

PAOLA DANIELE DE FREITAS SILVA

**EFEITOS DA VARIABILIDADE DA MICROESTRUTURA NO PROCESSO
ADAPTATIVO EM APRENDIZAGEM MOTORA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG

2016

Paola Daniele de Freitas Silva

**EFEITOS DA VARIABILIDADE DA MICROESTRUTURA NO PROCESSO
ADAPTATIVO EM APRENDIZAGEM MOTORA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como pré-requisito para obtenção do título de Licenciada em Educação Física.

Orientador: Dr. Rodolfo Novellino Benda

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG.

2016

Dedico à minha família, por todo o seu apoio, confiança e afeição.
Em minha formação acadêmica. Em especial, ao meu pai, pois
nunca deixou de acreditar em meus sonhos e deu-me a
esperança para conseguir realizá-los.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças para nunca desistir, por sempre me guiar e conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodolfo Novellino Benda, pela liberdade e confiança, além da atenção e compreensão em momentos de dúvidas e dificuldades. Obrigada pelos desafios impostos e por sempre me instigar a ir mais além. Ao longo do meu percurso acadêmico você se tornou uma referência profissional e pessoal para meu crescimento. É uma honra ter você como meu orientador!

Às minhas coorientadoras, Livia Gallo e Natália Ambrósio, que acreditaram em meu potencial. Sempre disponíveis e dispostas a ajudar nos momentos de me adaptar às perturbações referentes a este trabalho e à vida. Obrigada por estarem ao meu lado e acreditarem tanto em mim! Vamos desvendar todos os mistérios deste grande Modelo Teórico. "As Meninas Super Poderosas".

À minha mãe, Maria Aparecida, (saudades eternas), esta vitória também pertence a você! Sua existência ficou o exemplo de vida, a saudade intensa e o eterno agradecimento.

Aos meus pais, Luiz e Margaret, pelo amor, apoio, confiança, motivação incondicional e por me incentivarem a ir em direção às vitórias dos meus desafios. E aos meus irmãos, Lucas e Pamela, que sempre confiaram em minha capacidade. Prometo que agora vou sair deste quarto.

Ao Bruno, por todo amor, apoio, por entender as minhas ausências e me acalmar nos momentos difíceis. "Quem diria ter você aqui no meu abraço".

A todos os professores da graduação da UFMG que de alguma forma contribuíram não apenas para minha formação, mas também para eu ser quem eu sou.

Aos meus amigos e a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste trabalho o meu eterno agradecimento!

"Para mim, é impossível existir sem sonho.
A vida na sua totalidade me ensinou como grande lição
que é impossível assumi-la sem risco"

Paulo Freire

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo investigar a variabilidade na microestrutura no Processo Adaptativo em aprendizagem motora. Participaram do experimento quarenta e um voluntários universitários de ambos os sexos, com idade entre 18 a 30 anos ($M= 22,83$, $DP= 2,65$), que realizaram uma tarefa de tocar com uma bola de tênis em seis recipientes em uma sequência livre, estabelecida pelo próprio aprendiz, com a meta de realizá-la o mais rápido possível. O experimento constou de duas fases: estabilização (30 tentativas) e adaptação (10 tentativas). Na fase de estabilização, o voluntário tinha que realizar a tarefa partindo de um recipiente da fileira proximal do aparelho. Na fase de adaptação, a tarefa era a mesma, porém, o voluntário iniciou a tarefa partindo de um componente da fileira distal do aparelho. Os grupos foram formados a partir do sequenciamento realizado. Foi analisada a macroestrutura dos 41 voluntários, sendo que somente 26 apresentaram macroestrutura consistente. Para esses 26 voluntários, dois grupos foram divididos conforme a variabilidade na microestrutura (alta e baixa variabilidade). Os resultados mostraram que na fase de estabilização o grupo baixa variabilidade (BV) apresentou melhor desempenho e redução do desvio padrão. Na fase de adaptação os grupos não apresentaram diferença significativa tanto no desempenho quanto no desvio padrão. Os resultados do presente estudo permitem concluir que a alta variabilidade na microestrutura não é prejudicial, ou seja, ela não precisa ser reduzida para que ocorra adaptação, confirmando parcialmente a hipótese do presente estudo, de que a variabilidade mais alta pode indicar flexibilidade na adaptação.

Palavras-Chave: Processo Adaptativo. Macroestrutura. Microestrutura. Variabilidade. Aprendizagem Motora.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo do processo adaptativo em aprendizagem motora (TANI, 1995).....	11
Figura 2- Modelo simplificado da aquisição de um programa de ação (TANI, 1995).....	13
Figura 3- Condição experimental da aquisição de um programa de ação.....	20
Gráfico 1 - Desempenho dos grupos nas fases de estabilização e adaptação.....	26
Gráfico 2 - Desvio Padrão dos grupos nas fases de estabilização e adaptação.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivo	9
1.2	Hipótese	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1	O modelo do Processo Adaptativo	10
2.2	A variabilidade no Processo Adaptativo	13
3	MÉTODO	21
3.1	Amostra	21
3.2	Instrumentos e Tarefa	21
3.3	Delineamento	22
3.4	Procedimentos	23
3.5	Análise estatística	24
4	RESULTADOS	26
5	DISCUSSÃO	29
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS	34
	ANEXOS	36

1 INTRODUÇÃO

O Processo Adaptativo é um modelo teórico que explica a aprendizagem de habilidades motoras como um processo contínuo em que duas fases são consideradas: estabilização e adaptação (TANI, 2005). A fase de estabilização ocorre por meio da prática e do *feedback*, e se caracteriza pela padronização espaço-temporal da habilidade motora que está sendo aprendida. Nesta fase, os movimentos se tornam padronizados e precisos, característica fundamental para atingir a meta da habilidade (TANI, 2005; CORRÊA; BARROS; MASSIGLI; GONÇALVES; TANI, 2007).

Com o alcance da estabilização, infere-se que o aprendiz tenha condições de se adaptar a novas situações, devido a eventuais perturbações, que se configuram em novas metas e novos problemas motores, durante o processo de aprendizagem (UGRINOWITSCH, 2003; AMBROSIO, 2014; TANI, 2005). A existência de tais perturbações, bem como o alcance de desempenho preciso em novas condições de execução da tarefa, caracterizam a fase de adaptação, quando há o ajuste às perturbações presentes no ambiente, que são os estímulos externos que exigem uma resposta, quanto do próprio sistema que são os estímulos criados pelo próprio indivíduo para executar a habilidade de outra forma (BENDA, 2001). A adaptação ocorre mediante a aplicação das habilidades já adquiridas, que são modificadas e reorganizadas em um nível superior de aprendizagem (TANI, 2000).

No modelo do Processo Adaptativo, para se explicar o controle dos movimentos e a adaptação da habilidade aprendida, pressupõe-se que com a estabilização há a formação de uma estrutura denominada programa de ação organizado hierarquicamente (PAOH) em dois níveis: macroestrutura e microestrutura. A macroestrutura é responsável pela consistência do movimento e está relacionada a aspectos invariantes como o sequenciamento, força relativa e tempo relativo. Ela é definida como a interação entre os componentes da ação e responsável pela execução da ação motora com certa padronização espaço-temporal e maior probabilidade de alcance da meta (BENDA, 2001; TANI, 2005).

A microestrutura está relacionada aos componentes da habilidade motora e reflete os aspectos variáveis, como tempo total, força total, direção e grupamento

muscular (TANI, 2005). A microestrutura proporciona ao aprendiz flexibilidade de execução perante perturbações, isto é, capacidade de adaptação a novas situações (BENDA *et al.* 2000; BENDA, 2001; TANI, 2005). De forma geral, a macroestrutura se refere ao padrão resultante da interação dos componentes e a microestrutura se refere aos próprios componentes dessa estrutura.

Há evidências, como no estudo de Benda (2001), que para os indivíduos se adaptarem, a variabilidade nas medidas relacionadas à macroestrutura devem ser reduzida, pois grupos que possuem baixa variabilidade apresentam melhor desempenho. Ainda, quando ocorrem alterações na tarefa, grupos que apresentaram maior variabilidade relacionada a medidas de microestrutura mostraram maior flexibilidade, apresentando melhor desempenho. Os resultados deste estudo evidenciam que a variabilidade na microestrutura que permanece após a estabilização pode caracterizar flexibilidade que permite adaptação a novas exigências.

Ao considerar que a estrutura formada na fase de estabilização deve refletir consistência e flexibilidade simultaneamente, o presente estudo irá investigar a seguinte questão: A variabilidade na microestrutura diminui e se mantém com a estabilização, indicando flexibilidade do sistema para se adaptar?

