-se depreender dessa diferença que os indivíduos do segundo experimento tiveram mais demanda de processamento durante a prática, já que tinham que decidir qual caminho seguir a todo instante, por outro lado, esse envolvimento cognitivo mais profundo pode ter levado a um reforço no traço do programa na memória, aumentando a tendência do mesmo ser utilizado em novas situações.

O fato de haver resultados favoráveis às duas posições teóricas, modularização e adaptação estrutural, pode ser tomado como indicativo de que ambas são etapas de um mesmo processo. A modularização destaca a importância da estabilização funcional para a formação de uma unidade capaz de ser utilizada em outras situações e em novos programas. Ao mesmo tempo, a adaptação estrutural depende do nível de perturbação a que o sistema é submetido. Ora, o processo de aquisição de habilidades motoras abarcaria tanto a estabilização funcional como a adaptação estrutural. Os indivíduos podem ter enfrentado a tarefa mais complexa como uma nova situação, explorando a unidade estabilizada ou modificando-a, dependendo do nível de perturbação que a tarefa gerou neles. Uma forma de clarear essas possibilidades seria obter uma medida mais apurada do sucesso no desempenho global na atividade. Aqui, é preciso concluir que talvez a solicitação de fazer o mais rápido possível não seja a forma mais indicada para discriminar de forma qualitativa o desempenho global.

Como a adaptação estrutural depende do nível de perturbação, para alguns grupos esse nível não foi alto o suficiente para desafiar a estabilidade da unidade, enquanto para outros ele foi, levando a mudanças macroscópicas do programa. Isso denota a importância de entender melhor os efeitos da configuração espacial da tarefa em situações em que o seqüenciamento seja determinado pelo próprio participante. Nesses

novos estudos, o propósito seria o de entender melhor como os indivíduos estabelecem o seqüenciamento de tarefas simples e complexas. Em outras palavras, é necessário trabalhar na identificação de uma possível gramática da ação atuante nesse tipo de tarefa para que se possa investigar com mais detalhes a formação de padrões mais complexos.

Em resumo, os dados aqui obtidos ainda não possibilitam afirmar de forma categórica como se dá o ganho de complexidade nas habilidades motoras. Estudos que enfoquem modularização e a adaptação estrutural como etapas do mesmo processo e que considerem a gramática da ação no estabelecimento da seqüência de movimentos são prioritários para a continuidade dessa linha de pesquisa.

8 CONCLUSÃO

A aquisição de habilidades motoras é um processo contínuo. Em alguns casos, esse processo envolve a modificação da mesma habilidade denotando graus de competência cada vez mais refinados, caracterizando dessa forma o ganho de complexidade. Em outros casos, o processo contínuo é marcado pela combinação de habilidades previamente adquiridas para formar novas habilidades. O ganho de complexidade é manifestado pelo aumento no número de elementos identificáveis no comportamento. O presente estudo procurou simular situações experimentais para investigar o processo de aquisição de habilidades. Das duas perspectivas teóricas consideradas pode-se concluir que nem uma (modularização) ou outra (adaptação estrutural) é exclusiva para explicar a aquisição de uma habilidade mais complexa, pois houve resultados que denotaram a atuação de ambos os processos. A configuração espacial parece ter influenciado esses resultados, mas ela não atuou sozinha, posto que a liberdade que os participantes tinham para estabelecer a seqüência dos toques também desempenhou um papel significativo nos resultados.

Vale lembrar que a modularização é associada e depende da estabilização atingida pela habilidade. Ao mesmo tempo, a adaptação estrutural é desencadeada quando o nível de perturbação gerado pela tarefa experimental é tal que a estabilidade atingida é insuficiente para dar conta dessas demandas. Dessa maneira para que resultados mais

conclusivos possam ser alcançados é necessário realizar estudos em que haja uma articulação no controle experimental das variáveis referentes à liberdade de seqüenciamento, configuração da tarefa e nível de perturbação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, J. A. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.3, p.111-50, 1971.

BENDA, R. N. *Variabilidade e processo adaptativo na aquisição de habilidades Motoras*, 2001. 314f. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BERNSTEIN, N. *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford, Pergamon Press, 1967.

BISHOP, A; HARRISON, A. A demonstration of modular units in motor programming? *Journal of Human Movement Science*, Amsterdam, v.3, p.99-109, 1977.

BURTON, A. W. The effect of age on relative timing variability and transfer. *Journal of Motor Behaviour*. Washington, v.18, n. 2, p.323-342, 1986.

_____. The effect of number of movement components on response time in children. *Journal of Human Movement Studies*, London, v.13, n.2, p.231-247, 1987.

BRINKER, B. P. L. M. der; STABLER, J. R. L. W.; WHITING, H. T. A.; WIERINGER, P. C. W. van. A Multidimensional analysis of some persistent problems in motor learning. In: GOODMAN, D.; WILBERG, R. B.; FRANKS, I. M., (Eds.). *Differing perspectives in motor learning, memory and control*. Amsterdam, North-Holland, 1985. p.193-207.

BRUNER, J. S. The growth of skill. In CONNOLLY, K.J. (Ed.) *Mechanisms of motor skill development*. London: Academic Press, 1970.

CARTER, M. C.; SHAPIRO, D. C. Control of sequential movements: Evidence for generalized motor programs. *Journal of Neurophysiology*, Oxford, v.52, p.787-796, 1984.

COLLEY, A. M. *Cognitive motor skills*. In: HOLDING, D. H. (Ed.). *Human skills* 2.th.ed. Chinchester: Jonh Wiley & Sons, 1989, p.229-248.

CONNOLLY, K. J. Skill development: Problems and plans. In: CONNOLLY, K.J. (Ed.). *Mechanisms of motor skill development*. London: Academic Press, 1970. p.3-17.

_____. Factors influencing the learning of manual skills by young children. In: HINDE, R.; STEVENSON-HINDE, J. (Eds.). *Constraints on learning*. London: Academic Press, 1973. p.337-69.

_____. The nature of motor skill development. *Journal of Human Movement Studies*, London, v.3, p.128-143, 1977.

_____. A perspective on motor development. In: WADE, M; WHITING, H. T. A. (Eds.). *Motor development in children*. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986. p.3-21.

