

Arthur Moreira Ferreira

**O EFEITO DA INCERTEZA SOBRE MICROESTRUTURA NO DESEMPENHO DE UMA
HABILIDADE NO PROCESSO ADAPTATIVO**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2017

Arthur Moreira Ferreira

**O EFEITO DA INCERTEZA SOBRE MICROESTRUTURA NO DESEMPENHO DE UMA
HABILIDADE NO PROCESSO ADAPTATIVO**

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 requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Herbert Ugrinowitsch

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2017

Para àqueles que apostaram, apostam e apostarão no Processo Adaptativo, continuemos o jogo.

Um agradecimento em três partes.

A parte mais óbvia é a gratidão àqueles cujos esforços construíram este trabalho. Se certos não tivessem se mobilizado (em especial uma amiga: Professora Gleide), se outros não tivessem se disponibilizado (sobretudo os alunos do Laboratório de Biologia Celular do ICB e todos os voluntários) e outros ainda não tivessem zelado (minha Mãe, a May e meus irmãos de laboratório: Cíntia, Madson, Giovanna e Matheus sempre preocupados com o andamento, meu Senpai me cobrando e incentivando), e ainda as contribuições do Professor Guilherme M. Lage e da Professora Natália F. A. Ambrósio não tivessem acontecido, seguramente este trabalho não teria sido concluído.

Obrigado.

Aos que influenciaram nas minhas - a meu ver, principais escolhas: do modelo (Maria Flávia, Lívia, Natália, Crislaine, Suziane, Carlos), da área (Professor Herbert pelo direcionamento, e à família GEDAM pelo acolhimento), do curso (os espelhos: Ivo, Rose, Manoel, Henrique, Tiago Sensei, Picinin, Gustavo e Ricardo), do esporte (os meus irmãos que me seguraram no começo da prática: Felipe e Victor, e os que garimpei depois: Bruno, Gustavo, Thiago e Rafael), e do sonho (Maria Tereza, Joubert e Ana Clara por não me deixarem hesitar e toda a minha família que sempre foram um porto, seguro). Principalmente a esses pertence a segunda parte.

Obrigado.

A terceira é fácil de notar. Se você prestar atenção em minhas ações por tempo suficiente, começará a percebê-la no dia a dia... À Trindade, o terceiro agradecimento. É adequado que assim seja, pois essa é a maior gratidão das três, e a que compreende todas as outras dentro de si.

Obrigado!

*Isto é o que acontece quando se dá um passo:
Sua primeira perna **sai** de baixo de você.[õ]
Seu peso é projetado para frente,[õ]
você está **desequilibrado**,
incapaz de repousar
ou de retroceder [õ]
Sua primeira perna **atinge** o chão, [õ]
encontrando **equilíbrio**
nesse **novo lugar**. [õ]*

*Isto é o que acontece quando se dá um passo:
você se aproxima daquilo que quer.+*

Genevieve Valentine

RESUMO

O Processo Adaptativo é um modelo teórico que tem a concepção da aprendizagem motora como um processo contínuo, que passa por ciclos contínuos de instabilidade-estabilidade-instabilidade. Quando o comportamento se torna estável a partir da contínua importação de informação, infere-se formação do Programa de Ação Hierarquicamente Organizado, que possui dois níveis: macro e microestrutura. A microestrutura está ligada à incerteza, podendo proporcionar flexibilidade ao sistema. Uma forma de manipular os níveis de a incerteza é via fornecimento de *feedback*, sendo a frequência reduzida de Conhecimento de Resultados (CR) a opção escolhida no estudo. Este estudo investigou o efeito da incerteza da microestrutura no desempenho da micro e macroestrutura no processo adaptativo frente uma perturbação de pequena magnitude. Os 26 voluntários inexperientes na tarefa que participaram do estudo foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos: G100 e G133. O primeiro grupo recebeu 100% de CR sobre o tempo total de movimento (microestrutura) durante toda a fase de estabilização e o segundo 33%. A tarefa proposta foi o toque sequencial de teclas, na qual os indivíduos deveriam digitar a sequência 2-8-6-4 em um teclado numérico a fim de alcançar duas metas: 1) tempo total de movimento de 900ms; e 2) tempo relativo entre as teclas de: 22% (2-8), 44% (8-6) e 33% (6-4). O experimento foi composto em duas fases: estabilização do desempenho, com 120 tentativas; adaptação, 20 tentativas com mudança na meta do tempo total, passando a ser, de 1300ms. Analisaram-se as medidas de Erro Absoluto, de Erro Relativo e suas variabilidades. Os resultados mostraram que a macroestrutura do grupo com menor incerteza sofreu mais com a perturbação imposta, e que a incerteza na microestrutura diminuiu sua variabilidade. Concluí-se que o excesso de informação parece formar uma estrutura rígida e pouco adaptativa.