1.1 Objetivo

O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos da variabilidade da microestrutura no Processo Adaptativo em aprendizagem motora.

1.2 Hipótese

A variabilidade na microestrutura que é mantida mais alta pode indicar flexibilidade na adaptação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O modelo do Processo Adaptativo

O Processo Adaptativo é compreendido como um modelo teórico que considera a aprendizagem motora como um processo contínuo, em que novas habilidades são formadas a partir da modificação daquelas já adquiridas (TANI, 2005). Este modelo explica a aprendizagem motora com base em duas fases: fase de estabilização e de adaptação. No início da aprendizagem, o desempenho é instável, pois não existe interação entre os componentes que compõem a habilidade e a meta não é atingida (TANI, 2005). Para o mesmo autor, com a prática e *feedback*, o desempenho torna-se estável e é possível atingir a meta com precisão. Esse processo caracteriza a fase de estabilização, pois é nesta fase que ocorre a padronização espaço temporal da habilidade, tornando o desempenho do indivíduo preciso e consistente (TANI, 1995; TANI, 2005).

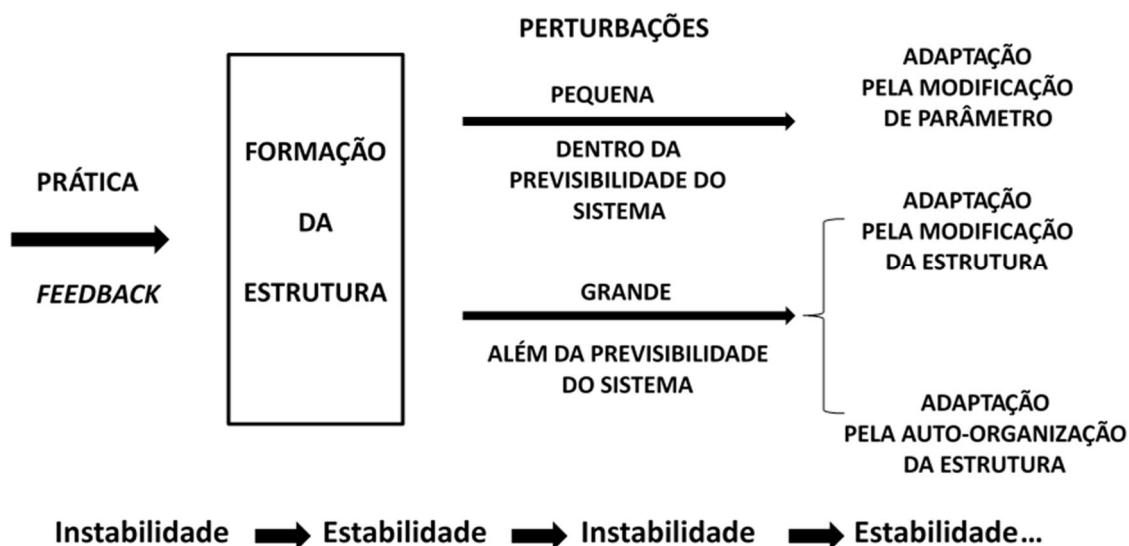
O modelo teórico propõe que o processo de aquisição de habilidades motoras vai além da estabilização do desempenho (TANI *et al.*, 2014). Como os seres humanos estão inseridos no ambiente, que nem sempre é estável, os indivíduos estão sujeitos a perturbações, que são mudanças do ambiente, ou do próprio sistema, que podem quebrar sua estabilidade (BENDA, 2001; TANI, 2005) e exigir do executante modificação na estrutura da habilidade já adquirida e conseqüentemente, a sua reorganização (TANI, 2005; TANI *et al.*, 2014). É importante ressaltar que a estabilização do desempenho é um pré-requisito para que ocorra adaptação às perturbações (TANI, 1995; TANI, 2005; 2014; UGRINOWITSCH, 2011).

Na fase de adaptação ocorrem modificações e posterior reorganização das habilidades já adquiridas para fazer frente à perturbação. Em outras palavras, a adaptação ocorre quando mudanças no ambiente perturbam o sistema, assim como o próprio sistema se perturba (BENDA, 2001) para gerar adaptação às novas situações ou tarefas motoras. Portanto, a adaptabilidade é a capacidade do indivíduo responder adequadamente a estas mudanças (TANI, 2005).

De acordo com Tani (2005) e Meira-Júnior (2005), dependendo do nível de perturbação que o indivíduo é exposto, o sistema tenta se adaptar de diferentes formas. Em outras palavras, a adaptação pode ser alcançada por meio da própria flexibilidade do

sistema (adaptação paramétrica), da reorganização da estrutura (adaptação estrutural) e, ainda, pela formação de uma estrutura completamente nova (auto-organizacional). De acordo com os mesmos autores, se a perturbação for fraca (pequena magnitude), o sistema precisa adaptar apenas pela adaptação paramétrica, que é aquela em que são alterados os parâmetros do movimento como força empregada, velocidade de execução e tempo de movimento. Caso haja uma perturbação forte (grande magnitude), a estrutura formada anteriormente não é capaz de ajustar-se à perturbação, e, portanto, há necessidade de reorganização dos componentes. Isto é, a adaptação pela reorganização da estrutura envolve a alteração na ordem sequencial dos seus componentes, bem como no tempo relativo ou força relativa, havendo a formação de novas estruturas a partir da estrutura já formada. Meira-Júnior (2005) afirma que neste momento ocorre o dismantelamento parcial da estrutura formada anteriormente e, conseqüentemente formação de uma nova configuração espaço-temporal, com base na configuração anterior. Desta forma, a nova estrutura irá possuir características daquele formato da fase anterior e com características novas. Por fim, a adaptação pela auto-organização da estrutura é aquela em que emerge uma estrutura de movimento totalmente nova (Figura 1) (TANI, 2005; 2014).

Figura 1: Modelo do processo adaptativo em aprendizagem motora



Fonte: Adaptado de Tani, 1995.

Tani (1995) explica que o sistema começa instável, porém, com prática e *feedback*, a função motora estabiliza e infere-se que uma estrutura é formada. Ugrinowitsch (2003) e Ambrósio (2014) descrevem que é possível distinguir os sujeitos pelo seu nível de estabilização, compreendendo que o mais habilidoso formou uma estrutura funcional capaz de se adaptar ao longo de diferentes situações. Em outras palavras, perante esse processo os indivíduos adquirem mais recursos para lidar com perturbações.

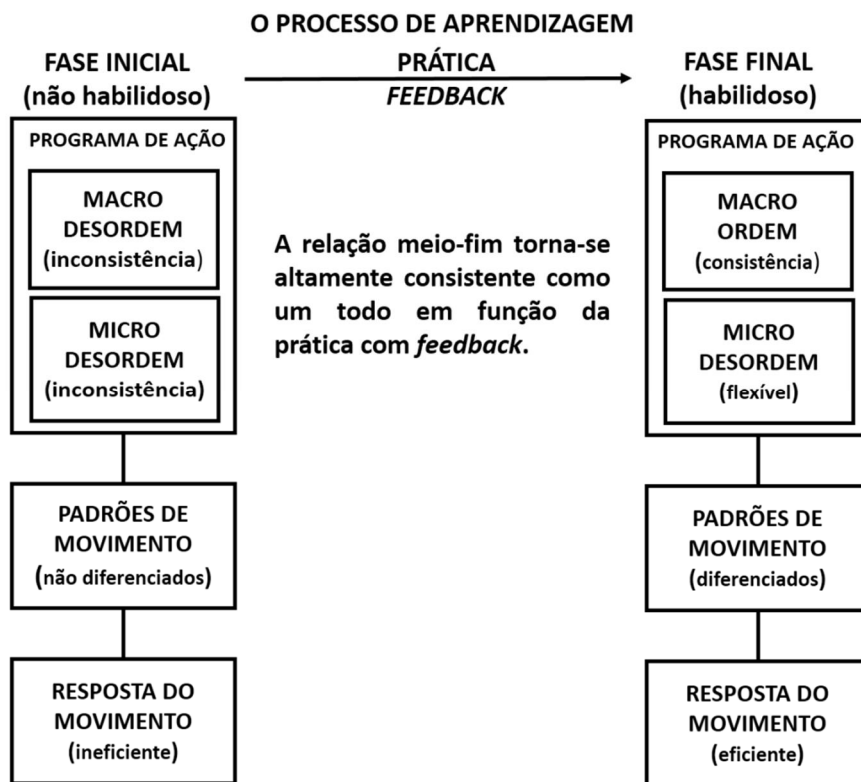
Tani (2000) propõe que a estrutura a ser formada na fase de estabilização é responsável pelo controle das ações motoras, e denomina-se programa de ação organizado hierarquicamente (PAOH), cuja composição envolve dois níveis: macroestrutura e microestrutura. A macroestrutura é responsável pela consistência do movimento e está relacionada a aspectos invariantes como sequenciamento, força relativa e tempo relativo. Ela é definida como a interação entre os componentes da ação e controla a execução da ação motora apresentando padronização espaço-temporal e maior probabilidade de alcance da meta (BENDA, 2001; TANI, 2005).