CONNOLLY, K. J.; DALGLEISH, M. The emergence of a tool-using skill in infancy. *Developmental Psychology*, Washington, v.25, n.6, p.894-912, 1989.

_____. Individual patterns in tool use by infants. In: KALVERBOER, A. F.; HOPKINS, B.; GEUZE, R. (Eds.). *Motor development in early and later childhood: Longitudinal approaches*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. p.174-204.

CONNOLLY, K. J.; ELLIOTT, J. The evolution and ontogeny of hand function. In: BLURTON-JONES, N. (Ed.). *Ethological studies of child behavior*. Cambridge: Cambridge University Press, 1972. p.329-383.

CONNOLLY, K. J.; MANOEL, E. J. Hierarchies and tool-using strategies. *Behavioral and Brain Sciences*, New Yourk, v.14, p.554-555, 1991.

CORRÊA, U. C. *Estrutura de prática e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras*. 2001. 220p. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo, São Paulo.

ELLIOTT, J.; CONNOLLY, K. J. Hierarchical structure in skill development. In: CONNOLLY, K. J.; BRUNER, J. S. (Eds.). *The growth of competence*. London, Academic Press, 1974. p.135-168.

FENTRESS, J. Analytical ethology and synthetic neuroscience. In: BATESON, P. (Ed.). *The development and integration of behavior*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p77-120.

FISCHMAN, M. G. Programming time as a function of number of movement parts and change in movement direction. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.16, n.4, p.405-423, 1984.

FITTS, P. M.; POSNER, M. I. *Human performance*. Belmont, California, 1967.

FREUDENHEIM, A. M. *Organização hierárquica de um programa de ação e a estabilização de habilidades motoras*. 1999. 249f. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.

FREUDENHEIM, A. M.; MANOEL, E. J. Organização Hierárquica e a Estabilização de um programa de ação: um estudo exploratório. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.13, n.2, p.177-96, 1999.

GALLAHUE, D. L; OZMUM, J. C. *Understanding motor development in children: infants, children, adolescents and adults*. 4.th.ed. Madison, Brown & Benchmark, 1998.

GENTILE, A. M. A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, Champaign, v.17, p.3-23, 1972.

GIMENEZ, R.; MANOEL, E. J.; LUSTOSA, D. O.; BASSO, L. Combinação de padrões fundamentais de movimento: crianças, adultos e portadores de síndrome de down. *Revista Paulista de Educação Física (no prelo)*.

GLENCROSS, D. J. The control of skilled movements. *Psychological Bulletin*, Lancaster, v.84, p.14-29, 1977.

GREEN, S.B.; SALDIND, N.J. ANKEY, T.M. *Using SPSS for Windows: analyzing and understanding data's*. 2 ed. New Jersey, Prentice Hall, 2000.

GOODNOW, J. J.; LEVINE, R. A. The grammar of action: sequence and syntax in children's copying. *Cognitive Psychology*, London, v.4, p.82-89, 1973.

HENRY, F.M.; ROGERS, D.E. Increased response latency for complicated movements a "memory drum" theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly*, Reston, v.31, p.448-58, 1960.

HEUER, H. Binary choice reaction time as function of the relationship between durations and forms of responses. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.16, p.392-404, 1984.

JEANNEROD, M. *The cognitive neuroscience of action*. London: Blackwell. Bradford, 1996.

KEELE, S. W. Movement control in skilled motor performance. *Psychological Bulletin*, Lancaster, v.70, n.6, 1968. p.387-403.

_____. Motor control. In: BOFF, K. R.; KAUFMAN; L.; THOMAS, J. P. (Eds.). *Handbook of perception and human performance*. v.2: Cognitive processes and performance. Chichester, Wiley, 1986.

KEELE, S. W.; POSNER, M. I. Processing of visual feedback in rapid movements. *Journal of Experimental Psychology*, Washington, v.77, p.155-158, 1968.

KEELE, S. W; COHEN, A.; IVRY, R. Motor programs: Concepts and issues. In: JEANNEROD, M. (Ed.). *Attention and Performance XIII*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1990. p.77-110.

KHARRAZ-TAVAKOL, O. D.; EGGERT, T.; MAI, N.; STRAUBE, A. Learning to write letters: transfer in automated movements indicates modularity of motor programs in human subjects. *Neuroscience Letters*, Clare, v.4, n.282, p.33-36, 2000.

KUGLER, P. N.; KELSO, J. A. S.; TURVEY, M. T. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence. In: STELMACH, G. E.; REQUIN, J., (Eds.). *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North Holland, 1980. p.3-47.

MANOEL, E. J. *Desenvolvimento do comportamento motor humano: uma abordagem sistêmica*. 1989. 321f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. Controles ótimo e adaptativo na aquisição de habilidades motoras seriadas. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.6, n.7, p.3-20, 1992.

_____. *Adaptive control and variability in the development of skilled actions*. 1993. 353f. Tese (Doutorado) - University of Sheffield, Sheffield.

_____. *Modularização, organização hierárquica e variabilidade na aquisição de habilidades motoras*. 1998. 84f. Tese (Livre Docência) - Escola de Educação Física Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MANOEL, E. J.; BASSO, L.; CORREA, U.; TANI, G. Modularity and hierarchical organization of action programs in human acquisition of graphic skills. *Neuroscience Letters*, Clare, v.335, p.83-86, 2002.

MANOEL, E. J.; CONNOLLY, K. J. Macro-structure and micro-structure in the development of skilled actions. *Proceedings of The British Psychological Society*, London, v.2, n.1, p.48, 1994.

_____. Variability and the development of skilled actions. *International Journal of Psychophysiology*, Amsterdam, v.2, n.19, p.129-147. 1995.

_____. Variability and stability in the development of skilled actions. In: CONNOLLY, K. J.; FORSSBERG, H., (Eds.). *Neurophysiology & Neuropsychology of motor development*. Cambridge, Uniserity Press, 1997. p.286-318.

MANOEL, E. J.; FREUDENHEIM, A.; BASSO, L.; TANI, G. Estabilidade na aquisição de habilidade motora: um estudo de caso sobre a formação de padrões. In: **III Encontro Internacional de Ciência Cognitiva**. Rio Claro, Editora Unesp, UNESP. (no prelo).