Palavras-chave: Processo Adaptativo em Aprendizagem Motora. Microestrutura. Incerteza.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Desempenho do tempo relativo.....	14
Gráfico 2 - Variabilidade do tempo relativo.....	15
Gráfico 3 - Desempenho do tempo total.....	16
Gráfico 4 - Variabilidade do tempo total	17
Figura 1 - Metas da tarefa de toques sequenciais.....	12

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Objetivo Geral	10
1.2 Objetivos Específicos	10
1.3 Hipóteses	10
2 MÉTODO	11
2.1 Cuidados éticos.....	11
2.2 Amostra.....	11
2.3 Instrumento e Tarefa.....	11
2.4 Delineamento e Procedimentos	11
2.5 Variáveis Dependentes	12
2.6 Análise Estatística.....	13
3 RESULTADOS	14
3.1 Da Macroestrutura.....	14
3.1.1 Desempenho do tempo relativo	14
3.1.2 Variabilidade do tempo relativo.....	14
3.2 Da Microestrutura.....	15
3.2.1 Desempenho do tempo total	15
3.2.2 Variabilidade do tempo total.....	16
4 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

O ser humano vive em interação com um meio que apresenta constantes alterações, o que exige do primeiro uma capacidade de se ajustar às alterações para manter a estabilidade das suas ações no ambiente, o que caracteriza o ser humano como um sistema aberto. Neste processo, o ser humano está em constante troca de informação com o meio (TANI *et al.*, 2014), que o afasta do equilíbrio, caracterizando a procura por certo grau de instabilidade (TANI, 2008a), ou seja, o ser humano está em um processo dinâmico de mudanças. A aprendizagem motora pode ser vista da mesma forma, como um fenômeno dinâmico em que estados de instabilidade e estabilidade são alternados, em contínua evolução das competências (MANOEL e CONNOLLY, 1995), e um modelo teórico que a explica dessa forma é o Processo Adaptativo (TANI, 2008a). Este modelo descreve a aprendizagem como passagens por estes ciclos de instabilidade e estabilidade, sendo que no início o desempenho é instável e com elevados erros. Com prática, o desempenho passa a apresentar uma padronização espaço-temporal da habilidade, resultando em gradual aumento da estabilidade e diminuição dos erros (BENDA; TANI, 2008; TANI, 2008b; UGRINOWITSCH; TANI, 2008), e esta fase recebe o nome de Estabilização. Contudo, devido à constante troca de informação com o ambiente, novas informações são incorporadas, o que aumenta novamente a instabilidade e os erros (TANI *et al.*, 2014). Neste momento, é necessário se adaptar às novas informações, o que exige mudanças na habilidade previamente aprendida, caracterizando a fase de Adaptação (TANI, 2008a).

A adaptação pode ser estrutural ou paramétrica (TANI, 2008b; UGRINOWITSCH; TANI, 2008). A adaptação estrutural ocorre quando a perturbação é de grande magnitude e ultrapassa a competência atual. Neste caso, a adaptação requer um novo padrão de interação dos componentes. A adaptação paramétrica ocorre quando a perturbação é pequena e está dentro da competência atual. Neste caso, a adaptação requer somente ajustes paramétricos dos componentes, e o padrão é mantido (TANI, 2008b; UGRINOWITSCH; TANI, 2008).

Estas duas formas de adaptação acontecem em níveis distintos da estrutura de controle da habilidade, que é o Programa de Ação Hierarquicamente Organizado

(PAHO) (TANI, 2008b). Segundo Tani (2008b), o PAHO se configura como uma estrutura (representação central) que contém a sequência das ações motoras, organizada em dois níveis: macroscópico e microscópico. O nível macroscópico (macroestrutura) se relaciona com a ordem, a certeza e aos aspectos invariantes da habilidade como tempo relativo ou sequenciamento (MANOEL; CONNOLLY, 1995), sendo o responsável pela consistência no padrão de execução da habilidade. O nível microscópico (microestrutura) se relaciona à desordem e incerteza e aos aspectos variantes da habilidade (ex.: tempo total, força total), sendo a responsável pela flexibilidade na execução da habilidade. Assim, a adaptação estrutural requer mudanças na macroestrutura e a paramétrica na microestrutura (TANI, 2008b).

Como o PAHO é formado durante a fase de estabilização, as características desta fase parecem influenciar a sua capacidade de adaptação (CORRÊA; UGRINOWITSCH; BENDA; TANI, 2010; MEIRA JUNIOR; GOMES, 2016). Uma das formas da estrutura poder ser flexível parece estar relacionada à diminuição da quantidade de informação, o que garante um certo nível de incerteza que parece auxiliar na adaptação (UGRINOWITSCH *et al.*, 2003; TANI *et al.*, 2014; MEIRA JUNIOR; GOMES, 2016). Ao contrário, níveis altos de certeza resultantes de quantidades altas de informação podem dificultar a adaptação, pois restringem as possibilidades de interações e configurações dos componentes e tornam a estrutura do PAHO rígida (TANI, 2008b).