A microestrutura é composta pelos elementos da habilidade motora e está relacionada com aspectos variáveis, como tempo total, força total, direção e grupamento muscular (TANI, 2005). A microestrutura proporcionaria ao aprendiz a flexibilidade necessária para execução do movimento perante perturbações, isto é, capacidade de adaptação a novas situações (BENDA *et al.*, 2000; BENDA, 2001; TANI, 2005). Tani (2005) destaca que a macroestrutura no início é inconsistente, e então a partir da prática, os componentes tornar-se-ão integrados, até que a macroestrutura se torne consistente. A microestrutura também se encontra desordenada no início da prática, pela alta variabilidade em sua interação (FIGURA 2).

Para Tani (2000, 2005), a macroestrutura estabeleceria restrições sobre a microestrutura, de modo que o aumento da consistência na primeira provocaria redução da variabilidade na segunda. O mesmo autor afirma que os graus de liberdade (articulações, músculos e unidades motoras) não são reduzidos totalmente, pois uma redução desta magnitude prejudicaria o sistema na adaptação a perturbações. Em outras palavras, uma ênfase excessiva na consistência pode levar o sistema a uma organização rígida e estereotipada, reduzindo a sua capacidade para adaptar-se a novas situações (BENDA, 2001). Então, na fase avançada de aprendizagem, o indivíduo se torna habilidoso, sua macroestrutura se torna consistente, contudo, a microestrutura mantém

um nível ótimo de variabilidade, tornando o sistema flexível, porém com movimentos eficientes (TANI, 2005; TANI *et al.*, 2014).

Figura 2: Modelo simplificado da aquisição de um programa de ação



Fonte: Adaptado de Tani, 1995.

2.2 A variabilidade no Processo Adaptativo

Movimentos repetitivos executados por uma mesma pessoa em uma mesma tarefa são diferentes (BENDA, 2001; TANI, 2000). É o que acontece, por exemplo, com assinatura do nome. Assinamos o nosso nome durante toda a vida e nunca se consegue fazer duas assinaturas iguais, mas, pode-se perfeitamente identificar a sua autoria (TANI, 2000). De acordo com Tani (2000), a variabilidade foi considerada um aspecto a ser reduzido ou até mesmo eliminado para que a consistência pudesse ser alcançada. Contudo, existe uma variabilidade inerente ao comportamento motor podendo ser

prejudicial à qualidade do padrão de movimento, porém não há como controlá-la (BENDA *et al.*, 2000; BENDA, 2001). Essa variabilidade pode reduzir em virtude da prática, ou seja, a prática leva à padronização espaço-temporal do movimento (BENDA, 2001; TANI, 2005).

Tani (2005) e Tani *et al.* (2014) afirmam que para a estabilidade do movimento ser alcançada, a variabilidade deve ser reduzida, pois sem redução da variabilidade é difícil obter performances bem sucedidas. Para os mesmos autores, por outro lado, a baixa variabilidade pode ser interpretada como um problema de organização do sistema motor, que refletiria um movimento rígido. Esta variabilidade não é reduzida totalmente, podendo se tornar fonte de flexibilidade, a fim de que o sistema se adapte às demandas do ambiente (TANI, 1982 apud BENDA, 2001). Um indivíduo habilidoso pode ser entendido como aquele que aproveita a capacidade de movimento que foi adquirida e estabilizada, adaptando-a para outras situações com intenção de atingir o objetivo da tarefa, e um comportamento habilidoso, o que envolve o uso construtivo da variabilidade (BENDA, 2001).

Desta forma, duas características contraditórias são essenciais, nomeadamente consistência e flexibilidade do movimento, que são observadas como resultado da prática (TANI, 2000). A consistência é necessária para obter resultados com confiabilidade e ela é alcançada através da redução da variabilidade ou do controle dos graus de liberdade. Por outro lado, a variabilidade, pode refletir flexibilidade do comportamento, e assim seria fundamental para fazer frente às condições ambientais em mudança (BENDA, 2001; TANI, 2000, 2005).

Tani (2000) exemplifica que quando se observa movimentos de pessoas habilidosas, seja no esporte, na arte, na dança ou no trabalho, tem-se a impressão de que são executados movimentos idênticos, com muita precisão e consistência. Contudo, há variabilidade que se apresenta no comportamento do indivíduo e não possibilita que um movimento seja idêntico a outro.

Benda *et al.* (2000) realizaram um estudo com o objetivo de investigar o efeito da variabilidade em diferentes níveis de estabilização da performance, no Processo Adaptativo. Participaram do experimento 60 estudantes voluntários e a tarefa utilizada foi de controle da força de preensão manual com a mão não dominante. Os voluntários foram divididos em três grupos: grupo pré-estabilização (PE), grupo estabilização (GE) e grupo super-estabilização (SE). Na fase de aquisição, os grupos realizaram as respectivas tentativas: (5) tentativas PE, (30) tentativas GE e (90) tentativas SE. Na fase

de adaptação os grupos realizaram (20) tentativas. Os principais resultados apontaram que tanto para o desempenho quanto para o desvio padrão, os grupos foram semelhantes no primeiro bloco de tentativas da fase de aquisição. Na análise do desempenho, os grupos GE e GS, apontaram um melhor desempenho até o sexto bloco de tentativas. Na fase de adaptação houve um pior desempenho nos primeiros três blocos de tentativas devido à mudança na tarefa, porém, com a prática o GE e GS obtiveram melhora no desempenho. Com relação ao desvio padrão, os grupos GE e GS reduziram a variabilidade a partir do segundo bloco de tentativas. Na fase de adaptação os grupos apresentaram uma alta variabilidade no primeiro bloco de tentativas e a mesma diminuiu e se manteve nos grupos. Os autores concluem que com o alcance da estabilização ocorre um aumento da consistência e a variabilidade alta nos primeiros blocos de tentativas na fase de aquisição pode ser atribuída a inconsistência do programa de ação.

Benda (2001), em sua tese de doutorado realizou três experimentos a fim de investigar o papel da variabilidade no Processo Adaptativo em aprendizagem motora. No primeiro experimento, em condições próximas de uma situação real de ensino-aprendizagem, utilizou 90 voluntários, em uma tarefa de arremesso de dardo de salão. Na fase de estabilização o Grupo chamado pré-estabilização (GP) realizou 30 tentativas, o grupo estabilização (GE) 90 tentativas e o grupo super-estabilização (GS) 250 tentativas. Na fase de adaptação todos os grupos realizaram 50 tentativas. Os resultados apontaram que o GE e GS melhoraram seu desempenho na fase de estabilização. O autor investigou se a variabilidade que permanece após a estabilização caracteriza uma flexibilidade que permite adaptar-se a novas exigências. Desta forma, os grupos foram divididos conforme o desvio padrão apresentado no final da fase de estabilização.

Os resultados indicaram que ambos os grupos apresentaram melhora no desempenho, porém, o grupo baixa variabilidade (GSB) apresentou maior consistência na fase da estabilização que o grupo alta variabilidade (GSA). Na fase de adaptação os dois grupos foram semelhantes, o GSB não recuperou o nível de desempenho dos últimos blocos de tentativas da fase de estabilização e o grupo GSA apresentou o mesmo nível de desempenho da fase anterior. Assim, os resultados apontam que a variabilidade que permanece após a estabilização permite adaptar-se a novas exigências. Esses resultados sugerem que a variabilidade não foi prejudicial para adaptação e que a variabilidade pode permitir que o indivíduo explore a tarefa de forma diferente.