MARTENIUK, R. G.; ROMANOW, S. K. Human movement organization and learning as revealed by variability of movement, use of kinematic information and Fourier analysis. In: MAGILL, R. A. (Ed.). *Memory and control of action*. Amsterdam: North-Holland, 1983. p.201-250.

MEYER, D. E.; SMITH, J.E.K.; WRIGHT, C. E. Models for the speed and accuracy of aimed movements. *Psychological Review*, Princeton, v.89, p.449-482, 1982.

MOSS, S.; HOGG, J. The development and integration of integration of fine motor sequences in 12- to 18- month old children: A test of the modular theory of motor skill acquisition. *Genetic Psychology Monographs*, Worcester, n.107, p.145-187, 1983.

NEWELL, K. M. Coordination, control, and skill. In: GOODMAN, D.; WILBERG, R. B.; FRANKS, I. M. (Eds.). *Differing perspectives in motor learning, memory, and control*. Amsterdam: North-Holland, 1985. p.299-317.

PAYNE, V.G. Effects of angle of stimulus approach on coincidence anticipation timing performance. *Journal of Human Movement Studies*, London, v.13, n.1, p.383-90, 1987.

REED, E. S. An outline of a theory of action systems. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.14, p.98-134, 1982.

REQUIN, J. From action representation to movement control. In: STELMACH, G. E.; REQUIN, J. (Eds.). *Tutorials in motor behavior II*. New York: Elsevier, 1992. p.333-345.

ROTHWELL, J. C.; TRAUB, M. M.; DAY, B. L.; OBESO, J. A.; THOMAS, P. K.; MARSDEN, C.D. Manual motor performance in deafferented man. *Brain*, London, v.105, p.515-542, 1982.

SHAPIRO, D. C.; ZERNICK, R. F.; GREGOR, R. J.; DIESTEL, J. D. Evidence for generalized motor programs using gate pattern analysis. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.13, p.33-47, 1981.

SCHMIDT, R.A. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, Princeton, v.82, n.4, p.225-60, 1975.

_____. On the theoretical status of time in motor program representations. In: STELMACH, G. E.; REQUIN, J. (Eds.). *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North-Holland, 1980. p.145-66.

_____. *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Champaign: Human Kinetics, 1982.

_____. The search for invariance in skilled movement behavior. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.56, n.2, p.188-200, 1985.

_____. *Motor control and learning: a behavioral emphasis* 2th.ed. Champaign, Human Kinetics, 1988.

SCHMIDT, R. A; HEUER, H.; GHODIAN, D.; YOUNG, D. E. Generalized motor programs and units of action in bimanual coordination. In: LATASH, L. M. (Ed.). *Progress in motor control: Bernstein's traditions in movement students*. Champaign: Human Kinetics, 1998.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. Tradução Ricardo Petersen... (et al.) 2 ed. Porto Alegre, Artmed, 2001.

SUMMERS, J. J. The role of timing in motor program representation. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.7, p.229-241, 1975.

_____. Motor Programs. In. D.H.HOLDING (Ed.). *Human Skills* 2th.ed. Chichester: Wiley, 1989. p.49-69.

_____. Has ecological psychology delivered what it promised? In: PICK, J. P. (Ed.). *Motor behavior and human skill: a multidisciplinary approach*. Champaign: Human Kinetics, 1998. p.385-402.

TANI, G. *Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora*. 1989. 78f. Tese (Livre Docência) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. *Hierarchical organisation of an action programme in the acquisition of a graphic skill*. Sheffield: Departamento de Psicologia da Universidade de Sheffield, 1995. (Relatório Final de Atividades de Pós-doutorado).

_____. *Organização hierárquica de um programa de ação na aquisição de habilidades motoras gráficas em crianças*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998. (Relatório Técnico Final).

_____. Variabilidade e programação motora. In: AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. J., (Orgs.). *A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares*. São Paulo: Estação Liberdade, 2000.

TANI, G.; BASTOS, F.C; CASTRO, I. J.; JESUS, J. F.; SACAY, R. C.; PASSOS, S. C. E. Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.6, n.1, 1992. p.16-25.

TANI, G.; CONNOLLY, K. J.; MANOEL, E. J. *Hierarchical organisation of an action programme in the acquisition of a graphic skill*. (não publicado).

_____. Sistema antecipatório e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora seriada de rastreamento. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPORTS SCIENCES: SAÚDE NUTRIÇÃO E PERFORMANCE, 20, 1996, São Caetano do Sul. Anais...São Caetano do Sul: CELAFISCS, 1996. p.91.

- TANI, G.; MANOEL, E. J.; KOKUBUN, E.; PROENÇA, J. E. *Educação física escolar: fundamentos para uma abordagem desenvolvimentista*. São Paulo, EPU/EDUSP, 1988.
- TAUB, E.; PERRELLA, P.; BARRO, G. Behavioral development after forelimb deafferentation on day of birth in monkeys with and without blinding. *Science*, London, v.181, 1973.
- TERZUOLO, C.; VIVIANI, P. About the central representation of learned motor patterns. In: TALBOT, R.; HUMPHREY, D.R. (Eds.). *Posture and Movement*. New York: Raven Press, 1979. p.48-62.
- THELEN, E. Treadmill-elicited stepping in 7-month-old infants. *Child Development*, Chicago, v.57, n.6, p.1498-1506, 1986.
- THELEN, E.; CORBETTA D.; KAMM, K.; SPENCER, J.P.; SCHNEIDER, K.; ZERNICKE, R.F. The transition to reaching: mapping intention and intrinsic dynamics. *Child Development*, Chicago, v.64, n.4, p.1058-1099, 1993.
- THELEN, E; SMITH, L. *A dynamic system approach to the development of cognition and action*. 4th.ed. Cambridge: Abradford Book, 1994.
- THOMASSEN, A. J. W. R. Interaction of cognitive and biomechanical factors in the organization of graphic movements. In: STELMACH, G. E.; REQUIN, J. (Eds.). *Tutorials in motor behavior II*. Amsterdam: North-Holland, 1992. p.249-61.
- TURVEY, M.T.; FITCH, H.L.; TULLER, B. The Bernstein perspective I: The problems of degress of freedom and contex-conditioned variability. In: KELSO, J.A.S. (Ed.). *Human motor behavior: An introduction*. Hillsdale, Nova Jérsei, Lawrence Erlbaum, 1982.
- VIVIANI, P. Do units of motor action really exist? In: HEUER, H.; FROMM, C. (Eds.). *Generation and modulation of action patterns*. Berlin: Springer, 1986. p.18-42.