Uma forma de influenciar os níveis de incerteza do sistema, definido como um estado de indeterminação (DORON; PAROT, 2001) é manipular a quantidade de *feedback*. O *feedback*, informação de retorno sobre a habilidade executada, pode ser externamente controlado em relação à quantidade de informação. Uma forma de gerir a quantidade de informação externamente fornecida é controlando a frequência relativa de Conhecimento de Resultados (CR), que é a quantidade de vezes que o CR é fornecido em relação ao total de tentativas.

Alguns estudos manipularam a frequência relativa de CR à luz do Processo Adaptativo (MEIRA JUNIOR; MAIA; TANI, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2006; TANI; MEIRA JUNIOR; GOMES, 2005; UGRINOWITSCH *et al.*, 2003), testando a relação de incerteza durante a aprendizagem e a adaptação. De forma geral, os estudos

apontam que frequências intermediárias mantém uma quantidade de incerteza, observada na variabilidade durante o processo de estabilização, que auxilia o desempenho na adaptação, mas com medidas somente de desempenho. Ainda não foram encontrados estudos que investigaram os efeitos da incerteza na formação e adaptação dos dois níveis do PAHO. O objetivo do estudo foi entender se o nível de incerteza acerca de um dos níveis do PAHO . microestrutura . influencia a adaptação.

1.1 Objetivo Geral

Verificar o efeito da incerteza na microestrutura causada pela redução da frequência relativa de CR no processo adaptativo.

1.2 Objetivos Específicos

- Verificar o efeito da incerteza na microestrutura na precisão da micro e macroestrutura no processo adaptativo.
- Verificar o efeito da incerteza acerca da microestrutura na variabilidade da micro e macroestrutura no processo adaptativo.

1.3 Hipóteses

H₁: Maior incerteza na microestrutura não aumentará a precisão da macroestrutura na adaptação quando comparada à prática com menor incerteza.

H₂: Maior incerteza na microestrutura não aumentará a variabilidade da macroestrutura na adaptação quando comparada à prática com menor incerteza.

H₃: Maior incerteza na microestrutura aumentará sua precisão na adaptação quando comparada à prática com menor incerteza.

H₄: Maior incerteza na microestrutura diminuirá sua variabilidade na adaptação quando comparada à prática com menor incerteza.

2 MÉTODO

2.1 Cuidados éticos

O experimento foi realizado em uma sala reservada para a coleta de dados, no departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. Todos os dados foram mantidos em sigilo bem como a identidade dos voluntários, as quais só foram utilizadas para fins de pesquisa. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob o CAAE: 68997217.4.0000.5149.

2.2 Amostra

Participaram do estudo 26 voluntários universitários, autodeclarados destros, de ambos os sexos (12 homens e 14 mulheres), com idade média de $26 \pm 3,05$ anos, inexperientes na tarefa proposta. O tamanho da amostra seguiu a proposta do trabalho de Januário *et al.* (2016).

2.3 Instrumento e Tarefa

Para realização da coleta de dados, foram utilizados um teclado numérico e um computador, com um programa construído na plataforma Labview, para coleta e armazenamento dos dados. A tarefa requeria que o participante pressionasse as teclas do teclado numérico na seguinte sequência: 2-8-6-4 em 900 ms, sendo que 22,2% deste tempo deveria ser gasto entre os toques 2-8, 44,4% entre os toques 8-6 e 33,3% entre 6-4. O tempo relativo dos componentes (tempo gasto entre o toque de uma tecla e outra, dividido pelo tempo total) indica a macroestrutura, e o tempo total da tarefa indica a microestrutura. Os instrumentos e tarefas foram semelhantes ao de Januário *et al.* (2016).

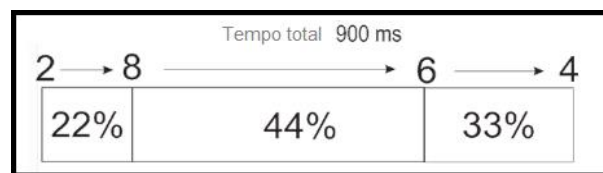
2.4 Delineamento e Procedimentos

Os voluntários foram alocados aleatoriamente em dois grupos, em relação à frequência de CR. O GI100 (n=13) recebeu CR referente à microestrutura da habilidade em todas as tentativas; o grupo GI33 (n=13) recebeu CR em uma a cada

três tentativas (33%). Não houve fornecimento de conhecimento de resultados sobre a macroestrutura durante a prática. Os voluntários tiveram que alcançar duas metas de mesma importância: executar a tarefa no tempo total estipulado, distribuído nas porcentagens de cada tecla conforme citado anteriormente.

Antes da fase de estabilização, em uma sala preparada para a coleta de dados, os voluntários preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE . Anexo I). Em seguida, os sujeitos foram posicionados na cadeira em frente a uma mesa, com teclado em frente ao seu braço direito e o monitor à sua frente. Neste momento receberam todas as instruções sobre a tarefa. Quando não havia mais dúvidas, realizaram duas tentativas de familiarização com CR sobre as duas metas. A Figura 1 ficou disposta ao lado do microcomputador, ao longo de todo o experimento, a fim de que os voluntários não se esquecessem das metas.