Benda (2001) no experimento dois teve por objetivo analisar o papel da variabilidade de resposta no meio ambiente e a variabilidade do padrão de movimento relacionada à macroestrutura e microestrutura no Processo Adaptativo em aprendizagem motora. Participaram do experimento 90 voluntários destros. A tarefa utilizada foi uma tarefa de *timing* coincidente para tarefas complexas. Os voluntários deveriam tocar em cinco sensores distintos, em uma sequência definida, a partir do momento em que diodos se acendessem e apagassem em sequência, o que causava impressão de que o estímulo luminoso vinha em direção ao voluntário. Assim, o sujeito deveria tocar o último sensor simultaneamente ao acendimento do último diodo, coincidindo o tempo de movimento ao tempo do estímulo luminoso. Os voluntários foram divididos em três grupos (GP, GE, GS). O GP realizou (10) tentativas, o GE (30) tentativas e o GS (150) tentativas. Na fase de adaptação todos os grupos realizaram (30) tentativas. Nesta fase houve modificação no tempo total de movimento para ocasionar perturbação no sistema. Os resultados apontaram que na fase de estabilização os grupos GE e GS se estabilizaram e na fase de adaptação os grupos apresentaram nos primeiros blocos uma variabilidade mais alta apresentando pior desempenho. Contudo, os indivíduos retomaram o desempenho apresentado na fase de estabilização.

A segunda questão do estudo se ocorre um aumento da flutuação da variabilidade após a estabilização, foi analisado a variabilidade do sequenciamento, do tempo relativo e do tempo total de movimento. Com relação à macroestrutura (sequenciamento), a variabilidade foi alta no início das tentativas e reduziu e se manteve ao longo da prática. A variabilidade por meio do *timing* relativo (macroestrutura) apresentou-se mais alta no primeiro bloco de tentativas e se manteve reduzida ao longo da prática. Os resultados apontaram que a variabilidade do padrão do tempo total de movimento (microestrutura) foi reduzida e que após a estabilização, os sujeitos variam de modos diferentes.

A terceira questão estudada foi se a variabilidade que permanece após a estabilização caracteriza flexibilidade do sistema que permite adaptar-se a novas exigências. Foi avaliado somente o *timing* relativo e o tempo total de movimento. Utilizou-se somente os grupos de baixa (GSB) e alta variabilidade (GSA). Analisando a variabilidade no padrão de execução no *timing* relativo (macroestrutura). O GSB apresentou um melhor desempenho na fase de estabilização e na fase de adaptação, os grupos mostraram sensibilidade às mudanças apresentando um desempenho inferior àquele que foi atingido na fase de estabilização. Assim, conforme os resultados,

considerando o desvio padrão do tempo total de movimento (microestrutura), a sua variabilidade mais alta não interfere negativamente a adaptações a novas condições, já que os grupos foram semelhantes. Concluiu-se que a variabilidade que permanece na medida relacionada à microestrutura do programa de ação, pode caracterizar flexibilidade do sistema.

De acordo com Benda (2001), os resultados inferiram que na aprendizagem de habilidades motoras, a consistência no padrão de movimento é uma etapa importante, pois os grupos mais consistentes tiveram um melhor desempenho até a estabilização, após a estabilização, não houve diferença entre os grupos GSA e GSB, mostrando que a função da variabilidade relacionada à microestrutura parece depender do estado de organização do sistema.

No terceiro experimento, Benda (2001) teve o objetivo de investigar o papel da variabilidade de resposta no meio ambiente e da variabilidade do padrão de movimento na adaptação a uma alteração na macro e na micro estrutura do programa de ação. Participaram do experimento 93 estudantes e as medidas, e o instrumento utilizado foram os mesmos do experimento dois. Neste experimento houve a modificação na disposição espacial dos sensores e no tempo total de movimento. Os resultados mostraram que os três grupos experimentais (GP, GE, GS) apresentam grande aumento da variabilidade de sequenciamento, que foi reduzida e mantida nos blocos de tentativas seguintes. Com relação à variabilidade do tempo total de movimento (microestrutura), os três grupos na fase de estabilização iniciaram com uma variabilidade mais alta, reduziram-se no segundo bloco de tentativas e a mantiveram o mesmo nível. Na fase de adaptação, o GP e GE mantiveram o mesmo nível da fase de estabilização. O GS aumentou a variabilidade no primeiro bloco de tentativas e no terceiro bloco de tentativas apresentou o mesmo nível dos outros grupos.

Para análise da primeira questão do estudo, a variabilidade observada em diferentes estados do sistema é de natureza distinta. Os resultados indicaram que após os indivíduos se estabilizarem, a variabilidade não interfere no desempenho. De acordo com Benda (2001), os resultados inferiram que a consistência no padrão de movimento é uma etapa importante para a aprendizagem motora, pois os grupos mais consistentes tiveram um melhor desempenho até a estabilização, após a estabilização, mostrando que a função da variabilidade relacionada à microestrutura parece depender do estado de organização do sistema.

Com relação à segunda pergunta se ocorre um aumento da flutuação da variabilidade após a estabilização, os resultados apontaram uma baixa variabilidade no início das tentativas. Já a variabilidade do padrão de movimento observado no *timing* relativo (macroestrutura) apresentou-se mais alta no primeiro bloco de tentativas, reduziu-se e se manteve no decorrer da prática. O resultado mostra que não ocorreu flutuação da variabilidade após a fase de estabilização, assim, o aumento da flutuação da variabilidade após a estabilização não ocorre, pois não houve diferença significativa entre os blocos de tentativas.

Para a análise da terceira pergunta, a variabilidade que permanece após a estabilização caracteriza flexibilidade do sistema que permite adaptar-se a novas exigências, foi utilizado somente o grupo GS. Uma das medidas analisadas foram a variabilidade do padrão de execução (*timing* relativo- macroestrutura) e (padrão do movimento- microestrutura). Os resultados apontaram que os grupos GSB e GSA foram semelhantes e a variabilidade não interferiu na adaptação às mudanças da tarefa. Em outra análise, os grupos foram divididos pela variabilidade do tempo total de movimento. Assim, na medida de variabilidade na microestrutura (desvio padrão do tempo total) os grupos apresentaram um desempenho semelhante em quase todo experimento, porém, na fase de adaptação, o GSB sofreu queda no desempenho e recuperou-se no terceiro bloco de tentativas. O GSA também sofreu queda no desempenho, porém retomou seu desempenho no segundo bloco de tentativas da fase de adaptação. Assim, a variabilidade na microestrutura caracterizou maior flexibilidade e se mostrou benéfica para a adaptação à nova condição da tarefa. Com esses resultados pode inferir que a alta variabilidade na macroestrutura é prejudicial para a adaptação, devendo ser reduzida com a prática. Todavia, a variabilidade na microestrutura não foi prejudicial, como prediz o modelo teórico do Processo Adaptativo.

Benda *et al.* (2005) em seu estudo realizaram dois experimentos com o objetivo de investigar se a variabilidade observada em diferentes estados do sistema, antes e após a estabilização, é de natureza distinta. No primeiro experimento participaram 45 voluntários e utilizou-se um instrumento de posicionamento linear. Os voluntários foram divididos em três grupos (grupo pré-estabilização (GP), grupo estabilização (PE) e grupos super-estabilização (SE). Para a fase de estabilização o GP realizou (10) tentativas, o GE realizou (50) tentativas e o GS (150) tentativas. Para a fase de adaptação todos os grupos realizaram (30) tentativas. Os resultados apontaram que como os grupos foram semelhantes na fase de adaptação, apresentar uma variabilidade

baixa ou variabilidade alta não interferiu no desempenho dos grupos na adaptação, assim, a alta variabilidade após a estabilização pode ser positiva para o desempenho de uma nova tarefa.

No segundo experimento, Benda *et al.* (2005) utilizou a mesma tarefa do experimento um, porém sem fornecer conhecimento de resultados na fase de adaptação. Neste experimento participaram 60 voluntários, em que os mesmos foram divididos em dois grupos: alta variabilidade e baixa variabilidade. Os resultados apontaram que não houve diferença entre esses grupos em nenhum estado. Assim, não é possível inferir por meio deste experimento que a variabilidade em diferentes estados do sistema é de natureza distinta. No entanto, os resultados do primeiro experimento destes autores mencionam que a alta variabilidade pode ter natureza construtiva mesmo não ocorrendo no segundo experimento.