VIVIANI, P.; TERZUOLO, C. A. Space-time invariance in learned motor skills. In: STELMACH, G. E.; REQUIN, J. (Eds.). *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North-Holland, 1980. p.525-33.

WRIGHT, C.A. Response timing in handwriting. In: JEANNEROD, M. (Ed.). *Attention and performance XIII*. Hillsdale: Erlbaum, 1990. p.55-69.

YOUNG, D. E.; SCHMIDT, R. A.; LANGE, L. A. Units of motor behavior: Modification with practice and feedback. In: JEANNEROD, M. (Ed.). *Attention and performance XIII*. Hillsdale, Erlbaum, 1990. p.763-95.

ANEXO I - Valores de todos os testes estatísticos do experimento 1.

Resultados da análise da unidade básica em ambas situações (Tarefa simples e complexa)				
Medida	Fator	Fase de aquisição	Grupo	Teste de Transferência e Retenção
Tempo de movimento do componente 1	Grupo	F[1,43]=0,825; p=0,369		
	Bloco	F[7,301]=1,219; p=0,292	GE	<u>F[8,176]=3,821; p=0,000</u>
	Interação	F[7,301]=0,569; p=0,781	GD	<u>F[8,160]=3,187; p=0,002</u>
Tempo de movimento do componente 2	Grupo	F[1,43]=0,015; p=0,904		
	Bloco	<u>F[7,301]=17,925; p=0,000</u>	GE	<u>F[8,176]=10,541; p=0,000</u>
	Interação	F[7,301]=0,377; p=0,916	GD	F[8,160]=1,599; p=0,129
Tempo de movimento do componente 3	Grupo	F[1,43]=0,059; p=0,809		
	Bloco	<u>F[7,301]=8,416; p=0,000</u>	GE	<u>F[8,176]=5,025; p=0,000</u>
	Interação	F[7,301]=0,343; p=0,934	GD	<u>F[8,160]=2,79; p=0,006</u>
Tempo total de movimento	Grupo	F[1,43]=0,01; p=0,919		
	Bloco	<u>F[7,301]=11,806; p=0,000</u>	GE	<u>F[8,176]=15,7; p=0,000</u>
	Interação	F[7,301]=0,334; p=0,938	GD	<u>F[8,160]=3,825; p=0,000</u>
Variabilidade do tempo total de movimento	Grupo	F[1,42]=0,119; p=0,732		
	Bloco	F[7,294]=1,558; p=0,148	GE	<u>F[8,168]=2,239; p=0,027</u>
	Interação	F[7,294]=0,516; p=0,822	GD	F[8,160]=1,657; p=0,113
Variabilidade do timing relativo	Grupo	F[1,42]=2,833; p=0,1		
	Bloco	F[7,294]=1,313; p=0,244	GE	F[8,176]=1,969; p=0,053
	Interação	F[7,294]=1,479; p=0,174	GD	F[8,160]=1,739; p=0,093
Timing relativo do componente 1	Grupo	F[1,43]=1,818; p=0,185		
	Bloco	<u>F[7,301]=4,467; p=0,000</u>	GE	<u>F[8,176]=2,503; p=0,013</u>
	Interação	F[7,301]=0,339; p=0,936	GD	F[8,160]=0,928; p=0,495
Timing relativo do componente 2	Grupo	F[1,43]=0,295; p=0,59		
	Bloco	<u>F[7,301]=6,543; p=0,000</u>	GE	<u>F[8,176]=5,297; p=0,000</u>
	Interação	F[7,301]=0,732; p=0,645	GD	F[8,160]=1,22; p=0,29

Continua...

ANEXO I - Valores de todos os testes estatísticos do experimento 1 (continuação)

Medida	Fator	Fase de aquisição	Grupo	Teste de transferência e retenção
Timing relativo do componente 3	Grupo	F[1,43]=0,777; p=0,383		
	Bloco	F[7,301]=2,957; p=0,005	GE	F[8,176]=0,63; p=0,752
	Interação	F[7,301]=0,901; p=0,506	GD	F[8,160]=1,335; p=0,23
Variabilidade do tempo de movimento do componente 1	Grupo	F[1,43]=6,793; p=0,013		
	Bloco	F[7,301]=1,637; p=0,125	GE	F[8,168]=1,575; p=0,136
	Interação	F[7,301]=0,358; p=0,926	GD	F[8,160]=1,595; p=0,130
Variabilidade do tempo de movimento do componente 2	Grupo	F[1,42]=3,677; p=0,062		
	Bloco	F[7,294]=2,488; p=0,017	GE	F[8,176]=0,975; p=0,457
	Interação	F[7,294]=0,451; p=0,869	GD	F[8,168]=0,773; p=0,627
Variabilidade do tempo de movimento do componente 3	Grupo	F[1,42]=0,231; p=0,634		
	Bloco	F[7,294]=2,046; p=0,049		F[8,168]=0,773; p=0,627
	Interação	F[7,294]=1,174; p=0,317		F[8,160]=0,944; p=0,482
Variabilidade do timing relativo do componente 1	Grupo	F[1,42]=4,839; p=0,033		
	Bloco	F[7,294]=1,324; p=0,238	GE	F[8,176]=1,859; p=0,069
	Interação	F[7,294]=1,457; p=0,182	GD	F[8,160]=2,194; p=0,030
Variabilidade do timing relativo do componente 2	Grupo	F[1,42]=2,627; p=0,113		
	Bloco	F[7,294]=1,177; p=0,316	GE	F[8,176]=2,103; p=0,038
	Interação	F[7,294]=1,556; p=0,148	GD	F[8,160]=1,525; p=0,152
Variabilidade do timing relativo do componente 3	Grupo	F[1,42]=0,00; p=0,993		
	Bloco	F[7,294]=1,219; p=0,292	GE	F[8,168]=1,503; p=0,16
	Interação	F[7,294]=1,214; p=0,295	GD	F[8,160]=0,934; p=0,49
Número de tentativas erradas	GE	X ² (n=20,df=7)=20,17; p=0,005	GE	X ² (n=20, df=8)=7,44; p=0,489
	GD	X ² (n=21,df=7)=6,64; p=0,467	GD	X ² (N=21, df=8)=10,33; p=0,242

ANEXO I - Valores de todos os testes estatísticos do experimento 1 (continuação).