Figura 1 - Metas da tarefa de toques sequenciais. Figura adaptada de Torres (2017).



Na fase de estabilização, os participantes realizaram 120 tentativas, com 5 segundos de intervalo intertentativas e a frequência do CR foi fornecida de acordo com o grupo. Cinco minutos após o término da fase de estabilização teve início a fase de adaptação, na qual foi inserida a perturbação, operacionalizada com mudança na microestrutura, com o novo tempo alvo de 1300ms. Nesta fase, os participantes realizaram 20 tentativas sem informação alguma sobre seu desempenho.

2.5 Variáveis Dependentes

As medidas de desempenho utilizadas foram: erro absoluto (EA), erro relativo total (ERT); e relacionadas à variabilidade do erro: desvio padrão do erro absoluto (DPEA) e desvio padrão do erro relativo total (DPER).

EA . Diferença absoluta (em módulo) entre o tempo esperado (meta) e o tempo

registrado pelo computador (realizado). Esta medida reflete a precisão da microestrutura da habilidade.

ERT . É o somatório das diferenças entre a porcentagem do tempo total estipulada para cada componente e a porcentagem registrada pelo computador (realizada). Esta medida reflete a precisão o desempenho da macroestrutura da habilidade.

DPEA . Desvio padrão do erro absoluto. Esta medida caracteriza a consistência da microestrutura da habilidade.

DPER . É o somatório dos Desvios Padrão do erro relativo de cada componente da habilidade. Esta medida caracteriza a consistência da macroestrutura da habilidade.

2.6 Análise Estatística

Os dados foram organizados em blocos de 10 tentativas em ambas as fases do estudo, sendo analisados o primeiro e o último bloco da fase de estabilização e os dois blocos da adaptação. Este procedimento foi adotado com base no referencial teórico, que analisa as modificações ocorridas de uma fase para a outra.

Para avaliar os possíveis efeitos da variável independente manipulada sobre as variáveis dependentes, foi utilizado o teste ANOVA *two-way* (2 Grupos x 4 Blocos) com medidas repetidas no segundo fator. Para determinar as eventuais diferenças, foi verificado o coeficiente de variação dos dados e então aplicado o *post hoc* Tukey HSD. Os procedimentos estatísticos foram feitos no software Statistica Versão 10. O alfa adotado foi de 0,05.

3 RESULTADOS

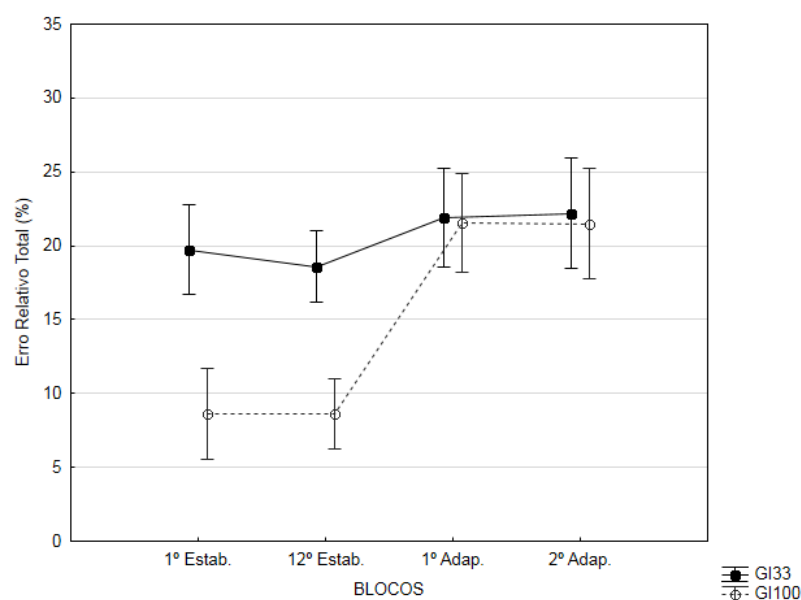
Os resultados encontrados serão apresentados em duas seções separadas pelos dois níveis de organização da estrutura. Foram comparados o primeiro e último bloco da fase de estabilização além dos dois blocos da adaptação.

3.1 Da Macroestrutura

3.1.1 Desempenho do tempo relativo

A prática total foi suficiente para diferenciar a precisão no tempo relativo [$F(3,72) = 31,39$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,56$], e o teste *post hoc* identificou que a precisão no último bloco da estabilização foi maior que a dos blocos da adaptação ($p < 0,01$). Os grupos mostraram comportamento distinto, [$F(1,24) = 11,28$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,31$], o GI100 foi mais preciso que o GI33 ($p < 0,01$). Também foi detectada interação entre os grupos e a prática [$F(3,72) = 12,71$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,34$]. O *post hoc* identificou que GI100 foi mais preciso que o GI33 nos dois blocos da estabilização ($p < 0,01$). Ainda foi identificado o GI100 diminuiu a precisão do final da fase de estabilização para os dois blocos da fase de adaptação ($p < 0,01$). O GI33 manteve o mesmo desempenho durante todo o experimento ($p > 0,05$).