Corrêa *et al.* (2015) realizaram um estudo com o objetivo de testar a variabilidade na macroestrutura e na microestrutura, de acordo com as premissas do modelo teórico do Processo Adaptativo. Foi colocado como hipótese que mudanças paramétricas na tarefa afetariam medidas de microestrutura (aumento de variabilidade), mas não a consistência da macroestrutura. Participaram do estudo 43 crianças voluntárias. A tarefa realizada foi uma habilidade gráfica, representada por um ideograma chinês. Os voluntários foram divididos em três grupos, que realizaram a tarefa de forma diferente na fase de transferência: grupo “Estrutura” (ST), em que os voluntários reproduziam um padrão de movimento diferente, em que a sequência dos traços do ideograma foi invertida, porém mantendo as suas dimensões inalteradas; grupo “Velocidade” (VL) que realizou o mesmo padrão de movimento, na mesma sequência tanto a forma e tamanho, porém, o mais rápido possível; e o grupo “Tamanho” (SI) realizou o mesmo padrão de movimento em termos de sequência, porém em um tamanho (dimensão) maior.

O experimento foi composto por três fases de aprendizagem: uma fase de estabilização que implicou um determinado número de tentativas para se estabilizar a função motora, seguidas por fases de transferência e retenção. Na fase de transferência, a tarefa gráfica foi modificada, na sua dimensão ou no sequenciamento dos traços do ideograma, conforme o delineamento experimental, para produzir diferentes exigências sobre reorganização da habilidade. Na fase de estabilização, os participantes realizaram 100 tentativas, na fase de transferência, realizada imediatamente após a fase de estabilização, foram realizadas 20 tentativas. Houve um intervalo de dez minutos entre

as fases de transferência e retenção. A fase de retenção consistiu em 20 tentativas semelhante a fase de estabilização. Foram utilizadas para medidas de macroestrutura o sequenciamento e o tempo relativo, e o tempo total como medida de microestrutura.

Os resultados mostraram que todos os grupos diminuíram a magnitude da variabilidade na macro e na microestrutura do programa de ação através da prática, ou seja, a partir do primeiro para o último bloco da fase de estabilização. Os resultados também apontaram que as alterações paramétricas na tarefa afetaram a microestrutura, mas não a consistência da macroestrutura. Ainda, uma perturbação na estrutura afetou tanto a macroestrutura quanto a microestrutura. Esses resultados indicam que com a prática é possível diminuir a variabilidade na macroestrutura, fazendo com que a mesma adquira consistência. No entanto, mudanças paramétricas como o tempo total em que a tarefa deve ser realizada e, dimensão da tarefa, relacionada a amplitude do movimento, são aspectos que causam perturbação somente na microestrutura permitindo que, com a prática essa variabilidade que permanece no comportamento possa ser fonte de flexibilidade diante perturbações.

Com os resultados descritos acima é possível continuar investigando a variabilidade na microestrutura de um programa de ação Organizado Hierarquicamente. Assim, a questão a ser investigada é se a variabilidade na microestrutura diminui e se mantém com a estabilização, indicando flexibilidade do sistema para adaptar?

3 MÉTODO

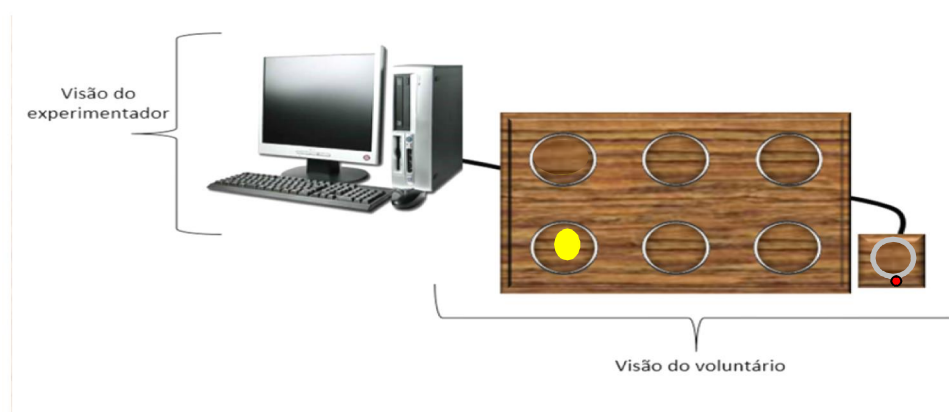
3.1 Amostra

Participaram do presente estudo 41 voluntários universitários de ambos os sexos, estudantes da Universidade Federal de Minas Gerais. Os sujeitos eram destros, com idade entre 18 a 30 anos ($M= 22,83$, $DP= 2,65$) e não tinham experiência na tarefa. O presente estudo teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, sob número 52532115.0.0000.5149.

3.2 Instrumentos e Tarefa

O instrumento utilizado foi o Controle de Tempo de Reação e Movimento (CTRM), que é composto por duas estruturas físicas. Uma delas é uma plataforma de madeira contendo seis recipientes disposta sobre uma mesa. A outra estrutura é uma central de controle ligada a um computador, que contém um recipiente e um diodo emissor de luz, que fornece um sinal visual indicando o início que a tarefa deve ser iniciada. Cada recipiente contém um mecanismo de fotocélulas ligado por um sensor ao microcomputador que registrará a retirada ou colocação de algum objeto nos recipientes. Também foi utilizado um software específico para armazenar os dados ao final de cada tentativa.

Figura 3- Condição experimental da tarefa na fase de estabilização



A tarefa constituiu em tocar com uma bola de tênis os seis recipientes em uma sequência livre, estabelecida pelo próprio aprendiz, com o objetivo de realizá-la o mais rápido possível. No primeiro momento do experimento, os voluntários deveriam iniciar o movimento a partir dos recipientes da fileira proximal do aparelho, com uma sequência livre o mais rápido possível. Na fase seguinte, a tarefa era alterada e os voluntários deveriam iniciar o movimento a partir da fileira distal do aparelho, com a mesma meta do primeiro momento.

Um software registrou as seguintes medidas: o tempo total de movimento (TT), que é o tempo atribuído à execução de cada tentativa, fornecido em milissegundos e o sequenciamento, que é a ordem sequencial utilizada em cada tentativa.

3.3 Delineamento

O experimento do presente estudo foi constituído por duas fases: estabilização e adaptação. Na fase de estabilização, os voluntários realizaram um número de 30 tentativas. Nesta fase, o objetivo era tocar os seis recipientes com uma bola de tênis, que inicialmente estava disposta na fileira proximal do instrumento, realizando a tarefa em uma sequência livre o mais rápido possível.

A fase de adaptação constituiu-se em um número de 10 tentativas, cujo objetivo foi tocar com uma bola de tênis, os seis recipientes, em uma sequência livre o mais rápido possível. Porém, nesta fase, a bola de tênis estava na fileira distal do instrumento a fim de proporcionar uma perturbação, modificando o sequenciamento da tarefa.

Para a investigação do objetivo e testagem da hipótese, dois grupos foram formados: Grupo Baixa Variabilidade na Microestrutura e Grupo Alta Variabilidade na Microestrutura. A definição dos grupos foi realizada após a coleta de dados, considerando o desempenho apresentado. Do total de indivíduos coletados, foram utilizados no presente experimento apenas os participantes que, ao final da fase de estabilização, apresentaram a macroestrutura consistente. Destes participantes, os grupos foram separados conforme a variabilidade na microestrutura. Para a definição dos participantes que apresentaram consistência na macroestrutura, utilizou-se a medida de sequenciamento. Para a separação dos grupos, foi utilizado o coeficiente de variação do tempo total de movimento (CV).

Para inferir sobre os sujeitos que foram mais consistentes ou mais variáveis na macroestrutura, a sequência dos alvos foi identificada recuperando-se a ordem sequencial utilizada em cada tentativa, e calculando-se o número de diferentes alvos em cada locação de ordem sequencial em cada bloco de tentativas. A soma desses números para todo o movimento indicou o nível de consistência no sequenciamento. No caso da tarefa utilizada no presente experimento, seis foi o número que indicou o sequenciamento mais consistente em um determinado bloco de tentativas. Portanto, esse número foi subtraído do valor final na análise. Deste cálculo, o resultado de valor igual à zero foi considerado uma macroestrutura consistente; os demais valores foram considerados uma macroestrutura variável.

De acordo com as premissas do modelo teórico, a microestrutura variável pode indicar flexibilidade desde que a macroestrutura esteja consistente, então a variabilidade na macroestrutura deve ser reduzida. Sendo assim, do total da amostra, apenas 26 participantes apresentaram macroestrutura consistente e somente este grupo foi utilizado no presente estudo. Para os 26 voluntários que apresentaram a macroestrutura consistente, foi identificado o seu Coeficiente de Variação (CV), de acordo com o tempo de movimento, para organizar em ordem crescente aqueles voluntários mais consistentes até aqueles mais variáveis. Assim, os grupos foram divididos em baixa variabilidade (BV), variabilidade intermediária (VI) e alta variabilidade (AV). Para fins de análise, o grupo de variabilidade intermediária foi eliminado.