Resultados da análise da nova unidade mais complexa

Medida	Grupo	Teste de transferência e retenção
Tempo total de movimento	GE (5A)	$X^2(n=4, df=8)=13,86; p=0,085$
	GE (A5)	<u>$X^2(n=6, df=8)=19,20; p=0,013$</u>
	GE (5C)	<u>$X^2(n=8, df=8)=26,87; p=0,000$</u>
	GE (V)	$X^2(n=2, df=8)=11,60; p=0,170$
	GD (A5)	<u>$X^2(n=10, df=8)=27,39; p=0,00$</u>
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=8)=12,00; p=0,151$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=8)=11,55; p=0,172$
	GD (V)	<u>$X^2(n=5, df=8)=21,90; p=0,005$</u>
	Variabilidade do tempo total de movimento	GE (5A)
GE (A5)		$X^2(n=6, df=8)=14,93; p=0,060$
GE (5C)		$X^2(n=8, df=8)=4,635; p=0,795$
GE (V)		Número de casos insuficiente
GD (A5)		$X^2(n=9, df=8)=11,01; p=0,200$
GD (5J)		$X^2(n=2, df=8)=9,600; p=0,294$
GD (5R)		$X^2(n=3, df=8)=6,844; p=0,553$
GD (V)		$X^2(n=5, df=8)=12,18; p=0,143$
Variabilidade do timing relativo		GE (5A)
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=8)=8,80; p=0,359$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=8)=2,47; p=0,962$
	GE (V)	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	<u>$X^2(n=9, df=8)=15,12; p=0,056$</u>
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=8)=6,26; p=0,617$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=8)=11,46; p=0,176$
	GD (V)	$X^2(n=4, df=8)=4,50; p=0,809$

ANEXO II - Valores de todos os testes estatísticos do experimento 2.

Resultados da análise da unidade básica em ambas as situações (Tarefa simples e complexa)

Medida	Grupo	Fase de aquisição	Teste de transferência e retenção
Tempo de movimento do componente 1	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=6,33; p=0,501$	$X^2(N=4, df=8)=14,01 p=0,081$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=5,33; p=0,619$	$X^2(N=6, df=8)=9,225 p=0,323$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=5,45; p=0,604$	$X^2(N=8, df=8)=13,95 p=0,082$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=8,50; p=0,290$	$X^2(N=2, df=8)=7,799 p=0,453$
	GD (A5)	$X^2(n=10, df=7)=7,91; p=0,339$	<u>$X^2(N=10, df=8)=18,25 p=0,019$</u>
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=11,50; p=0,118$	$X^2(N=2, df=8)=8,93 p=0,347$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=3,88; p=0,792$	$X^2(N=3, df=8)=10,36 p=0,240$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=4,68; p=0,698$	$X^2(N=5, df=8)=5,77 p=0,672$
Tempo de movimento do componente 2	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=4,08; p=0,770$	$X^2(N=4, df=8)=12,40 p=0,134$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=12,38; p=0,08$	$X^2(N=6, df=8)=6,133 p=0,632$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=13,91; p=0,052$	<u>$X^2(N=8, df=8)=19,93 p=0,010$</u>
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=4,333; p=0,740$	$X^2(N=2, df=8)=7,466 p=0,487$
	GD (A5)	<u>$X^2(n=10, df=7)=26,89; p=0,000$</u>	$X^2(N=10, df=8)=4,620 p=0,797$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=8,000; p=0,332$	$X^2(N=2, df=8)=13,06 p=0,109$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=13,33; p=0,064$	$X^2(N=3, df=8)=11,73 p=0,163$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=13,94; p=0,052$	$X^2(N=5, df=8)=13,13 p=0,107$
Tempo de movimento do componente 3	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=7,916; p=0,340$	$X^2(N=4, df=8)=2,800 p=0,946$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=7,000; p=0,428$	$X^2(N=6, df=8)=9,023 p=0,340$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=11,58; p=0,115$	$X^2(N=8, df=8)=11,33 p=0,183$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=9,833; p=0,198$	$X^2(N=2, df=8)=9,600 p=0,294$
	GD (A5)	<u>$X^2(n=10, df=7)=15,3; p=0,031$</u>	<u>$X^2(N=10, df=8)=20,6 p=0,008$</u>
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=9,095; p=0,245$	$X^2(N=2, df=8)=7,263 p=0,508$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=8,111; p=0,322$	$X^2(N=3, df=8)=7,733 p=0,459$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=9,777; p=0,201$	$X^2(N=5, df=8)=8,429 p=0,392$
Variabilidade do tempo total de movimento	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=3,833; p=0,798$	$X^2(N=3, df=8)=15,37 p=0,052$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=7,722; p=0,357$	$X^2(N=6, df=8)=7,422 p=0,491$
	GE (5C)	$X^2(n=7, df=7)=11,38; p=0,122$	$X^2(N=8, df=8)=8,887 p=0,351$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=3,666; p=0,817$	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	$X^2(n=10, df=7)=7,167; p=0,411$	$X^2(N=9, df=8)=5,040 p=0,753$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=4,833; p=0,680$	$X^2(N=2, df=8)=6,533 p=0,587$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=2,555; p=0,922$	$X^2(N=3, df=8)=3,200 p=0,921$
	GD (V)	<u>$X^2(n=6, df=7)=14,88; p=0,037$</u>	$X^2(N=4, df=8)=10,45 p=0,234$

Continua...

ANEXO II – Valores de todos os testes estatísticos do experimento 2 (continuação).