Gráfico 1 - Desempenho do tempo relativo

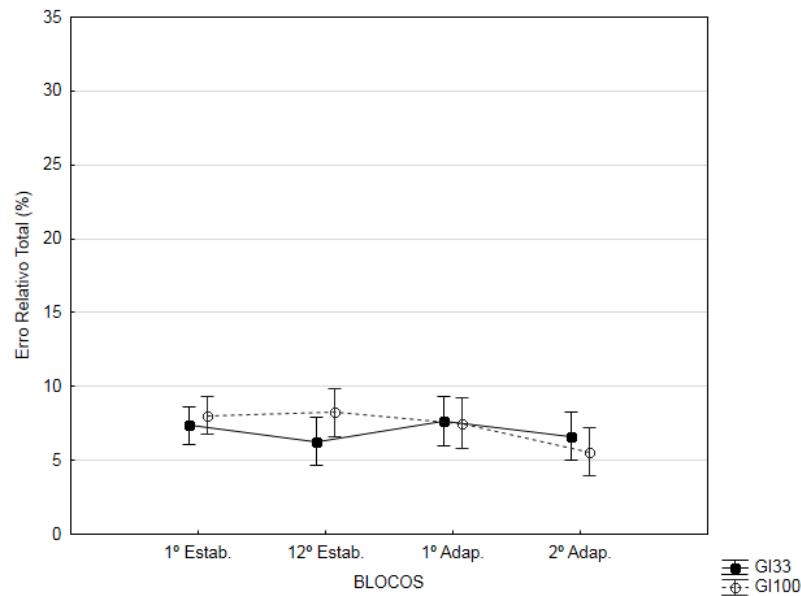


3.1.2 Variabilidade do tempo relativo

O teste utilizado mostrou que os grupos apresentaram variabilidade semelhante

[$F(1,24) = 0,24$, $p = 0,62$, $\eta^2 = 0,01$], e que não se modificou ao longo da prática [$F(3,72) = 2,60$, $p = 0,06$, $\eta^2 = 0,09$]. Também não houve interação entre grupos e prática [$F(3,72) = 1,99$, $p = 0,12$, $\eta^2 = 0,07$].

Gráfico 2 - Variabilidade do tempo relativo

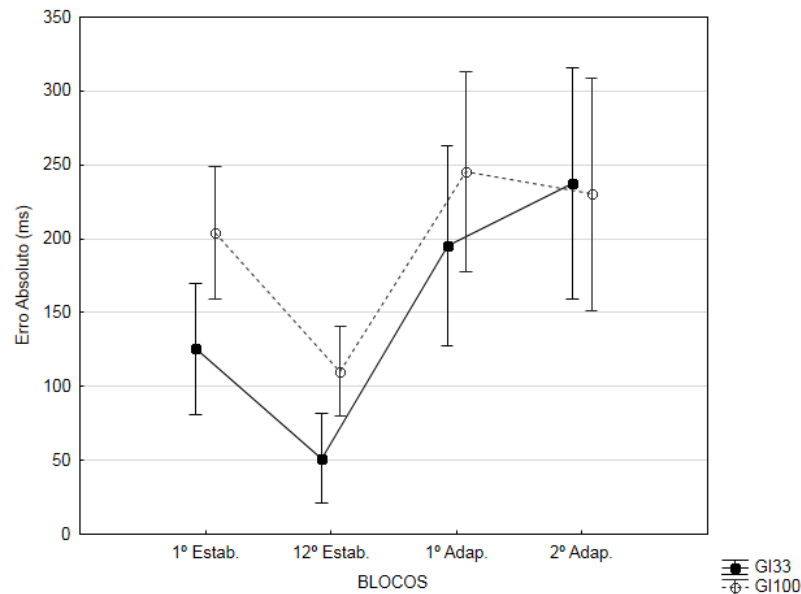


3.2 Da Microestrutura

3.2.1 Desempenho do tempo total

O teste utilizado mostrou que durante a prática, os grupos apresentaram resultado semelhante [$F(1,24) = 3,24$, $p = 0,08$, $\eta^2 = 0,11$]. Além disso, não houve interação entre os grupos e a prática [$F(3,72) = 1,03$, $p = 0,38$, $\eta^2 = 0,04$].