Assim, os voluntários que tiveram a macroestrutura consistente foram divididos em dois grupos, com oito participantes em cada grupo, que apresentaram uma microestrutura mais variável e menos variável. Com isso, os grupos formados foram baixa variabilidade (BV) e alta variabilidade (AV).

3.4 Procedimentos

Os voluntários foram recebidos pela experimentadora individualmente e encaminhados para uma sala onde foi realizada a coleta de dados em um local específico da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Foi explicado ao voluntário o objetivo do estudo e então o Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE) foi lido e assinado. Após esse momento, o voluntário ficou em pé, posicionado de frente para o aparelho e recebeu informações sobre a tarefa. A seguir, a tarefa foi então explicada com a seguinte instrução verbal para a realização da

fase de estabilização: "você está diante de um aparelho que capta dados sobre o tempo e as sequências de movimento (CTRM). O objetivo da tarefa é tocar com uma bola tênis os seis recipientes em uma sequência livre o mais rápido possível. Para isso, você deve iniciar a sequência imediatamente após o acendimento da luz do diodo. A bola deverá passar por todos os recipientes, sem repeti-los e sem deixar de tocá-los. A tentativa finaliza após passar pelos seis recipientes".

Duas observações foram ainda destacadas:

a) Nesta primeira fase da coleta, você deve escolher um recipiente da fileira proximal do aparelho para iniciar a sequência. A sequência começa com a bolinha dentro do recipiente que você escolheu, após o acendimento do diodo, você pode ir para a direção que você quiser.

b) Durante as tentativas, você receberá novamente instruções da tarefa para lembrá-lo do objetivo da mesma e *feedback* para lhe informar quando algum recipiente deixou de ser tocado. A tentativa só é finalizada quando você passa por todos os recipientes.

Após o indivíduo executar as trinta tentativas da fase de estabilização, ele sentou-se em uma cadeira, a fim de esperar o armazenamento dos dados no *software* da fase de estabilização. Em seguida, o indivíduo foi convidado a se posicionar novamente de frente para o aparelho para realizar a fase de adaptação, recebendo a seguinte instrução verbal:

"Você vai executar a segunda fase do experimento. O objetivo da tarefa continua o mesmo, que é tocar os seis recipientes com uma bola de tênis em uma sequência livre o mais rápido possível, porém, você deve iniciar a sequência em um dos componentes da fileira distal do aparelho, não podendo começar em um componente da fileira proximal. Você deve iniciar a sequência imediatamente após o acendimento da luz do diodo. Passando por todos os recipientes, sem repeti-los e sem deixar de tocá-los. A tentativa se finaliza após tocar os seis recipientes".

Após o indivíduo ter completado as dez tentativas da fase de adaptação, ele sentou-se novamente, para a experimentadora armazenar os dados daquela fase.

3.5 Análise estatística

Os dados de todos os voluntários foram organizados pela média e o desvio padrão do tempo total de movimento. Para a formação dos grupos foi calculado o

coeficiente de variação (CV) do tempo de movimento e um Teste t de Student para amostras independentes foi realizado, para classificá-los de acordo com a variabilidade.

Para a fase de estabilização foi realizada uma ANOVA *one-way* (6 blocos) com medidas repetidas e um teste de Tukey para localizar as eventuais diferenças entre blocos para cada grupo. Para a fase de adaptação foi realizado ANOVA *two-way* (2 grupos x 2 blocos) com medidas repetidas no segundo fator para comparar os grupos de AV e BV. Após estas análises foi realizado uma ANOVA *two-way* (2 grupos x 2 blocos) com medidas repetidas no segundo fator e um Teste de Tukey para apontar as diferenças do último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da fase de adaptação. O valor de significância adotado foi $p \leq 0,05$. Os dados foram analisados no programa estatístico Statistica 7.0.

4 RESULTADOS

Para alcançar o objetivo do presente estudo os dados foram agrupados em blocos de cinco tentativas formando seis blocos na fase de estabilização e dois blocos na fase de adaptação. Foram analisadas a média e o desvio padrão do tempo total de movimento. Para a certificação de que os grupos BV e AV apresentaram níveis distintos de variabilidade, foi realizado um Teste t de Student para amostras independentes para os valores de CV encontrados. O resultado da análise detectou diferença significativa entre os grupos [$t(df=14) = -5,27, p=0,00011$], resultando então em dois grupos diferentes. O grupo de baixa variabilidade e o grupo de alta variabilidade.

Os dados são apresentados da seguinte forma: Análise do desempenho dos grupos na fase de estabilização e na fase de adaptação; Análise do desempenho da transição dos grupos do último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da fase de adaptação; Análise do desvio padrão dos grupos na fase de estabilização e na fase de adaptação, e análise do desvio padrão entre a transição dos grupos do último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da fase de adaptação.

Fase de Estabilização e Fase de adaptação: Desempenho

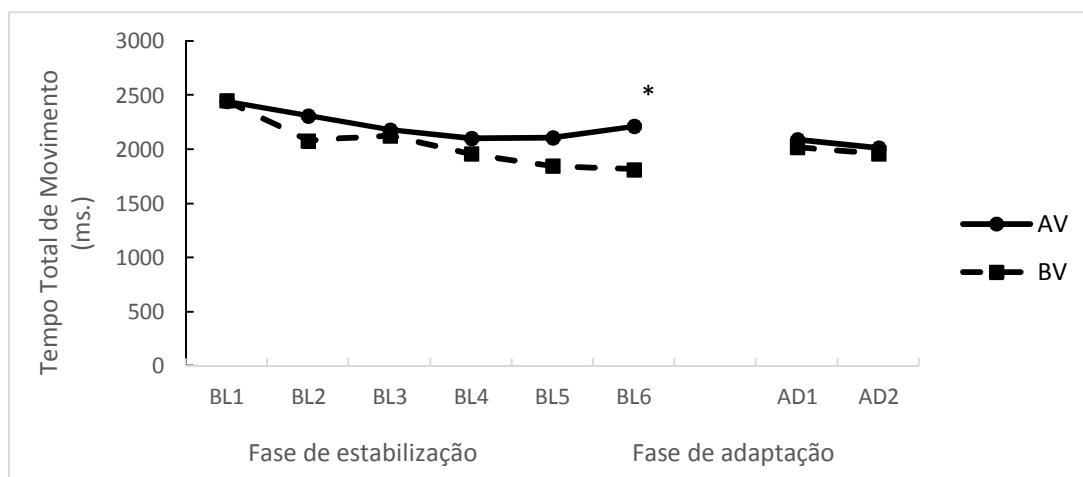
Para análise do desempenho na fase de estabilização foi realizada uma ANOVA *one-way* (6 blocos) com medidas repetidas para cada grupo. Foi observada diferença significativa [$F(5, 42) = 6,11, p < 0,001$] para o grupo Baixa Variabilidade (BV). O teste de Tukey indicou diferença significativa do primeiro bloco de tentativas para o quarto, quinto e sexto bloco de tentativas ($p < 0,01$) (Gráfico 1). Para o grupo de alta variabilidade (AV), a ANOVA não apresentou diferença significativa entre blocos [$F(5, 42) = 1,1, p = 0,375$] (GRÁFICO 1).

Para análise do desempenho na fase de adaptação foi realizado uma ANOVA *two-way* para comparar os grupos AV e BV. Os resultados não apresentaram diferença significativa entre grupos [$F(1, 14) = 0,60, p = 0,45$], entre blocos [$F(1, 14) = 3,42, p = 0,086$] ou interação significativa entre grupos e blocos [$F(1, 14) = 0,11, p = 0,75$] (gráfico 1).

Transição do último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da adaptação: Desempenho

Foi realizada uma ANOVA *two-way* para verificar se houve diferença no desempenho entre os grupos de AV e BV do último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da fase de adaptação. Os resultados apresentaram diferença significativa entre os grupos, apontando que o grupo de BV foi mais rápido comparado ao grupo de AV [F(1, 14)=7,66, p=0,015]. Os resultados apontaram interação significativa entre grupos e blocos [F(1, 14)=6,2, p=0,026]. O teste de Tukey para localizar as diferenças apontou que o último bloco do grupo BV apresentou um melhor desempenho comparado ao último bloco do grupo AV na fase de estabilização (p<0,01) (GRÁFICO 1). Não houve diferença significativa entre blocos [F(1, 14)=0,39, p=0,539].

Gráfico 1 – Gráfico de desempenho dos grupos nas fases de estabilização e adaptação.