Medida	Grupo	Fase de aquisição	Teste de transferência e retenção
Tempo total de movimento	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=9,841; p=0,197$	$X^2(N=4, df=8)=5,933 p=0,654$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=8,777; p=0,269$	$X^2(N=6, df=8)=4,311 p=0,828$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=8,250; p=0,311$	<u>$X^2(N=8, df=8)=20,18 p=0,009$</u>
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=9,166; p=0,240$	$X^2(N=2, df=8)=8,602 p=0,376$
	GD (A5)	<u>$X^2(n=10, df=7)=16,93; p=0,017$</u>	$X^2(N=10, df=8)=4,55 p=0,803$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=10,66; p=0,153$	$X^2(N=2, df=8)=12,53 p=0,129$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=8,505; p=0,290$	$X^2(N=3, df=8)=8,800 p=0,359$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=4,166; p=0,760$	$X^2(N=5, df=8)=12,35 p=0,136$
Timing relativo do componente 1	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=6,666; p=0,464$	$X^2(N=4, df=8)=10,400 p=0,238$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=6,666; p=0,464$	$X^2(N=6, df=8)=11,77 p=0,161$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=6,083; p=0,530$	$X^2(N=8, df=8)=6,694 p=0,569$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=8,833; p=0,264$	$X^2(N=2, df=8)=6,266 p=0,617$
	GD (A5)	<u>$X^2(n=10, df=7)=20,43; p=0,004$</u>	<u>$X^2(N=10, df=8)=29,89 p=0,002$</u>
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=10,66; p=0,153$	$X^2(N=2, df=8)=6,666 p=0,572$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=4,555; p=0,714$	$X^2(N=3, df=8)=5,244 p=0,731$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=10,72; p=0,151$	$X^2(N=5, df=8)=6,765 p=0,562$
Timing relativo do componente 2	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=4,000; p=0,779$	$X^2(N=4, df=8)=3,066 p=0,930$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=11,77; p=0,108$	$X^2(N=6, df=8)=11,60 p=0,170$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=5,083; p=0,649$	$X^2(N=8, df=8)=11,11 p=0,195$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=3,166; p=0,869$	$X^2(N=2, df=8)=5,466 p=0,706$
	GD (A5)	<u>$X^2(n=10, df=7)=15,03; p=0,035$</u>	$X^2(N=10, df=8)=13,63 p=0,091$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=4,333; p=0,740$	$X^2(N=2, df=8)=8,400 p=0,395$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=12,77; p=0,077$	$X^2(N=3, df=8)=4,355 p=0,823$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=3,555; p=0,829$	$X^2(N=5, df=8)=7,570 p=0,476$
Timing relativo do componente 3	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=6,916; p=0,437$	$X^2(N=4, df=8)=14,93 p=0,060$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=6,611; p=0,470$	$X^2(N=6, df=8)=9,733 p=0,284$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=9,583; p=0,213$	$X^2(N=8, df=8)=6,175 p=0,627$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=8,500; p=0,290$	$X^2(N=2, df=8)=7,200 p=0,515$
	GD (A5)	$X^2(n=10, df=7)=8,23; p=0,312$	$X^2(N=10, df=8)=22,61 p=0,003$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=11,66; p=0,112$	$X^2(N=2, df=8)=4,00 p=0,8571$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=10,55; p=0,159$	$X^2(N=3, df=8)=8,088 p=0,424$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=12,72; p=0,079$	$X^2(N=5, df=8)=2,791 p=0,946$

Continua...

ANEXO II – Valores de todos os testes estatísticos do experimento 2 (continuação).

Medida	Grupo	Fase de aquisição	Teste de transferência e retenção
Variabilidade do timing relativo	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=3.333; p=0.852$	$X^2(N=3, df=8)=8.266 p=0.407$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=9.444; p=0.222$	$X^2(N=6, df=8)=12.66 p=0.123$
	GE (5C)	$X^2(n=7, df=7)=11.04; p=0.136$	$X^2(N=8, df=8)=14.94 p=0.060$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=6.166; p=0.520$	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	$X^2(n=10, df=7)=6.60; p=0.471$	$X^2(N=9, df=8)=4.014 p=0.855$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=2.000; p=0.959$	$X^2(N=2, df=8)=7.600 p=0.473$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=6.444; p=0.488$	$X^2(N=3, df=8)=6.577 p=0.582$
	GD (V)	$X^2(n=5, df=7)=11.13; p=0.132$	$X^2(N=4, df=8)=10.89 p=0.208$
Variabilidade do seqüenciamento	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=13.33; p=0.064$	$X^2(N=4, df=8)=9.47 p=0.303$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=14.00; p=0.051$	$X^2(N=6, df=8)=8.00 p=0.433$
	GE (5C)	$X^2(n=8, df=7)=7.000; p=0.428$	$X^2(N=8, df=8)=6.00 p=0.647$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=5.526; p=0.596$	$X^2(N=2, df=8)=8.00 p=0.433$
	GD (A5)	$X^2(n=10, df=7)=14.00; p=0.051$	$X^2(N=10, df=8)=10.13 p=0.255$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=7.000; p=0.428$	Número de casos insuficiente
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=8.846; p=0.263$	$X^2(N=3, df=8)=9.846 p=0.276$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=12.00; p=0.100$	$X^2(N=6, df=8)=11.61 p=0.169$
Variabilidade do tempo de movimento do componente 1	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=7.583; p=0.370$	$X^2(N=3, df=8)=11.55 p=0.172$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=10.77; p=0.148$	$X^2(N=6, df=8)=7.866 p=0.446$
	GE (5C)	$X^2(n=7, df=7)=11.14; p=0.132$	$X^2(N=8, df=8)=14.84 p=0.062$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=8.83; p=0.2648$	Número de casos insuficientes
	GD (A5)	$X^2(n=10, df=7)=12.43; p=0.087$	$X^2(N=9, df=8)=9.977 p=0.266$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=3.000; p=0.884$	$X^2(N=2, df=8)=5.333 p=0.721$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=6.111; p=0.526$	$X^2(N=3, df=8)=11.02 p=0.200$
	GD (V)	$X^2(n=6, df=7)=7.333; p=0.395$	$X^2(N=4, df=8)=9.478 p=0.303$
Variabilidade do tempo de movimento do componente 2	GE (5A)	$X^2(n=4, df=7)=5.916; p=0.549$	$X^2(N=3, df=8)=7.822 p=0.451$
	GE (A5)	$X^2(n=6, df=7)=4.111; p=0.766$	$X^2(N=6, df=8)=10.04 p=0.261$
	GE (5C)	$X^2(n=7, df=7)=4.571; p=0.712$	$X^2(N=8, df=8)=15.16 p=0.056$
	GE (V)	$X^2(n=2, df=7)=5.333; p=0.619$	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	$X^2(n=10, df=7)=4.10; p=0.768$	$X^2(N=9, df=8)=5.531 p=0.699$
	GD (5J)	$X^2(n=2, df=7)=7.166; p=0.411$	$X^2(N=2, df=8)=10.26 p=0.246$
	GD (5R)	$X^2(n=3, df=7)=5.777; p=0.565$	$X^2(N=3, df=8)=12.80 p=0.118$
	GD (V)	$X^2(n=5, df=7)=10.80; p=0.147$	$X^2(N=4, df=8)=11.42 p=0.178$

Continua...