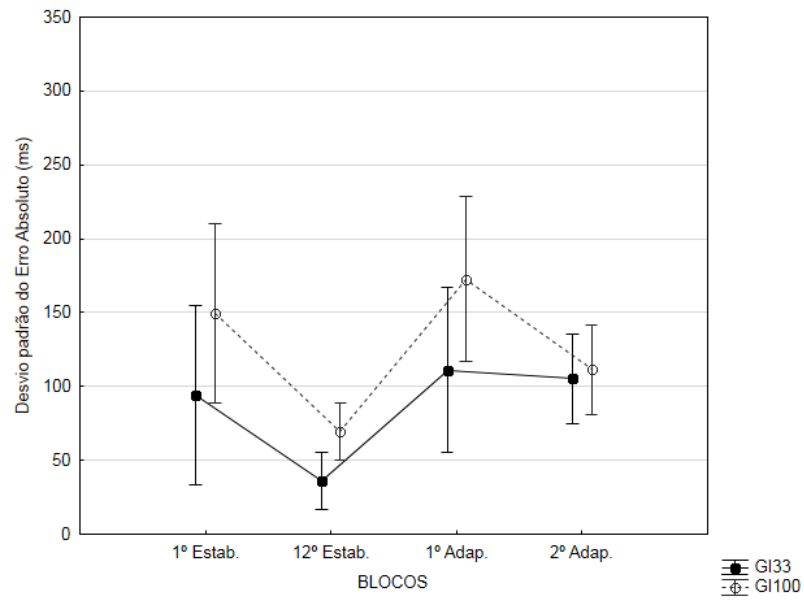
Gráfico 3 - Desempenho do tempo total



Contudo, os grupos diminuíram o erro ao longo da prática [$F(3,72) = 14,79$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,38$], e o *post hoc* identificou que a precisão do tempo total modificou ao longo do experimento, sendo que aumentou do início para ao final da estabilização ($p < 0,01$), mas retornou nos dois blocos da adaptação ($p < 0,01$).

3.2.2 Variabilidade do tempo total

O teste utilizado não encontrou interação entre grupos e a prática [$F(3,72) = 0,69$, $p = 0,55$, $\eta^2 = 0,02$]. Contudo, os grupos se mostraram diferentes [$F(1,24) = 5,60$, $p = 0,02$, $\eta^2 = 0,18$], e o *post hoc* identificou que o GI33 foi mais consistente que o GI100 ($p < 0,03$). Além disso, houve mudança na variabilidade ao longo da prática [$F(3,72) = 6,44$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,21$], e o *post hoc* identificou que a variabilidade diminuiu do início para o final da fase de estabilização ($p < 0,01$), aumentou no primeiro bloco da fase de adaptação ($p = 0,01$), e no segundo bloco retornou ao nível do final da fase de estabilização ($p > 0,05$).

Gráfico 4 - Variabilidade do tempo total

4 DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo investigar o efeito da incerteza na microestrutura causada pela frequência reduzida de CR no processo adaptativo, observado na macro e microestrutura. No geral, os resultados mostraram que a maior quantidade de incerteza melhora a consistência da microestrutura. As hipóteses serão discutidas a seguir.

A primeira hipótese testou se a incerteza na microestrutura não aumentaria a precisão da macroestrutura na adaptação quando comparada à prática com menor incerteza. A maior incerteza na microestrutura durante a fase de estabilização pode ter dirigido a atenção do GI33 a este aspecto da tarefa, o que diminuiu a precisão na macroestrutura. Por outro lado, a certeza do GI100 sobre a microestrutura pode ter liberado a atenção a outros aspectos da tarefa, como a relação dos componentes. Consequentemente, a macroestrutura deste grupo teve maior precisão nesta fase. Contudo, apesar do GI33 ter menor precisão na macroestrutura durante a fase de estabilização, ela não se modificou na adaptação, e o GI100, apesar de ter maior precisão na primeira fase, na adaptação a sua precisão diminuiu e se tornou similar à do GI33. Estes resultados indicam que não ter incerteza durante a aprendizagem não garantem boa adaptação. A adaptação à mudança paramétrica requerida neste estudo, através de mudança na macroestrutura, já foi encontrada em estudos anteriores (CORREA *et al.*, 2010; UGRINOWITSCH *et al.*, 2014), o que fornece subsídios sobre a organização do PAHO em dois níveis que interagem (MANOEL; CONNOLLY, 1995; TANI, 2008b; CORREA *et al.*, 2015). Ainda, a incerteza na microestrutura não influenciou a precisão da macroestrutura na adaptação, e a explicação pode estar na estrutura do PAHO, que tem dois níveis de organização. A estrutura macroscópica é direcionada à ordem, é selecionada de acordo com a meta da tarefa e restringe as possibilidades de interações da microestrutura (TANI, 2016). Assim, a precisão da macroestrutura poderia aumentar por uma nova organização temporal a ser executada ou por uma nova interação da microestrutura. A menor incerteza na microestrutura (GI100) pode ter restringido a liberdade de interação dos componentes, e a interação formada durante a primeira fase não era suficiente para adaptar. Assim, foi necessária mudança na macroestrutura. Já a manipulação da incerteza na microestrutura (GI33) pode ter proporcionado liberdade de interações

suficientes dos componentes durante a primeira fase, que contemplaram a interação necessária para adaptar, mesmo sem diferença entre os grupos. Esta hipótese foi confirmada.