Fase de Estabilização e Fase de adaptação: Desvio Padrão

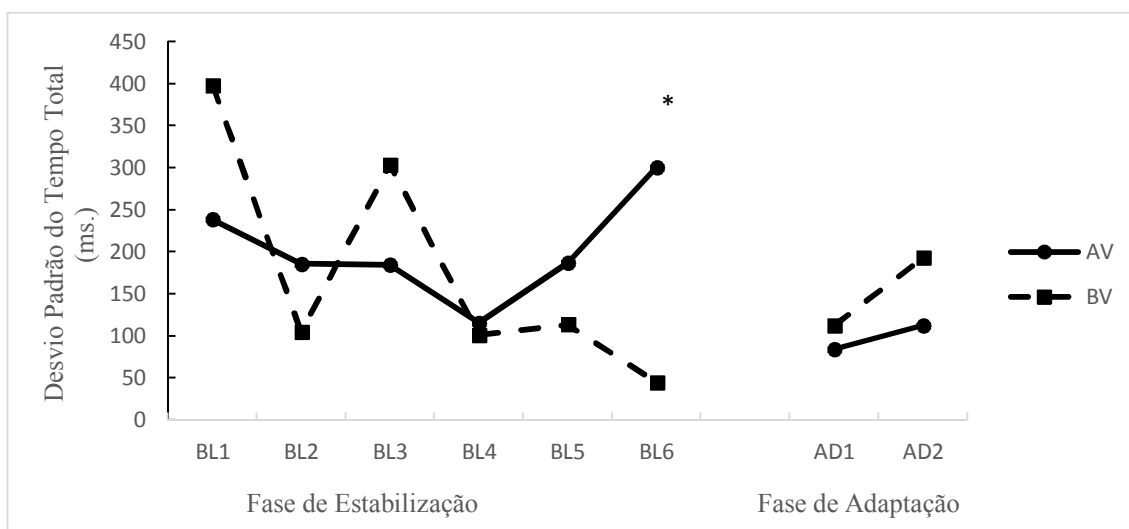
Para a análise do desvio padrão, na fase de estabilização foi realizada uma ANOVA *one-way* com medidas repetidas para cada grupo. Para o grupo de BV, a ANOVA apontou diferença significativa entre os blocos [F(5, 42)= 5,62, p<0,001]. Foi realizado o Teste de Turkey que indicou diferença significativa do primeiro bloco para o segundo, quarto, quinto e sexto bloco de tentativas (p<0,05), e o terceiro bloco que ainda apresentou diferença significativa para o sexto bloco de tentativas (p<0,05). No grupo Alta Variabilidade (AV), o resultado da ANOVA não apontou diferença significativa entre blocos [F(5, 42)= 2,01, p=0,097] (GRÁFICO 2).

Foi realizada uma ANOVA *two-way* para analisar o desvio padrão entre os grupos de AV e BV na fase de adaptação. O resultado não apontou diferença significativa entre grupos [$F(1, 14)=1,66, p=0,218$], entre blocos [$F(1, 14)=1,26, p=0,281$] ou interação significativa entre grupos e blocos [$F(1, 14)=0,29, p=0,596$] (GRÁFICO 2).

Transição do último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da adaptação: Desvio Padrão

Foi realizada uma ANOVA *two-way* para analisar o desvio padrão do tempo total dos grupos de AV e BV, entre o último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da fase de adaptação. Os resultados da ANOVA apontaram que houve diferença significativa entre os grupos ($F(1, 14)=22,91, p=0,0003$). O grupo AV foi mais variável que o grupo BV. Observou-se também interação significativa entre grupos e blocos [$F(1, 14)=16,67, p=0,0011$]. O Teste de Tukey indicou que o grupo de AV no último bloco da fase de estabilização teve um desvio padrão maior que o grupo BV no último bloco de tentativas da mesma fase. O teste de Tukey também indicou que o desvio padrão do último bloco de tentativas da fase de estabilização do grupo AV foi maior que o primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação do mesmo grupo. O grupo de BV manteve o mesmo desempenho nesta transição. Os resultados não indicaram diferença significativa entre blocos [$F(1, 14)=4,53, p=0,052$].

Gráfico 2 – Gráfico do desvio padrão dos grupos nas fases de estabilização e adaptação.



5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar a variabilidade na microestrutura no Processo Adaptativo em aprendizagem motora. Para isso, dois grupos, baixa variabilidade (BV) e alta variabilidade (AV) foram analisados na fase de estabilização e na fase de adaptação.

Conforme Tani, Bastos, Castro, Jesus, Sacay e Passos (1992), a variabilidade na aprendizagem motora pode ser abordada segundo dois aspectos: O primeiro está relacionado com as diversas variações de um mesmo padrão motor, onde a estrutura macroscópica é mantida com alterações nos detalhes microscópicos e no outro aspecto as estruturas macroscópicas também são alteradas. Neste estudo, ambos os grupos escolhidos apresentaram uma macroestrutura consistente, porém os grupos se diferenciaram quanto à microestrutura sendo uma mais consistente (grupo baixa variabilidade) e outra mais variável (grupo alta variabilidade). Diante dos resultados encontrados, somente o grupo de baixa variabilidade se estabilizou já que houve uma redução da variabilidade na microestrutura do programa de ação. Porém o grupo de alta variabilidade mesmo não tendo essa redução, não se mostrou pior que o grupo que alcançou a padronização espaço-temporal do movimento.

Desta forma, na fase de estabilização, analisando o desempenho dos grupos BV e AV, foi observado que os grupos apresentaram desempenhos diferentes. Enquanto o grupo BV apresentou diferença significativa entre os seus blocos de tentativas, com melhora do desempenho do primeiro bloco para o quarto, o quinto e o sexto bloco. O grupo AV não mostrou o mesmo comportamento, ou seja, não houve diferença entre os seus blocos de tentativas apresentando um desempenho semelhante deste o início da aprendizagem até o final da fase de estabilização. Estes resultados vão ao encontro com os de Benda (2001), em seu primeiro experimento os grupos apresentaram melhora do desempenho na fase de estabilização, pois houve diferença entre o primeiro e outros blocos de tentativas na primeira fase. O que confirma no presente estudo, que a diferença entre os blocos de tentativas no grupo de BV foi devido a uma melhora do desempenho dos indivíduos em virtude da prática, o que não acontece com o grupo de AV que manteve o mesmo nível de desempenho em todos os blocos. Estes resultados da fase de estabilização afirmam os achados de Benda; Corrêa; Oliveira e Tani (2000), os

resultados do seu estudo mostraram que à medida que ocorre a estabilização é visto um aumento da consistência do movimento.

Desta forma, pode-se afirmar que o grupo de BV através da prática, foi melhorando o desempenho, no qual o mesmo se tornou consistente, em consonância com as afirmações de Benda (2001) e Tani (2005), a variabilidade pode reduzir em virtude da prática, ou seja, a prática leva à padronização espaço-temporal do movimento.

De acordo com as análises realizadas para averiguar através dos blocos de tentativas, o desempenho dos grupos na fase de adaptação, os resultados mostraram que não houve no presente estudo diferença entre os blocos de tentativas de ambos os grupos. Ou seja, não houve uma melhora do desempenho dos indivíduos na fase de adaptação. Esses resultados vão ao contrário dos achados de Benda (2001), pois no experimento dois do seu estudo foi observado que os grupos apresentaram desempenhos diferentes entre os blocos de tentativas na fase de adaptação. O mesmo autor afirma a partir dos resultados que diante das alterações da tarefa, os grupos mostraram sensibilidade às mudanças apresentando desempenho inferior àquele atingido na fase de estabilização. No presente estudo os grupos se adaptaram não se mostrando sensíveis perante modificações na tarefa. Com isso, mesmo o grupo de BV tendo um desempenho superior na fase de estabilização comparado com o grupo de AV, ambos se adaptaram de forma semelhante na adaptação não apresentando diferença significativa entre os blocos de tentativas. Em outras palavras, a falta de consistência no grupo de AV não prejudicou o sistema a se adaptar.

Comparando o desempenho do último bloco da fase de estabilização com o primeiro bloco da adaptação, observou-se interação entre os grupos BV e AV. Os grupos apresentaram desempenhos diferentes no último bloco de tentativa da fase de estabilização. Assim, o grupo BV apresentou melhor desempenho no último bloco de tentativas da fase de estabilização, mostrando ser mais rápido no tempo total de movimento comparado com o grupo de AV que apresentou o mesmo nível de desempenho em todos os blocos. Desta forma, na fase de estabilização, o sexto bloco do grupo BV apresentou um desempenho superior ao grupo de AV. Contudo, não houve diferença significativa do último bloco dos grupos da fase de estabilização com a fase de adaptação.

De acordo com os resultados deste estudo, os grupos se adaptaram de forma semelhante às novas situações. Desta maneira, os achados do presente estudo não

corroboram com os encontrados por Corrêa *et al.* (2015) que mencionam que quando ocorrem alterações na tarefa, grupos que apresentaram uma maior variabilidade relacionada a medidas de microestrutura exigiu-se uma maior flexibilidade apresentando um melhor desempenho, pois no estudo em questão os grupos apresentaram desempenho similar na fase de adaptação. Assim, os resultados confirmam os encontrados por Benda *et al.* (2000) e Benda; Corrêa; Oliveira, Ugrinowitsch e Tani (2005), que também não encontraram diferenças na fase de adaptação. Os autores do estudo citam que o desempenho entre os grupos nesta fase pode ter sido semelhante devido, à simplicidade da tarefa utilizada, pela tarefa não apresentar maiores dificuldades.

Com isso, a variabilidade na microestrutura se mostra com um papel importante para adaptação. Sendo que os dois grupos conseguiram se adaptar a perturbação na fase de adaptação. Os resultados encontrados vão de acordo com os resultados achados por Benda *et al.* (2000) que a variabilidade não é prejudicial à aprendizagem, pois frente a uma nova tarefa, o grupo AV teve o mesmo desempenho do grupo do grupo BV, mesmo o grupo BV tendo um desempenho superior na fase de estabilização.

Os resultados do desvio padrão na fase de estabilização apontaram diferença significativa entre os blocos no grupo BV, porém no grupo de AV não se observou este comportamento. Em outras palavras, o grupo de BV, alcançou a consistência do movimento através da redução da variabilidade. De acordo com os resultados de Benda (2001), essa alta variabilidade inicial corresponde à inconsistência. Em seu estudo houve uma diminuição da variabilidade entre o primeiro e todos os outros blocos de tentativas e no estudo em questão pode se averiguar esse comportamento. Ao contrário do grupo de AV, que desde o primeiro bloco de tentativas até o último bloco, não apresentou diminuição da variabilidade. Esses resultados evidenciam os encontrados por Corrêa *et al.* (2015) que indicam que com a prática é possível diminuir a variabilidade e fazer com que o movimento adquira consistência. O grupo AV não diminuiu a variabilidade, o que indica que os sujeitos foram mais variáveis durante toda a fase de estabilização.

Os resultados do desvio padrão da fase de adaptação, sem diferença significativa entre grupos, blocos ou interação estão de acordo com os resultados de Benda (2001), em seus experimentos foi observado que a variabilidade mais alta na microestrutura não interfere na adaptação às novas condições. Assim, a variabilidade mais alta no tempo total de movimento não implicou em um pior desempenho, ou seja, a variabilidade não

foi prejudicial para a adaptação a novas situações. Quanto à transição da fase de estabilização para a fase de adaptação, observou-se interação entre grupos e blocos, em que na fase de estabilização o grupo AV apresentou maior variabilidade que o grupo BV no último bloco de tentativas desta fase. Os resultados ainda apontaram que a variabilidade do último bloco da fase de estabilização do grupo AV foi maior que no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação. Esta redução da variabilidade na fase de adaptação também reflete a competência do grupo BV frente às novas condições.

Com isso, de acordo com os resultados deste trabalho pode se afirmar como nos achados de Benda *et al.* (2005), que a variabilidade mais baixa ou mais alta não interfere no desempenho dos grupos na fase de adaptação. Desta forma, os resultados do presente estudo confirmam as premissas do modelo teórico do Processo Adaptativo.

Uma limitação encontrada no presente estudo é que a tarefa não apresentou maiores dificuldades e os indivíduos do grupo BV alcançaram a estabilização, enquanto os do grupo AV não estabilizaram justamente devido à variabilidade apresentada. Estas limitações corroboram com o estudo de Benda *et al.* (2005), em que os autores justificam que o desempenho entre os grupos na fase de adaptação pode ter sido semelhante, como ocorreu no presente estudo, devido à simplicidade da tarefa utilizada em que não apresentou também maiores dificuldades. Assim, sugere-se em próximos estudos que tarefas mais exigente possam ser utilizadas.

Assim, pode se afirmar de acordo com o estudo de Benda *et al.* (2000), que a variabilidade após a estabilização não é prejudicial, considerando este resultado de que o grupo AV se adaptou da mesma forma que o grupo BV. Os resultados deste estudo caminham também de acordo com o estudo de Benda *et al.* (2005), que a alta variabilidade após a estabilização pode ter natureza construtiva e de acordo com os autores, uma variabilidade mais baixa ou mais alta não interfere no desempenho dos grupos na adaptação. Assim, a alta variabilidade após a estabilização pode ser positiva para o desempenho de uma nova tarefa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a alta variabilidade na microestrutura não é prejudicial, ou seja, ela não precisa ser reduzida para que ocorra adaptação. Tal resultado confirma parcialmente a hipótese do presente estudo, de que a variabilidade mais alta pode indicar flexibilidade na adaptação confirmando as premissas do modelo teórico do Processo Adaptativo. Porém novos estudos devem ser realizados com outras tarefas, como exemplo, a tarefa de *timing* antecipatório para tarefas complexas utilizada no estudo de Benda (2001), visto as limitações encontradas no estudo em questão. Ainda, é preciso novas investigações para verificar se os grupos de alta variabilidade têm melhores desempenhos na fase de adaptação que o grupo de baixa variabilidade, pois no presente estudo ambos tiveram comportamentos semelhantes.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, N. F. A. **Processo adaptativo em aprendizagem motora: um estudo centrado nas diferenças individuais do desempenho na fase de estabilização e adaptação.** Dissertação (Mestrado)- apresentada à escola de Educação Física e Esportes da USP, 2014.

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

_____. *et al.* Variabilidade e processo adaptativo na aprendizagem de uma tarefa de controle de força manual. In: BARREIROS, J.; MELO, F.; SARDINHA, E. B. **Percepção e ação III.** Lisboa: Edições FMH, 2000. p.166-82.

_____; TANI, G.; Variabilidade e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras. In: G. TANI. (Ed.). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 129-140, 2005.

CORRÊA, U. C. *et al.* A prática constante-aleatória e o processo adaptativo de aprendizagem motora: efeitos da quantidade de prática constante. **Revista brasileira de Educação Física e Esporte, São Paulo**, v.21, n.4, p.301-14, out./dez. 2007.

_____. *et al.* Different faces of variability in the adaptive process of motor skill learning. **Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences**, v. 19, n.4, p.465-487, 2015.

MEIRA-JUNIOR, C. M. **Conhecimento de resultados no Processo Adaptativo em aprendizagem motora.** Tese (Doutorado) apresentada á escola de Educação Física e USP, 2005.

TANI, G. **Hierarchical organization of an action programme in the acquisition of a graphic skill.** Final Report - Post-Doctoral Departament of Psychology, University of Sheffield, Sheffield, 1995.

_____. Variabilidade e programação motora. In: AMADIO, A. C; BARBANTI, V.J. **A Biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares.** São Paulo: Estação Liberdade, p.245-60, 2000.

_____. Processo adaptativo em aprendizagem motora: O papel da variabilidade. **Revista brasileira de Educação Física e Esporte, São Paulo**, supl, 3. 55-61, 2000 CDD. 20. Ed. 152.334

TANI, G.; **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

_____ *et al.* An adaptive process model of motor learning: Insights for the teaching of motor skills. **Nonlinear Dynamics, Psychology and Life Sciences**, v. 18, p. 47-65, 2014.

UGRINOWITSCH, H. **Efeito do nível de estabilização do desempenho e do tipo de perturbação no processo adaptativo em aprendizagem motora**. 2003. 365 f. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

UGRINOWITSCH, H.; BENDA, R. N. Contribuições da Aprendizagem Motora: a prática na intervenção em Educação Física. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, v.25, p.25-35, dez. 2011.

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 52532115.0.0000.5149

Interessado(a): Prof. Rodolfo Novellino Benda
Depto. Educação Física
EEFFTO - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 16 de maio de 2016, o projeto de pesquisa intitulado “**Variabilidade e o processo adaptativo em aprendizagem motora**”, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto através da Plataforma Brasil.

Profa. Dra. Telma Campos Medeiros Lorentz
Coordenadora do COEP-UFMG