Anexo II – Valores de todos os testes estatísticos do experimento 2 (continuação).

Medida	Grupo	Fase de aquisição	Teste de transferência e retenção
Variabilidade do tempo de movimento do componente 3	GE (5A)	X2 (n=4, df=7)=7,083; p=0,420	X ² (N=3, df=8)=8,888 p=0,351
	GE (A5)	X2 (n=6, df=7)=4,833; p=0,680	X ² (N=6, df=8)=10,44 p=0,235
	GE (5C)	X2 (n=7, df=7)=6,428; p=0,490	X ² (N=8, df=8)=9,004 p=0,341
	GE (V)	X2 (n=2, df=7)=7,666; p=0,362	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	X2 (n=10, df=7)=4,53; p=0,716	X ² (N=9, df=8)=10,11 p=0,257
	GD (5J)	X2 (n=2, df=7)=6,66; p=0,4644	X ² (N=2, df=8)=12,00 p=0,151
	GD (5R)	X2 (n=3, df=7)=3,00; p=0,8849	<u>X²(N=3, df=8)=16,80 p=0,032</u>
	GD (V)	X2 (n=6, df=7)=11,11; p=0,133	X ² (N=4, df=8)=6,487 p=0,592
Variabilidade do timing relativo do componente 1	GE (5A)	X2 (n=4, df=7)=4,000; p=0,779	X ² (N=3, df=8)=9,600 p=0,294
	GE (A5)	X2 (n=6, df=7)=12,00; p=0,100	X ² (N=6, df=8)=10,04 p=0,261
	GE (5C)	X2 (n=7, df=7)=7,761; p=0,354	X ² (N=8, df=8)=15,44 p=0,051
	GE (V)	X2 (n=2, df=7)=4,500; p=0,720	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	X2 (n=10, df=7)=5,03; p=0,655	X ² (N=9, df=8)=10,30 p=0,244
	GD (5J)	X2 (n=2, df=7)=6,166; p=0,520	X ² (N=2, df=8)=7,60 p=0,473
	GD (5R)	X2 (n=3, df=7)=6,555; p=0,476	X ² (N=3, df=8)=7,20 p=0,515
	GD (V)	X2 (n=6, df=7)=8,055; p=0,327	<u>X²(N=4, df=8)=15,73 p=0,046</u>
Variabilidade do timing relativo do componente 2	GE (5A)	X2 (n=4, df=7)=2,583; p=0,920	X ² (N=3, df=8)=3,11 p=0,927
	GE (A5)	X2 (n=6, df=7)=10,88; p=0,143	X ² (N=6, df=8)=15,2 p=0,055
	GE (5C)	X2 (n=7, df=7)=10,09; p=0,183	X ² (N=8, df=8)=9,30 p=0,317
	GE (V)	X2 (n=2, df=7)=2,500; p=0,927	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	X2 (n=10, df=7)=6,66; p=0,464	X ² (N=9, df=8)=4,83 p=0,775
	GD (5J)	X2 (n=2, df=7)=3,666; p=0,817	X ² (N=2, df=8)=8,00 p=0,4334
	GD (5R)	X2 (n=3, df=7)=3,777; p=0,804	X ² (N=3, df=8)=8,08 p=0,424
	GD (V)	X2 (n=5, df=7)=8,133; p=0,321	X ² (N=4, df=8)=8,84 p=0,355
Variabilidade do timing relativo do componente 3	GE (5A)	X2 (n=4, df=7)=5,416; p=0,609	X ² (N=3, df=8)=3,73 p=0,880
	GE (A5)	X2 (n=6, df=7)=9,777; p=0,201	X ² (N=6, df=8)=6,08 p=0,637
	GE (5C)	X2 (n=7, df=7)=7,238; p=0,404	X ² (N=8, df=8)=10,6 p=0,219
	GE (V)	X2 (n=2, df=7)=7,166; p=0,411	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	X2 (n=10, df=7)=6,90; p=0,439	X ² (N=9, df=8)=11,77 p=0,161
	GD (5J)	X2 (n=2, df=7)=9,333; p=0,229	X ² (N=2, df=8)=13,06 p=0,109
	GD (5R)	X2 (n=3, df=7)=5,000; p=0,659	X ² (N=3, df=8)=9,60 p=0,294
	GD (V)	X2 (n=6, df=7)=4,388; p=0,734	X ² (N=4, df=8)=7,126 p=0,523

Continua...

Anexo II – Valores de todos os testes estatísticos do experimento 2 (continuação).