A segunda hipótese testou se a incerteza na microestrutura não aumentaria a variabilidade da macroestrutura. A incerteza manipulada na microestrutura não causou alteração na variabilidade durante todo o experimento. Este resultado era esperado, considerando a função informacional do *feedback* apresentada por Adams (1971 *apud* CLARK, 2008), já que o conteúdo do CR não carregava novas informações sobre o tempo relativo da habilidade. Apesar de diminuir a sua precisão, necessária para adaptar, a variabilidade foi mantida. Talvez a magnitude da mudança (perturbação) na fase de adaptação não foi grande o suficiente para desestruturar até a consistência da macroestrutura, trazendo à tona a questão da magnitude da perturbação com a adaptação (UGRINOWITSCH; BENDA; CORRÊA; TANI, 2016). Esta questão ainda é objeto de interesse na área e merece estudos futuros. A segunda hipótese foi confirmada.

A terceira hipótese testou se a incerteza na microestrutura aumentaria sua precisão na adaptação quando comparada à prática com menor incerteza. A diferença na incerteza na microestrutura não refletiu na precisão da medida de microestrutura de ambos os grupos durante a estabilização, pois os dois grupos aumentaram a precisão. Na fase de adaptação, os dois grupos pioraram a precisão de forma semelhante, mostrando que a incerteza na microestrutura não melhora a capacidade de modificá-la na adaptação. Este resultado corrobora com alguns estudos (MEIRA JUNIOR; MAIA; TANI, 2012; OLIVEIRA *et al.* 2006; TANI; MEIRA JUNIOR; GOMES, 2005; UGRINOWITSCH *et al.*, 2003). Talvez seja necessário conhecer melhor a relação entre a magnitude da perturbação e a adaptação (UGRINOWITSCH *et al.*, 2016), antes de testar a incerteza sobre macro e microestrutura antes de seguir nesta linha de investigação. No geral, esta hipótese não foi confirmada.

A quarta hipótese testou se a incerteza na microestrutura diminuiria sua variabilidade na adaptação quando comparada à prática com menor incerteza. A maior incerteza

na microestrutura do GI33 resultou em menor variabilidade nas duas fases do experimento. A incerteza em nível de microestrutura não prejudicou a precisão nesta medida, isso porque o PAHO contempla a variabilidade neste nível de organização. Assim, a incerteza manipulada pela informação de CR pode ter dado liberdade para a emergência na organização da microestrutura, já que ela é gerada pela interação do executante com as demandas específicas da tarefa, a restringida pela macroestrutura (TANI, 2016). Esta combinação pode ter levado à menor variabilidade da microestrutura, que se manteve mesmo durante a adaptação. A quarta hipótese foi confirmada.

5 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem concluir que: 1) frequências reduzidas de CR podem gerar incertezas não prejudiciais à aprendizagem, corroborando com Ugrinowitsch *et al.* (2003), Tani (2005), Oliveira (2006) e Meira-Junior, Maia e Tani (2012); 2) menores níveis de incerteza parecem dificultar comportamentos adaptativos da macroestrutura da habilidade. Uma questão que parece central é identificar a relação entre magnitude da perturbação e adaptação, para depois avançar busca de resultados que deem suporte ao Modelo do Processo Adaptativo em Aprendizagem Motora.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J.A. (1971) A closed-loop theory of motor learning. **Journal of Motor Behavior**, 3, 111-149 *apud* CLARK, S. C. Frequência de Conhecimento de Resultado e Aprendizagem Motora: Linhas Atuais de Pesquisa e Perspectivas. *In*: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Reimpressão, c.14, p. 185-207.

BENDA, R. N.; TANI, G. Variabilidade e Processo Adaptativo na aquisição de habilidades motoras. *In*: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Reimpressão, c.10, p. 129. 140.

CORRÊA, U. C.; UGRINOWITSCH, H.; BENDA, R. N.; TANI, G. . Effects of practice schedule on the adaptive process of motor learning. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 10, p. 158-171, 2010.

_____; BENDA, R. N. ; OLIVEIRA, D. L. ; UGRINOWITSCH, H. ; FREUDENHEIM, A. M. ; TANI, G. . Different Faces of Variability in the Adaptive Process of Motor Skill Learning. **Nonlinear Dynamics, Psychology and Life Sciences**, v. 19, p. 465-487, 2015.

DORON, R; PAROT, F. **Dicionário de Psicologia**. São Paulo: Ática, 2001.

JANUÁRIO, M. S.; UGRINOWITSCH, H.; LAGE, G. M.; VIEIRA, M.; BENDA, R. N. Aumento gradual da variabilidade de prática: efeito na aprendizagem da estrutura e na parametrização da habilidade. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 30, n. 3, p. 769-779, 2016.

MANOEL, E. D. J.; CONNOLLY, K. J. Variability and the development of skilled actions. **International Journal of Psychophysiology**, v. 19, p. 129-147, 1995.

MEIRA JUNIOR, C. M.; MAIA, J. A. R.; TANI, G. Frequency and precision of *feedback* and the adaptive process of learning a dual motor task. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 3, p. 455-462, 2012.

_____; GOMES, F. R. F. Conhecimento de Resultados e Processo Adaptativo em Aprendizagem Motora. *In*: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: conceitos, estudos e aplicações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016, c.11, p. 75. 81.