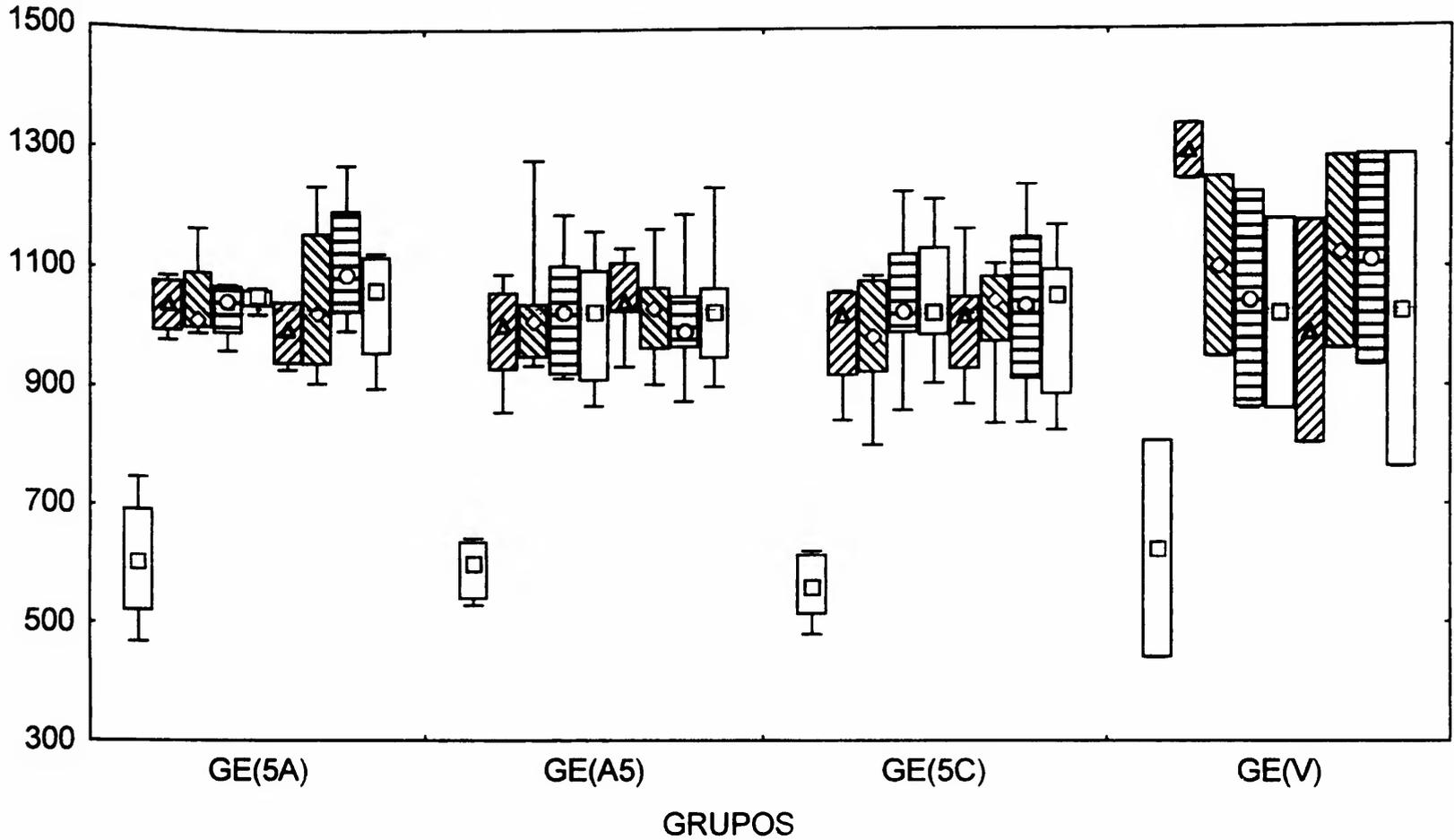
Medida	Grupo	Fase de aquisição	Teste de transferência e retenção
Número de tentativas erradas			
	GE (5A)	X2 (n=4, df=7)=6,884; p=0,441	X ² (N=4, df=8)=9,551 p=0,297
	GE (A5)	X2 (n=6, df=7)=18,20; p=0,011	X ² (N=6, df=8)=10,64 p=0,222
	GE (5C)	X2 (n=8, df=7)=15,44; p=0,030	X ² (N=8, df=8)=15,01 p=0,058
	GE (V)	X2 (n=2, df=7)=4,714; p=0,694	X ² (N=2, df=8)=6,77 p=0,560
	GD (A5)	X2 (n=10, df=7)=8,24; p=0,311	X ² (N=10, df=8)=9,83 p=0,277
	GD (5J)	X2 (n=2, df=7)=7,000; p=0,428	X ² (N=2, df=8)=8,00 p=0,433
	GD (5R)	X2 (n=3, df=7)=8,541; p=0,287	X ² (N=3, df=8)=6,36 p=0,605
	GD (V)	X2 (n=6, df=7)=9,085; p=0,246	X ² (N=6, df=8)=7,88 p=0,444

Resultados da análise da nova unidade mais complexa

Medida	Grupo	Teste de transferência e retenção
Tempo total de movimento		
	GE (5A)	X ² (n=4, df=8)=13,86; p=0,085
	GE (A5)	X ² (n=6, df=8)=19,20; p=0,013
	GE (5C)	X ² (n=8, df=8)=26,87; p=0,000
	GE (V)	X ² (n=2, df=8)=11,60; p=0,170
	GD (A5)	X ² (n=10, df=8)=27,39; p=0,00
	GD (5J)	X ² (n=2, df=8)=12,00; p=0,151
	GD (5R)	X ² (n=3, df=8)=11,55; p=0,172
	GD (V)	X ² (n=5, df=8)=21,90; p=0,005
Variabilidade do tempo total de movimento		
	GE (5A)	X ² (n=3, df=8)=14,48; p=0,069
	GE (A5)	X ² (n=6, df=8)=14,93; p=0,060
	GE (5C)	X ² (n=8, df=8)=4,635; p=0,795
	GE (V)	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	X ² (n=9, df=8)=11,01; p=0,200
	GD (5J)	X ² (n=2, df=8)=9,600; p=0,294
	GD (5R)	X ² (n=3, df=8)=6,844; p=0,553
	GD (V)	X ² (n=5, df=8)=12,18; p=0,143
Variabilidade do timing relativo		
	GE (5A)	X ² (n=3, df=8)=12,44; p=0,132
	GE (A5)	X ² (n=6, df=8)=8,80; p=0,359
	GE (5C)	X ² (n=8, df=8)=2,47; p=0,962
	GE (V)	Número de casos insuficiente
	GD (A5)	X ² (n=9, df=8)=15,12; p=0,056
	GD (5J)	X ² (n=2, df=8)=6,26; p=0,617
	GD (5R)	X ² (n=3, df=8)=11,46; p=0,176
	GD (V)	X ² (n=4, df=8)=4,50; p=0,809

ANEXO III – Box plot dos resultados do tempo total de movimento do experimento II

Box plot do tempo total de movimento para o GE
(Mediana - Máximo e Mínimo - Percentil 25 e 75%)



Box plot do tempo total de movimento para o GD
(Mediana - Máximo e Mínimo - Percentil 25 e 75%)