OLIVEIRA, F. S.; ALVES, M. A. F.; LAGE, G. M.; UGRINOWITSCH, H.; BENDA, R. N. Frequência relativa de conhecimento de resultados no processo adaptativo em aprendizagem motora. **Revista da Educação Física**, v. 17, p. 11. 17, 2006.

TANI, G.; MEIRA JR, C. M.; GOMES, F. R. F. Frequência, precisão e localização temporal de conhecimento de resultados e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora de controle da força manual. **Revista Portuguesa de Ciências do desporto**, v. 5, n. 1, p. 59. 68, 2005.

TANI, G. Processo Adaptativo: uma concepção de aprendizagem motora além da estabilização. In: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: aprendizagem e desenvolvimento**. 1.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008a. Reimpressão, c.5. p. 60. 70.

_____. Programação Motora: organização hierárquica, ordem e desordem In: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008b. Reimpressão, c.7, p. 82. 105.

_____; CORRÊA, U. C.; BASSO, L.; BENDA, R. N.; UGRINOWITSCH H.; CHOSHI K. An adaptive process model of motor learning: insights for the teaching of motor skills. **Nonlinear dynamics, psychology, and life sciences**, v. 18, n. 1, p. 47. 65, 2014.

TANI, G. Processo Adaptativo| Uma concepção de Aprendizagem Motora além da estabilização. . In: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: conceitos, estudos e aplicações**. 1.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016, c.2, p. 11. 16.

TORRES, N. L. **Estrutura de Prática e Esforço Cognitivo**: um estudo eletroencefalográfico Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) . Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

UGRINOWITSCH, H.; TERTULIANO, I. W.; COCA, A. A.; PEREIRA, F. A. S.; GIMENEZ, R. Frequência de *Feedback* como fator de incerteza no processo adaptativo em Aprendizagem Motora.pdf. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 11, n. 2, p. 41. 47, 2003.

_____.; TANI, G. Efeitos do tipo de perturbação e do nível de estabilização no Processo Adaptativo em Aprendizagem Motora desordem In: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: aprendizagem e desenvolvimento**. 1.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Reimpressão, c.12, p. 162. 172.

_____.; BENDA, R. N.; CORRÊA, U. C.; TANI, G. Extensive practice improves adaptation to predictable perturbations in a sequential coincident timing task. **American Journal of Life Sciences**, v. 2, n. 2, p. 90-95, 2014.

_____.; BENDA, R. N. ; CORRÊA, U. C. ; TANI, G. . Tipo de perturbação e processo adaptativo em aprendizagem motora. In: TANI, G. (Ed). **Comportamento Motor: conceitos, estudos e aplicações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016, c.6, p. 41-46.

Apêndice I

Pesquisa: O EFEITO DA INCERTEZA SOBRE MICROESTRUTURA NO DESEMPENHO DE UMA HABILIDADE NO PROCESSO ADAPTATIVO

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Você está sendo convidado a participar de um estudo realizado pelo Grupo de Estudos em Desenvolvimento e Aprendizagem Motora (GEDAM), da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob a coordenação do Prof. Dr. HERBERT UGRINOWITSCH e pelo graduando ARTHUR MOREIRA FERREIRA. O objetivo deste estudo é verificar qual o efeito da incerteza no desempenho de uma habilidade no processo adaptativo.

No período da coleta, você executará uma sequência de dígitos no teclado numérico com o objetivo de cumprir um tempo total e relativo especificado pelo experimentador. Os riscos são mínimos e similares àqueles quando um aluno digita um trabalho acadêmico. Este procedimento já é utilizado no GEDAM em estudos anteriores a mais de 10 anos COEP/UFMG (ex. n. ETIC 525/07). E o estudo foi aprovado pelo comitê de ética da UFMG sob o CAAE: 68997217.4.0000.5149.

A coleta de dados será realizada em local apropriado e você será sempre acompanhado por um dos responsáveis pela pesquisa. Todos os dados coletados e sua identidade serão mantidos em sigilo, não sendo revelados publicamente em qualquer hipótese. Somente os pesquisadores responsáveis e equipe envolvida neste estudo terão acesso a estas informações que serão usadas apenas para fins de pesquisa.

Você não terá nenhuma forma de remuneração financeira nem despesas relacionadas ao estudo. E, como participante voluntário, você tem todo direito de recusar sua participação ou retirar seu consentimento em qualquer parte da pesquisa sem penalidade alguma e sem prejuízo a sua pessoa.

Além disso, em qualquer momento da pesquisa, você terá total liberdade para esclarecer qualquer dúvida com o professor Dr. Herbert Ugrinowitsch, pelo telefone (0xx31) 3409-2393, ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG) situado à Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 . Unidade Administrativa II . 2º andar . sala 2005 . CEP: 31270-901, Belo Horizonte/MG, pelo telefone (0xx31) 3409-4592 ou pelo e-mail: coep@prpq.ufmg.br.

Eu, _____ (voluntário), tive minhas dúvidas respondidas e aceito participar desta pesquisa. Portanto, concordo com tudo que foi supracitado e livremente dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, de de 2017.

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador