

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**FACULDADE DE NUTRIÇÃO**  
**MESTRADO EM NUTRIÇÃO**

***EFEITO DO ENXÁGUE BUCAL COM CARBOIDRATO  
ASSOCIADO À ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR  
CORRENTE CONTÍNUA NO DESEMPENHO E  
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DURANTE  
EXERCÍCIO SUBMÁXIMO***

**ISIS SURUAGY CORREIA MOURA**

**MACEIÓ-2011**

**ISIS SURUAGY CORREIA MOURA**

***EFEITO DO ENXÁGUE BUCAL COM CARBOIDRATO  
ASSOCIADO À ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR  
CORRENTE CONTÍNUA NO DESEMPENHO E  
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DURANTE  
EXERCÍCIO SUBMÁXIMO***

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Nutrição da  
Universidade Federal de Alagoas  
como requisito à obtenção do título  
de Mestre em Nutrição.

Orientador: Prof. Dr. Amandio Aristides Rihan Geraldes  
Centro de Educação – Educação Física  
Universidade Federal de Alagoas

Co-Orientador: Prof. Dr. Alexandre Hideki Okano  
Departamento de Educação Física  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**MACEIÓ- 2011**



**MESTRADO EM NUTRIÇÃO  
FACULDADE DE NUTRIÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**



Campus A. C. Simões  
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins  
Maceió-AL 57072-970  
Fone/fax: 81 3214-1160

---

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE  
DISSERTAÇÃO**

***EFEITO DO ENXÁGUE BUCAL COM CARBOIDRATO  
ASSOCIADO À ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR  
CORRENTE CONTÍNUA NO DESEMPENHO E  
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DURANTE  
EXERCÍCIO SUBMÁXIMO***

por

***Isis Suruagy Correia Moura***

A Banca Examinadora, reunida aos 30 dias do mês de junho do ano de 2011, considera o(a) candidato(a) **APROVADO(A)**.

---

Prof. Dr. Amandio Aristides Rihan Gerales  
Universidade Federal de Alagoas  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Eduardo Seixas Prado  
Universidade Federal de Alagoas  
(Examinador)

---

Profa. Dra. Kátia Karina do Monte Silva  
Universidade Federal de Pernambuco  
(Examinadora)

## **AGRADECIMENTOS**

Considero que a elaboração de uma dissertação é um produto coletivo, embora sua redação, responsabilidade e estresse seja predominantemente individual. Várias pessoas contribuíram para que este trabalho chegasse a ser concluído. A todas elas registro minha gratidão.

A Deus por estar sempre presente na minha vida, e tornar tudo possível;

À minha querida amiga, mãe e espelho, Divanise Suruagy Correia pela grandiosa ajuda em mais uma etapa de vida vencida;

Ao meu pai e irmãos, pela força e apoio nos momentos mais difíceis do decorrer deste mestrado.

Ao querido Alú시오, pela paciência durante os meus momentos de tensão, preocupação, cansaço e mau humor; por seu interesse, ajuda e compreensão.

A todos meus colegas e companheiros de mestrado, principalmente as amigas Renata Silva e Juliana, por terem me ajudado a manter a calma e me incentivado nos momentos difíceis, oferecendo seus ombros e atenção, mesmo quando elas estavam ocupadas com suas próprias dissertações.

Ao amigo de mestrado Luis Paulo, que no decorrer destes dois anos se tornou não apenas amigo, mas um verdadeiro irmão e companheiro de luta.

Ao professor Dr. Alexandre Okano por proporcionar o estudo de um tema relevante.

Ao orientador Dr. Amandio Geraldês por aceitar a difícil missão de me orientar, pela disponibilidade constante, competência e pelos conhecimentos compartilhados.

Ao Prof. Dr. Eduardo, pela enorme disponibilidade, constante incentivo, sempre indicando a direção a ser tomada nos momentos de maior dificuldade e pelo laço de amizade construído.

Ao meu eterno mestre e amigo Leão, pelo incentivo constante em desenvolver o saber científico.

A FAPEAL/CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

A todas as minhas queridas voluntárias, sem as quais esta pesquisa não poderia ter sido realizada.

## RESUMO

O enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) são potenciais recursos ergogênicos (RE), de ação no sistema nervoso central (SNC), capazes de retardar o aparecimento da fadiga e melhorar o desempenho do exercício. Acredita-se que estes RE podem servir como sinais aferentes positivos que ativam áreas do cérebro, como o córtex insular e motor, retardando o processo de fadiga. Para um melhor entendimento, a presente dissertação aborda tal assunto em dois capítulos. No primeiro capítulo, o trabalho apresenta um artigo de revisão intitulado: *“Enxágue Bucal com solução de carboidrato e estimulação transcraniana por corrente contínua: possibilidades ergogênicas de ação central”*, reunindo informações atuais sobre a ação da ETCC e do EBSC com o desempenho físico e a fadiga. O segundo capítulo refere-se a um estudo experimental que originou um artigo original, intitulado: *“Efeito do enxágue bucal com carboidrato associado à estimulação transcraniana por corrente contínua no desempenho e percepção subjetiva do esforço durante exercício submáximo”*. Tal artigo, discute o efeito da associação da ETCC e do EBSC como possíveis RE sobre o desempenho físico e a percepção subjetiva do esforço (PSE) de mulheres submetidas a exercício físico dinâmico e “aberto” submáximo. Ressalta-se que este estudo, foi o primeiro a verificar que o uso da EBSC e ETCC (aplicada sobre o lobo temporal esquerdo – T3), isolados ou combinados, aumentaram significativamente o desempenho físico e diminuíram a PSE, demonstrando estratégias promissoras no campo do esporte. O exposto permite sugerir que outras pesquisas, acompanhadas por exames de neuroimagem e monitoramento de parâmetros fisiológicos mais precisos, como por exemplo, o controle da

variabilidade da frequência cardíaca, confirmem estes resultados esclarecendo melhor os mecanismos fisiológicos, através dos quais a ETCC e o EBSC melhoram o desempenho e diminuem a PSE, bem como a participação do córtex insular e outras regiões do cérebro nesse processo.

**Palavras-chave:** estimulação transcraniana por corrente contínua, fadiga, enxágue bucal, desempenho esportivo.

## ABSTRACT

Both mouth rinse carbohydrate (MRC) and transcranial direct current stimulation (tDCS) are potential ergogenic aid (EA) acting on the central nervous system in an attempt to delay the onset of fatigue and enhance exercise performance. It has been suggested that these EA can serve as positive afferent signals capable of modifying the activity of specific brain areas, insular and motor cortex, in an attempt to delay the onset of fatigue. In order to better understand this review, this paper addresses the issue in two chapters. In the first chapter, the paper presents a review article "Mouth rinse carbohydrate and transcranial direct current stimulation: potential use as an ergogenic aid" that brings together current information about the relationship tDCS and MRC with physical performance and fatigue. In the second chapter, an original article "*Effect of carbohydrate mouth rinse combined transcranial direct current stimulation on performance and rate perceived exertion during submaximal exercise*", discusses the effect of the combination of tDCS and MRC as possible EA on physical performance and rate perceived exertion (RPE) of women undergoing open and dynamic exercise submaximal. Here, we describe for the first time the use of tDCS and MRC (applied over the left temporal lobe - T3), either alone or in combination, significantly increased physical performance and decreased the RPE, demonstrating promising strategies in the field sport. However, further study is needed to check the possible influence of these aids from various aspects, these include, amongst others: neuroimaging studies, and monitoring of physiological parameters, such as heart rate variability, these results confirm better clarifying the physiological mechanisms through which the tDCS and improve MRC performance and

decrease the RPE, as well as participation in the insular cortex and other brain regions that process.

**Key words:** transcranial direct current stimulation, fatigue, mouth rinse, performance.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>1º artigo: artigo de revisão</b>	
Figura 1 Ilustração do modelo simplificado do possível mecanismo de ação do EBSC.....	31
Figura 2 Ilustração do mecanismo fisiológico durante e após ETCC anódica e catódica em animais.....	37
<b>2º artigo: artigo original</b>	
Figura 1 Desenho experimental dos procedimentos que foram adotados nas 3ª, 4ª, 5ª e 6ª visitas.....	57
Figura 2 Efeito do Enxágue Bucal com Solução de Carboidrato (EBSC) associado a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) Anódica no tempo de exaustão.....	61
Figura 3 Efeito do enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) associado a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) anódica na: (A) percepção subjetiva do esforço (PSE) vs tempo absoluto e (B) PSE vs percentual (%) de tempo total de exercício.....	62

## LISTA DE TABELAS

Página

**1º artigo: artigo de revisão**

Tabela 1 Efeito do enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) no desempenho em exercícios..... 29

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ANOD** – Anódica
- BCE** – Bebida carboidratada eletrolítica
- CHO** – Carboidrato
- CVM** – Contração voluntária máxima
- CZ** – Vértix
- DLP** - Depressão de longo-prazo
- EBSC** – Enxágue bucal com solução de carboidrato
- ETCC** – Estimulação transcraniana por corrente contínua
- FC** – Frequência cardíaca
- HbO<sub>2</sub>** - Oxihemoglobina
- M1** – Córtex motor primário
- MALTO** – Maltodextrina
- PL** – Placebo
- PLP** - Potenciação de longo-prazo
- PSE** – Percepção subjetiva do esforço
- RE** – Recurso ergogênico
- RPM** – Rotações por minuto
- SC** – Solução de carboidrato
- SHAM** – Simulada
- SL** – Solução placebo
- SNC** – Sistema nervoso central
- T3** – Córtex temporal esquerdo
- TP** – Tempo de prova
- VO<sub>2</sub>máx** – Capacidade aeróbia máxima

**W** – Watt

**W<sub>máx</sub>** – Watt máximo

# SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>15</b>
<b>2. COLETÂNEA DE ARTIGOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. 1º artigo: artigo de revisão</b> <i>Enxágue bucal com solução de carboidrato e estimulação transcraniana por corrente contínua: possibilidades ergogênicas de ação central.....</i>	20
<b>2.2. 2º artigo: artigo original</b> <i>Efeito do enxágue bucal com carboidrato associado à estimulação transcraniana por corrente contínua no desempenho e percepção subjetiva do esforço durante exercício submáximo.....</i>	48
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>72</b>
<b>4. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>5. APÊNDICES.....</b>	<b>77</b>



Vários recursos ergogênicos (RE) têm sido usados em virtude de suas supostas capacidades de melhorar o desempenho atlético<sup>1</sup>. Recentemente, têm se destacado o uso do enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), com possíveis ações sobre o sistema nervoso central (SNC)<sup>2,3,4,5</sup>.

Sabe-se que a ingestão de carboidratos (CHO) pode melhorar o desempenho em exercícios de longa duração (>1h) através de vários mecanismos<sup>6</sup>, entretanto, tem-se demonstrado que o uso do EBSC pode melhorar o desempenho em exercícios, tais como ciclismo<sup>2,3,4</sup> e corrida<sup>7,8</sup>. Apesar de ainda não estar totalmente claro, o mecanismo de ação do EBSC e da ETCC, pode estar associado com a ativação de áreas cerebrais (ex: córtex insular e motor) ligadas à motivação e prazer/recompensa, e a percepção subjetiva do esforço (PSE)<sup>3,5</sup>.

Recentemente, também a ETCC tem ganhado destaque como uma ferramenta capaz de realizar modulação cortical não-invasiva, indolor e de fácil aplicação<sup>9,10</sup>. Estudos clássicos têm indicado que esse tipo de estimulação produz uma variação no potencial de repouso da membrana, dependendo da polaridade aplicada: anódica e/ou catódica, facilitando (anódica) ou dificultando (catódica) o disparo neuronal<sup>11</sup>.

Com a observação de alguns parâmetros como intensidade de corrente, tamanho de eletrodo utilizado e tempo de aplicação, os cálculos da densidade da corrente e a carga total utilizada, sinalizam que a técnica é segura para ser aplicada em seres humano<sup>12</sup>.

No que se refere à relação entre a ETCC e o desempenho físico, os estudos, ainda, são escassos. Cogiamanian *et al.*<sup>8</sup>, demonstraram que a ETCC anódica, aplicada sob o córtex motor, foi capaz de retardar a fadiga neuromuscular, sugerindo

o esporte de rendimento como mais um campo promissor da utilização desta técnica. Os prováveis mecanismos de ação da ETCC sobre a melhora do desempenho físico parecem estar relacionados com a indução de alterações no potencial de repouso das membranas neuronais que favorecem a despolarização e aumentando a taxa de disparo espontâneo<sup>8,11</sup>. Além disso, a ETCC parece produzir um aumento local da concentração de Oxihemoglobina (HbO<sub>2</sub>) no tecido cerebral<sup>12</sup>. Assim, especula-se que a estimulação anódica possa melhorar o desempenho através de uma maior disponibilidade de oxigênio cerebral após o término da estimulação<sup>13</sup>.

Diante do exposto, o EBSC e a ETCC podem vir a se tornar importantes ferramentas no campo do esporte de rendimento, contribuindo inclusive, para uma maior participação e aderência aos programas de exercícios físicos, uma vez que podem possibilitar a realização de esforços aeróbicos em intensidades elevadas, porém, originar PSE diminuídas.

No entanto, apesar de alguns estudos terem demonstrado os benefícios do EBSC e da ETCC no desempenho físico<sup>2,3,4,5,7,8</sup>, até o presente momento não foi possível identificar estudos que tenham investigado os efeitos do uso simultâneo do EBSC e da ETCC como RE, em exercício dinâmico e “aberto” (exercício em que o tempo para o término é determinado pelo próprio sujeito, em decorrência da sensação de exaustão).

Portanto, com o objetivo de verificar o efeito do uso simultâneo do EBSC e ETCC anódica, sobre o desempenho físico e a PSE de mulheres submetidas a exercício físico dinâmico e “aberto” submáximo realizou-se este estudo.

Para uma melhor compreensão, o trabalho foi dividido em dois capítulos. No primeiro deles, discute-se a fundamentação teórica do estudo, através de um artigo

de revisão intitulado: “*Enxágue Bucal com Solução de Carboidrato e Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua: possibilidades ergogênicas de ação central*”.

O segundo capítulo, composto por um estudo experimental, intitulado “*Efeito do enxágue bucal com carboidrato associado à estimulação transcraniana por corrente contínua no desempenho e percepção subjetiva do esforço durante exercício submáximo*” teve por finalidade, investigar os efeitos do uso, isolado e combinado, do EBSC e ETCC anódica, sobre o desempenho físico e a PSE de mulheres submetidas a exercício físico dinâmico e aberto submáximo.



**1º artigo: artigo de revisão**

**MOURA, ISC; GERALDES AAR; OKANO AH. Enxágue bucal com solução de carboidrato e estimulação transcraniana por corrente contínua: possibilidades ergogênicas de ação central.**

## RESUMO

O enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) constituem-se em possíveis recursos ergogênicos (RE) capazes de agir no sistema nervoso central (SNC). Postula-se que estes recursos podem servir como sinais aferentes positivos que ativam áreas do cérebro modificando eferências motoras para músculos em atividade, retardando o processo de fadiga. Assim, a intenção desta revisão é fazer uma abordagem atual sobre os efeitos e os possíveis mecanismos do EBSC e da ETCC, sobre o desempenho em exercícios físicos baseados nas informações da literatura. Há evidências de que o uso destes dois RE podem retardar a fadiga e conseqüentemente melhorar o desempenho físico. Entretanto, mais estudos devem ser realizados, buscando investigar a participação destes RE em várias modalidades esportivas com diferente duração e intensidade. Além de verificar a possível influência destes procedimentos sob diferentes aspectos tais como: tempo, intensidade e áreas estimuladas pela ETCC, bem como avaliar a função dos receptores de carboidrato (CHO) na cavidade oral em estados de alimentação variados.

**Palavras chave:** estimulação transcraniana por corrente contínua, fadiga, enxágue bucal, desempenho esportivo.

## ABSTRACT

Both mouth rinse carbohydrate (MRC) and transcranial direct current stimulation (tDCS) are potential ergogenics aid (EA) acting on the central nervous system. It has been suggested that these EA can serve as positive afferent signals capable of modifying the activity of specific brain areas in an attempt to delay the onset of fatigue. This review aims to provide an overview of the effects and mechanisms of action associated with MRC and tDCS and exercise performance with the most recent research available. There is evidence that the use of both MRC and tDCS delay fatigue and enhances physical performance. However, more studies are needed in order to know the potential ergogenics effects of these EA in various sports with different duration and intensity. In addition to checking the possible influence of these aids from various aspects, these include, amongst others: duration, intensity and stimulated areas by tDCS, as well as evaluating the CHO receptors in the oral cavity modulating central pathways with different dietary strategy.

**Key words:** transcranial direct current stimulation, fatigue, mouth rinse, performance.

## INTRODUÇÃO

Recursos ergogênicos (RE) são procedimentos ou fenômenos capazes de aprimorar a capacidade de realizar um trabalho físico ou o desempenho atlético<sup>1</sup>. A busca permanente por novos e mais eficientes RE capazes de aprimorar o desempenho físico, nas mais diversas modalidades esportivas, tem motivado inúmeras pesquisas e publicações relacionadas ao tema. Entre os mais recentes, destacam-se os RE com possíveis ações em nível central, como por exemplo, o enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC)<sup>2-5</sup> e a estimulação transcraniana por corrente Contínua (ETCC)<sup>6</sup>.

É reconhecido que em exercícios com duração maior que 60 min e intensidade maior que 75% do  $VO_{2máx}$ , a suplementação com carboidrato (CHO) pode aprimorar o desempenho físico<sup>7-9</sup>. Todavia, em exercícios com duração inferior a este período os resultados são controversos. Ou seja, enquanto alguns trabalhos apontam para a melhora do desempenho<sup>10-12</sup>, outros, não encontraram benefício algum<sup>13-15</sup>. Uma possível explicação para este paradoxo foi reportado por Carter *et al.*<sup>16</sup>, quando os autores demonstraram que a via de administração do CHO era importante para a melhora no desempenho de exercícios com ~ 60 min de duração. Estes pesquisadores, descobriram que uma infusão intravenosa de glicose promoveu aumento da glicose plasmática, entretanto, não afetou o tempo para completar uma sessão de exercício com duração de ~ 60 min, em comparação com infusão de solução salina<sup>16</sup>. Apesar do exposto, o uso do EBSC reduziu o tempo para completar o mesmo teste, sugerindo um possível efeito não metabólico ou central do CHO<sup>16</sup>.

Outro possível RE de ação central, ainda pouco estudado, é a ETCC. Este método não invasivo de modulação da função cerebral consiste basicamente na aplicação de eletrodos anódico (excitatório) e catódico (inibitório), por sobre o couro cabeludo. Estes eletrodos permitem a passagem de corrente elétrica desencadeando uma variação no potencial de repouso da membrana. Tal procedimento pode facilitar ou dificultar o disparo neuronal, dependendo da polaridade aplicada<sup>17,18</sup>.

Um estudo pioneiro relacionado ao uso da ETCC com exercício, foi realizado por Cogiamanian *et al.*<sup>6</sup>. No citado estudo, os autores verificaram que após a aplicação de corrente anódica sobre a área do córtex motor, o tempo de *endurance* da contração isométrica dos flexores do cotovelo foi aumentado.

Embora as evidências apontem efeitos promissores no que se refere ao uso destes RE de ação central, ainda são escassas as pesquisas destinadas a verificar seus efeitos no esforço físico. Sendo assim, com o objetivo de identificar e analisar os estudos que relacionam a ETCC e o EBSC com o desempenho físico e a fadiga, realizou-se uma consulta à base de dados do MEDLINE (1966-2011), LILACS (1982-2011) e SCIELO (1997-2011).

Nestas buscas, foram utilizadas as recomendações do *Medical Subject Headings* (MeSH) como critério, utilizaram-se, portanto, os seguintes unitermos: “*transcranial direct current stimulation*” OR “*tDCS*”) AND (“*fatigue*”) AND (“*exercise*”) e (“*mouth rinse*”) AND (“*exercise*”) AND (“*performance*”).

Para serem inclusos na consulta, os artigos deveriam atender aos seguintes critérios: estarem publicados em inglês e português, utilizado em suas amostras humanos adultos e, por fim, terem sido publicados entre janeiro de 2000 a março de

2011. Buscas adicionais foram realizadas, utilizando-se as referências dos artigos identificados na pesquisa eletrônica.

## **EBSC E EXERCÍCIO FÍSICO**

As primeiras evidências da possível eficiência do EBSC como RE derivaram-se de pesquisas que buscavam esclarecer os achados controversos da suplementação oral com CHO, em exercícios realizados com duração entre 30 a 60 min<sup>2,16</sup>. Nessa direção, um estudo realizado por Carter *et al*<sup>16</sup>, investigando os efeitos da infusão de glicose no desempenho de uma prova de ciclismo de 40 km, revelou que, embora existisse uma elevada concentração de glicose plasmática, houve pequena participação do CHO exógeno na oxidação, não sendo verificada melhora no desempenho dos sujeitos, quando comparada com a infusão de solução salina. Tais resultados sugeriam que o CHO poderia exercer uma possível ação central, mediante a ativação de receptores presentes na cavidade oral ou no trato gastrointestinal, capaz de aumentar a ação motora ou ativar os centros de prazer/recompensa no cérebro<sup>16</sup>.

Buscando confirmar a possibilidade do uso do CHO como RE de ação central Carter *et al.*<sup>2</sup>, investigaram o efeito do EBSC em um teste de ciclismo com duração de ~ 60 min, utilizando apenas o EBSC, excluindo qualquer influência da participação do trato gastrointestinal e da oxidação do CHO. O experimento consistiu em enxaguar a boca com CHO (não doce e insípido: 25 ml solução com 6,4% de maltodextrina) ou com uma solução placebo (água), durante cinco segundos e, posteriormente, cuspir a solução em um recipiente. Os resultados encontrados demonstraram melhora no desempenho físico quando a solução do enxágue

continha CHO (incremento de 2,8%), semelhante aos resultados do outro estudo que utilizou ingestão de CHO (incremento de 2,3%)<sup>19</sup>. Desta forma, Carter *et al.*<sup>2</sup> demonstraram a possibilidade do EBSC atuar via receptores presentes na cavidade oral. Entretanto, mais investigações são necessárias para um melhor entendimento de tal mecanismo.

Na tentativa de compreender a participação do CHO em exercícios de alta intensidade e moderada duração, Pottier *et al.*<sup>5</sup> realizaram a comparação entre duas situações: enxaguar a boca com solução de carboidrato (SC) com sabor doce (Bebida Carboidratada Eletrolítica – BCE com 6% de CHO) e, ingerir essa mesma solução, durante uma prova de ciclismo. Os autores submeteram 12 ciclistas, em quatro condições experimentais: (1) EBSC por cinco segundos, (2) enxaguar a boca com solução placebo (SP) por cinco segundos – adoçante artificial, (3) ingerir SC e (4) ingerir solução placebo. As soluções eram administradas a cada 12,5% do tempo para completar a prova. Ao fim da intervenção, verificou-se que o EBSC aprimorou o desempenho quando comparado a SP e que seu efeito parece estar relacionado com a produção de mais potência no exercício, para um mesmo grau de desconforto, mensurado pela percepção subjetiva de esforço (PSE)<sup>5</sup>.

Embora os achados de Pottier *et al.*<sup>5</sup> sejam semelhantes ao de Carter *et al.*<sup>2</sup>, uma diferença importante entre os desenhos dos estudos consistiu na solução do enxágue. Enquanto Pottier *et al.*<sup>5</sup> utilizaram BCE (composta por uma mistura de mono e dissacarídeos), Carter *et al.*<sup>2</sup> utilizaram uma solução com maltodextrina, demonstrando que ambos os açúcares, simples/doce ou complexos/não doce, podem promover um efeito ergogênico. Em relação à ingestão da SC, não houve melhora no desempenho, sugerindo que o curto período em que a bebida permaneceu na cavidade oral (menos de 5s), antes de deglutir, pode ter contribuído

para este resultado. Provavelmente, o tempo não foi suficiente para ativar os receptores que apresentam ligações com as áreas do cérebro responsáveis pela sensação de prazer/recompensa<sup>5</sup>.

Na mesma direção, Chambers *et al.*<sup>4</sup>, verificando a influência do enxágue no desempenho de oito ciclistas treinados, em uma prova de duração de ~ 60 min (75% da carga máxima), utilizaram o seguinte protocolo: (1) enxágue bucal com glicose; (2) enxágue bucal com maltodextrina e (3) enxágue bucal com solução placebo. Todas as soluções continham adoçante artificial para reduzir possíveis diferenças sensoriais, e o enxágue (com duração de 10s) foi realizado a cada 12,5% do tempo para terminar o exercício. Naquele estudo, os resultados demonstraram que ambas as soluções com CHO, promoveram um incremento na carga de trabalho promovendo um melhor desempenho (redução de 2-3% do tempo para completar o exercício) quando comparada a SP. Estes resultados sugerem que o aumento do desempenho no exercício pode ser devido à ativação de regiões do cérebro envolvidas com a recompensa e o controle motor, sugerindo a participação de receptores na cavidade oral que respondem ao CHO independente da doçura<sup>4</sup>.

Apesar dos vários estudos demonstrando os benefícios do EBSC no desempenho físico, algumas pesquisas não encontraram vantagens ou potenciais efeitos no uso do EBSC (Tabela 1). Por exemplo, Whitham e McKinney<sup>20</sup> investigaram o efeito do EBSC (maltodextrina) durante uma sessão de corrida de 15 min a 65% do  $VO_{2max}$ , seguida por 45 min com velocidade determinada pelo corredor e não encontraram diferenças na PSE, nem no desempenho. No entanto, não ficou claro porque os resultados diferiram dos estudos que encontraram benefícios com EBSC. É provável que o fato de que, naquele estudo, ter sido utilizada uma esteira rolante não-automatizada (registro de velocidade com intervalo de cinco minutos),

requerendo intervenções manuais para alterações de velocidade, pode ter promovido um menor grau de sensibilização ao EBSC. Dessa forma, alterar a velocidade pode não ser suficiente para detectar qualquer efeito sutil do EBSC<sup>20</sup>.

Tentando esclarecer a questão, Rollo *et al*<sup>β</sup> investigaram a influência do EBSC em teste de corrida em esteira automatizada (com registro de velocidade com intervalo de 15 s) com dez corredores amadores, submetidos a 30 min de corrida a uma velocidade correspondente a um PSE de valor igual a 15. A velocidade nos primeiros cinco minutos de teste foi maior quando os participantes enxaguaram a boca com SC quando comparado com SP, promovendo um total de distância percorrida superior (incremento de 1,7%). O registro de velocidade de 15s e a esteira automatizada proporcionaram uma melhor identificação das respostas ao EBSC, o que pode, parcialmente, explicar a diferença nos resultados encontrados por Whitham e McKinney<sup>20</sup>. Adicionalmente, Rollo *et al*<sup>β1</sup> avaliando o efeito do EBSC em dez indivíduos durante um teste de uma hora de corrida, em alta intensidade, verificaram que a distância percorrida e a velocidade dos testes foram maiores com o EBSC quando comparado ao enxágue com SP (incremento de 1,5% na distância e de 1,4% na velocidade).

Mais recentemente, Rollo *et al.*<sup>22</sup>, investigaram a influência da ingestão de uma BCE *versus* o enxágue bucal no desempenho de corredores, observando benefício ergogênico apenas nos sujeitos que ingeriram BCE, sugerindo que ainda é prematuro recomendar o uso do EBSC como RE para atletas, reforçando, assim, a necessidade de mais experimentos que investiguem o efeito do EBSC em exercícios de intensidade moderada a alta com duração entre 30 a 60 min<sup>22</sup>. Além disso, existe a necessidade de investigação do uso do EBSC como RE em situações de exercício

de alta intensidade e curta duração. O único estudo que utilizou esse tipo de exercício não observou benefício no desempenho<sup>23</sup>.

**Tabela 1.** Efeitos do EBSC no desempenho em exercícios.

Referência	Protocolo de exercício	Protocolo de enxágue bucal	Estado de alimentação	Resultados no desempenho
Carter <i>et al.</i> <sup>2</sup>	Ciclismo/1h a 75% W <sub>máx</sub>	6,4% Malto (25mL) a cada 12,5% do tempo de teste	4h de jejum	-2,9% TP/+2,7%W
Whitham e McKinney <sup>20</sup>	Corrida/45min com veloc determinada pelo corredor	6% malto (200mL) antes e a cada 6min do teste	4h de jejum após dieta padrão	Nenhuma alteração
Rollo <i>et al.</i> <sup>3</sup>	Corrida/10min a 60% VO <sub>2máx</sub> – 30min com PSE de 15	6% glicose (25mL) antes e a cada 5min de teste	Jejum noturno	+ 1,7% distância
Beelen <i>et al.</i> <sup>29</sup>	Ciclismo/1h a 75% W <sub>máx</sub>	6,4% Malto (25mL) antes e a cada 12,5% do tempo de teste	2h de jejum após dieta padrão	Nenhuma alteração
Chambers <i>et al.</i> <sup>4</sup>	Ciclismo/1h a 75% W <sub>máx</sub>	6,4% Malto (25mL) antes e a cada 12,5% do tempo de teste	6h de jejum/jejum noturno	-2,9%TP/ +2,7%W
Rollo <i>et al.</i> <sup>21</sup>	Corrida/1h com veocidade determinada pelo corredor	6,4% BCE (25mL) antes e a cada 15 de teste	13h de jejum noturno	+1,5% distância
Pottier <i>et al.</i> <sup>5</sup>	Ciclismo/1h a 75% W <sub>máx</sub>	6% de BCE (1,5ml/kg peso corporal)	3h de jejum	-3,7% TP/+3.3%W
Chong <i>et al.</i> <sup>23</sup>	Ciclismo/ <i>sprint</i> máx	6,4% Malto (25mL)/glicose (25mL)	Jejum noturno	Nenhuma alteração

Rollo <i>et al.</i> <sup>22</sup>	Corrida/1h com veloc determinada pelo corredor	6,4% BCE (25mL) antes e a cada 15 de teste	14-15h de jejum noturno	Nenhuma Alteração
-----------------------------------	------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	----------------------------	-------------------

Malto- Maltodextrina; BCE - Bebida Carboidratada Eletrolítica; PSE – Percepção Subjetiva do Esforço; TP Tempo de prova; VO<sub>2máx</sub> – Capacidade aeróbia máxima, W – potência média, W<sub>Máx</sub> . potência máxima.

## EFEITO DO EBSC E ALIMENTAÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO

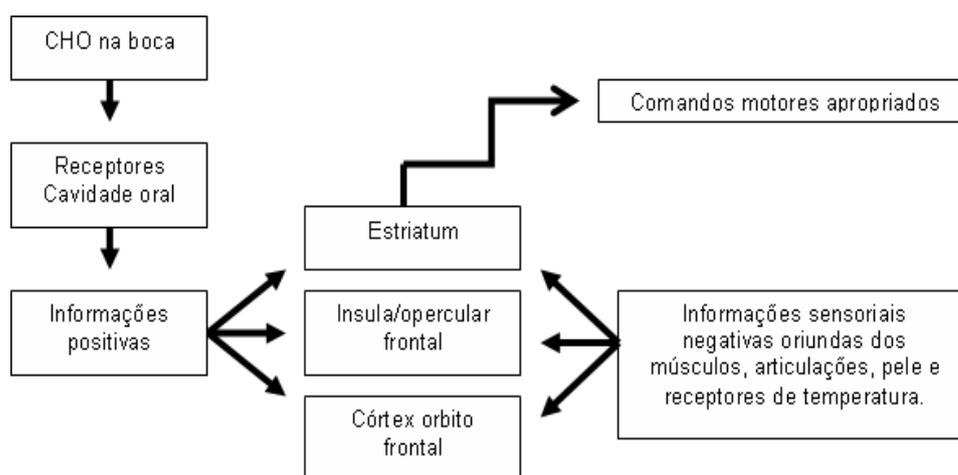
O estado de alimentação pré-exercício pode explicar as divergências entre algumas investigações que observaram tanto o efeito do EBSC e quanto da ingestão do CHO durante exercícios com duração entre 30 e 60 min. Estudos que relataram melhoria no desempenho parecem envolver indivíduos que realizaram jejum noturno<sup>11,23-26</sup> ou estejam em estado pós-absortivo (> 4h)<sup>19,27</sup>, sugerindo que o efeito do EBSC apenas teria benefício em situações onde o glicogênio hepático estivesse praticamente esgotado. Todavia, o uso do EBSC nas quais os participantes receberam uma alimentação rica em CHO, três a quatro horas<sup>2,5</sup> antes da realização dos testes, demonstraram melhora no desempenho.

É possível inferir que a alimentação pré-exercício pode influenciar as respostas cerebrais ao estímulo oral do CHO, interferindo, dessa forma, no efeito ergogênico do EBSC. Nesse sentido, Beelen *et al.*<sup>28</sup> investigaram o impacto do EBSC (maltodextrina) no desempenho em uma prova de uma hora de duração em ciclo ergômetro (75% W<sub>máx</sub>), com início do exercício duas horas após uma refeição. O desempenho, o PSE e a carga/potência não diferiram quando os participantes enxaguaram a boca com SC ou SP, sugerindo que o EBSC não melhora o desempenho quando aplicado em situações práticas. Tais contradições no estado de alimentação dificultam o entendimento ergogênico do EBSC, sugerindo assim a necessidade de maiores investigações sobre diferentes protocolos dietéticos.

## MECANISMO DE AÇÃO DO EBSC E RESPOSTAS CEREBRAIS

Simon *et al.*<sup>29</sup> reportam que na cavidade oral existem 50 a 100 receptores gustativos, capazes de perceber cinco sabores elementares: doce, salgado, amargo, azedo e unami (saboroso). Tais receptores estão distribuídos ao longo da língua, palato, epiglote e esôfago e, ao serem ativados (pela presença de líquidos contendo CHO na cavidade oral, por exemplo), desencadeiam atividades elétricas que são transmitidas aos neurônios gustativos (nervos craniais: I, VII, IX e X)<sup>29</sup>.

Small *et al.*<sup>30</sup> explicam que essas informações chegam ao núcleo do trato solitário na medula e depois são transmitidas, via tálamo, para o córtex primário da gustação localizado na ínsula anterior, no opérculo frontal e no córtex secundário da gustação, no córtex fronto orbital (Figura 1).



**Figura 1.** Ilustração do modelo simplificado do possível mecanismo de ação do EBSC. Receptores de CHO na cavidade oral mandam sinais positivos para três principais áreas do cérebro (ínsula/opercular frontal, córtex orbito frontal e estriatum). Estes sinais são integrados com os sinais negativos da periferia para gerar comandos motores apropriados.

Considerando que o córtex insular projeta neurônios para diversas regiões corticais, dentre as quais o córtex motor, acredita-se que o córtex insular pode ser uma possível rota de ativação do córtex motor ipsilateral<sup>31</sup>.

Buscando elucidar os mecanismos capazes de explicar o papel do EBSC como RE de ação central, Chambers *et al.*<sup>4</sup> utilizaram a ressonância magnética por imagem para identificar as possíveis áreas do cérebro que eram ativadas durante o EBSC (glicose e maltodextrina). O exame de imagem verificou uma similar ativação de áreas do cérebro, tais como: a insula/frontal, o operculum, córtex orbito frontal e o estriatum, em resposta tanto a glicose quanto a maltodextrina. Outras Investigações por neuroimagem também informaram que uma SC ativa regiões adicionais do cérebro em comparação com um adoçante artificial sugerindo que pode haver vias de transdução do gosto que respondem ao CHO independentemente da doçura<sup>32,33</sup>.

A atividade do córtex insular, do córtex orbito frontal, do córtex motor e do córtex cingulado, vem sendo relacionadas a percepção de fadiga<sup>34,35</sup>. Nesse sentido, Sidhu *et al.*<sup>36</sup> demonstraram que durante provas de ciclismo podem ocorrer reduções na capacidade do córtex motor em enviar sinais aos músculos extensores de joelho, sugerindo que diminuição da excitabilidade do córtex motor pode ser um dos mecanismos responsáveis pela queda da produção de potência ao longo do exercício físico. Por outro lado, após o enxágue bucal com SC, a excitabilidade do córtex motor, durante exercício físico extenuante pode ser aumentada em cerca de 30%<sup>37</sup>.

Durante o exercício, as respostas positivas provocada pelo EBSC podem reprimir os sinais aferentes negativos de caráter físicos, metabólicos e térmicos provenientes dos músculos, articulações e receptores de temperatura que são

enviados ao cérebro<sup>5,38</sup>. Quando não reprimidos, esses sinais podem, consciente ou inconscientemente, contribuir para a fadiga central e inibição de unidades motoras dos músculos em exercício<sup>39</sup>. Desta forma, a melhoria do desempenho em exercícios físicos observada através da EBSC pode estar associada a mecanismos centrais, provavelmente, através do aumento da capacidade do córtex motor (facilitada pelo córtex insular) em recrutar os músculos esqueléticos para a produção de trabalho durante esforços de longa duração<sup>40</sup> e ativação de centros cerebrais responsáveis pela motivação e prazer/recompensa<sup>2,4,5</sup>.

## **ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA**

### **Histórico**

Os primeiros registros da terapia elétrica data de 43-48 dC, com o uso de peixes elétricos no tratamento da dor<sup>41,42</sup>. Outros marcos foram as experiências com eletricidade em animais e humanos de Galvani's e Volta, em meados de 1790, que iniciou a aplicação clínica de estimulação de corrente contínua. A descoberta da eletroconvulsoterapia na década de 1930, no entanto, levou a uma abrupta perda de interesse na técnica da ETCC<sup>41,42</sup>. Em 1960 o método teve um breve retorno e seus efeitos foram sistematicamente investigados. Apesar desse temporário interesse, a técnica foi mais uma vez abandonada, devido aos progressos dos medicamentos no tratamento de transtornos psiquiátricos<sup>41,42</sup>

Acredita-se que a partir do estudo realizado por Nitsche e Paulus<sup>17</sup>, iniciou-se o profundo conhecimento sobre os mecanismos básicos da ETCC sendo fundamental para o aumento da popularidade desse método até os dias atuais.

## **Método e aspectos de segurança**

Na ETCC, uma fraca corrente elétrica (0,4- 2 mA) é continuamente aplicada, através de dois eletrodos (25 – 35 cm<sup>2</sup>), posicionados no couro cabeludo, resultando em uma densidade de corrente entre 0.03 – 0.08 mA/cm<sup>2</sup>, promovendo efeitos que dependem do posicionamento e da polaridade dos eletrodos<sup>17,18,42</sup>. Nesta técnica, enquanto o estímulo de corrente anódica aumenta a excitabilidade cortical, contudo o estímulo da corrente catódica tem o efeito oposto. Os efeitos de tais estímulos persistem por um período de aproximadamente 1h, mesmo após cessar o estímulo elétrico e são dependentes da intensidade e duração<sup>17,18</sup>.

A ETCC é considerada uma técnica segura uma vez que não causa efeito térmico sob os eletrodos, não eleva os níveis de enolase específica de neurônios (marcador de dano de neurônios)<sup>43,44</sup>, não causa edemas ou alterações na barreira hematoencefálica e no tecido cerebral<sup>45</sup>. Além disso, Liebetanz *et al.*<sup>46</sup> evidenciaram que lesões no cérebro após estimulação catódica em animais, só ocorreram quando é aplicada uma densidade de corrente total de 52400C/m<sup>2</sup>, valores estes superiores aos utilizados nos protocolos com humanos que variam entre 171 e 480 C/m<sup>2</sup>. No entanto, devido à passagem de corrente elétrica, os indivíduos podem sentir uma leve parestesia e coceira por alguns segundos após início da estimulação, além de vermelhidão no local onde está localizado o eletrodo<sup>43,44</sup>.

## **Aplicabilidade**

Atualmente, a maior parte dos estudos publicados com ETCC aplicada em seres humanos apresenta dados referentes aos seus efeitos em funções visuais, cognitivas e motoras<sup>42,45</sup>.

A aplicação da ETCC possui um vasto campo de aplicabilidade na medicina, funcionando como coadjuvante no tratamento de distúrbios neurológicos, como por exemplo: doença de Parkinson<sup>47,48</sup>, acidente vascular cerebral<sup>49</sup>, depressão<sup>50-52</sup> e dor crônica<sup>53-55</sup>. No entanto, os resultados disponíveis apontam não apenas para a efetividade clínica e terapêutica da técnica, mas também para a possibilidade de melhorias no desempenho físico<sup>6</sup>, gerenciamento da pressão arterial e diminuição da dor muscular tardia<sup>56</sup>, podendo assim, ser utilizado como um importante RE em diferentes para modalidades esportivas.

## **ETCC E EXERCÍCIO FÍSICO**

A falência na manutenção do desempenho (força, potência etc.) no exercício físico, deve-se não só a fatores periféricos, mas também, a uma falha no envio de impulsos nervosos comandados pelo SNC<sup>57-59</sup>. De acordo com esta hipótese, haveria prejuízo no recrutamento adequado de motoneurônios para manter o trabalho físico<sup>57-59</sup>. Esse processo, denominado de “fadiga central”, está associado ao declínio nas taxas de disparo dos motoneurônios<sup>58,59</sup> e diminuição da ativação muscular em exercícios máximos<sup>60</sup>.

Estudos que analisaram o efeito da ETCC anódica sobre o córtex motor revelaram melhora na função da mão não dominante de sujeitos saudáveis<sup>61,62</sup> em pacientes com acidente vascular cerebral<sup>40,63</sup>. Todavia, são escassos os estudos que investigam o papel da ETCC sobre o desempenho físico.

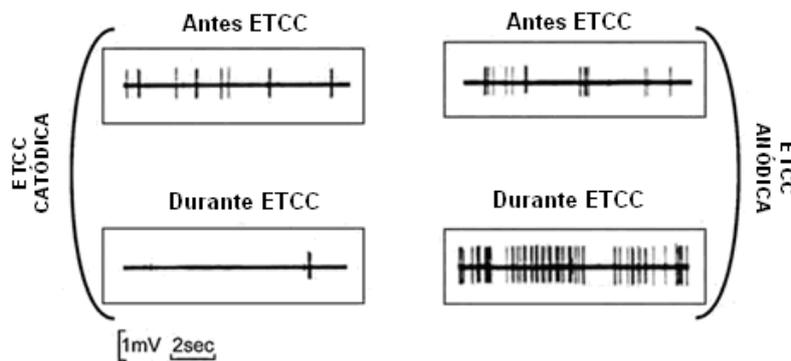
O estudo de Cogiamanian *et al.*<sup>6</sup> foi pioneiro na investigação do efeito da ETCC na fadiga neuromuscular e desempenho físico, em exercício isométrico. Para verificar o papel da ETCC nestes aspectos, os pesquisadores instruíram os participantes do estudo a executarem uma série de contrações voluntárias máximas

(CVM) medidas através de célula de carga e, logo após, a aplicação da ETCC (anódica, catódica ou *sham*) no córtex motor direito, realizaram exercício isométrico a 35% da CVM até a fadiga muscular.

Os resultados obtidos sugeriram que a ETCC anódica pode aumentar a atividade neuronal supraespinal, favorecendo uma facilitação prolongada sobre os neurônios corticoespinais. Desse modo, verificou-se que a ETCC anódica promoveu melhora de aproximadamente 5% do tempo de manutenção da flexão, em exercício isométrico submáximo, quando comparada às condições de estimulação catódica e placebo. Dentre os prováveis mecanismos que explicam tal resultado, encontram-se o aumento da excitabilidade cortical, ação neuromodulatória sobre áreas pré-motoras, diminuição da dor muscular tardia, aumento da motivação do sujeito ou melhorias na relação agonista-antagonista<sup>6</sup>.

## **MECANISMOS DE AÇÃO DA ETCC**

O mecanismo de ação da ETCC ainda não está totalmente explicado. Tem sido frequentemente, demonstrado que o estímulo anódico, aumenta a taxa de disparos espontâneos e a excitabilidade cortical pela despolarização das membranas dos neurônios, enquanto o catódico promove uma hiperpolarização neuronal e, conseqüentemente, uma diminuição nos disparos neuronais e da excitabilidade<sup>17,18,42</sup> (Figura 2).



**Figura 2.** Ilustração do mecanismo fisiológico durante (primeira linha) e durante ETCC (segunda linha da figura) anódica (lado direito) e catódica (lado esquerdo da figura) em animais (adaptado de Utz *et al.*<sup>42</sup>).

Estudos farmacológicos revelaram que bloqueadores dos canais iônicos voltagem dependentes, tais como: flunarizine (inibidor do canal de cálcio) e carbamazepina (inibidor do canal de sódio), diminuem, ou até mesmo, eliminam os efeitos da ETCC anódica<sup>64,65</sup>. Por outro lado, a dextrometorfana antagonista do receptor N-metil-D-aspartado (NMDA) elimina os efeitos pós ETCC, tanto para a estimulação anódica quanto catódica<sup>65</sup>, enquanto D-cyclocerin, agonista desse receptor, prolonga o efeito de excitabilidade pós ETCC anódica<sup>66</sup>.

Baseado nesses achados, Liebetanz *et al.*<sup>64</sup> e Nitsche, *et al.*<sup>65</sup> evidenciaram a importância desses receptores na promoção dos efeitos em longo prazo da ETCC, principalmente quando se considera o crescente conhecimento sobre o envolvimento dos receptores NMDA em relação aos mecanismos de plasticidade cortical, como os de potenciação de longo-prazo (PLP) ou depressão de longo-prazo (DLP).

Resultados semelhantes foram encontrados pelo mesmo grupo de pesquisadores em resposta à anfetamina<sup>67</sup>. Com administração do propranolol, antagonista  $\beta$ -adrenérgico, ocorreu diminuição dos efeitos pós-ETCC anódica e catódica, indicando que uma determinada quantidade de atividade adrenérgica

parece ser necessária para consolidação de ambos os mecanismos de neuroplasticidade<sup>68</sup>. Já Ardolino *et al.*<sup>68</sup> consideraram que os efeitos duradouros da ETCC têm mecanismos de ação baseados em mudanças da função da membrana neuronal. Os autores consideraram que tais mudanças podem ter como base alterações das proteínas transmembranas e mudanças na concentração de hidrogênio com base na eletrólise induzida pela exposição constante ao campo elétrico.

Os efeitos após ETCC também são afetados por neuromoduladores, como a dopamina, acetilcolina e adrenalina<sup>64,66,69</sup>. A partir dessas informações, Nitsche *et al.*<sup>70</sup> aplicaram a ETCC associada com Citalopram (inibidor da re-captção de serotonina) para aumentar a atividade serotoninérgica. Obteve-se como resultado, uma ação mais duradora da ETCC anódica (até a noite do dia posterior à estimulação), ocorrendo o inverso com a estimulação catódica. Esses achados sugerem que o Citalopram pode facilitar os efeitos positivos da excitação anódica.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Embora limitada, a literatura aponta para possíveis novas estratégias de RE de ação central a serem utilizados para melhorar o desempenho físico. Portanto, ainda não há consenso sobre o uso do EBSC, especialmente, como uma forma de substituir a ingestão BCE em exercícios com duração de ~ 60 min. Ainda assim, deve ser enfatizado que em alguns estudos com EBSC, onde os estoques de glicogênio hepático encontravam-se adequados os benefícios ergogênicos foram encontrados. Já com relação a ETCC, este, demonstra ser uma ferramenta promissora no campo do esporte, uma vez que foi capaz de retardar a fadiga neuromuscular. Todavia, mais estudos devem ser realizados no sentido de

investigar a participação destes RE em várias modalidades esportivas com diferente duração e intensidade. Além disso, deve-se verificar a possível influência destes procedimentos sob diferentes aspectos, tais como: tempo, intensidade e áreas estimuladas pela ETCC, bem como avaliar a função dos receptores de CHO na cavidade oral em estados de alimentação variados.

## REFERÊNCIAS

1. Thein LA, Thein JM, Landry GL. Ergogenic aids. *Phys Ther* 1995;75(5):426-39.
2. Carter JM, Jeukendrup AE, Jones DA. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(12):2107-11.
3. Rollo I, Williams C, Gant N, Nute M. The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008;18(6):585-600.
4. Chambers ES, Bridge MW, Jones DA. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *J Physiol* 2009;587(8):1779-94.
5. Pottier A, Bouckaert J, Gilis W, Roels T, Derave W. Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(1):105-11.
6. Cogiamanian F, Marceglia F, Ardolino G, Barbieri S, Priori A. Improved isometric force endurance after transcranial direct current stimulation over the human motor cortical areas. *Eur J Neurosci* 2007;26(1):242-9.

7. Coggan AR, Coyle EF. Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. *J Appl Physiol* 1987;63(6):2388–95.
8. Yaspelkis BB, Patterson JG, Anderla PA, Ding Z, Ivy JL. Carbohydrate supplementation spares muscle glycogen during variable-intensity exercise. *J Appl Physiol* 1993;75(4):1477-85.
9. Jeukendrup, AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 2004; 20(7):669–77.
10. Neuffer PD, Costill DL, Flynn MG, Kirwan JP, Mitchell JB, Houmard J. Improvements in exercise performance: effects of carbohydrate feedings and diet. *J Appl Physiol* 1987;62(3):983–8.
11. Anantaraman R, Carmines AA, Gaesser GA, Weltman A. Effects of carbohydrate supplementation on performance during 1 hour of high intensity exercise. *Int J Sports Med* 1995;16(7):461–5.
12. Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *Int J Sports Med* 1997;18(2):125–9.
13. Palmer GS, Clancy MC, Hawley JA, Rodger IM, Burke LM, Noakes TD. Carbohydrate ingestion immediately before exercise does not improve 20km time trial performance in well trained cyclists. *Int J Sports Med* 1998;19(6):415–8.
14. Clark VR, Hopkins WG, Hawley JA, Burke LM. Placebo effect of carbohydrate feedings during a 40-km cycling time trial. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):1642–7.

15. Desbrow B, Anderson S, Barrett J, Rao E, Hargreaves M. Carbohydrate-electrolyte feedings and 1 h time trial cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004;14(5):541–9.
16. Carter JM, Jeukendrup AE, Mann CH, Jones DA. The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(9):1543-50.
17. Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol* 2000; 527(Pt 3):633–9.
18. Nitsche MA, Liebetanz D, Antal A, Lang N, Tergau F, Paulus W. Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation-technical, safety and functional aspects. *Suppl Clin Neurophysiol* 2003;56:255-76.
19. Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1h time-trial cycling performance. *Int J Sports Med* 1997;18:125–9.
20. Whitham M, McKinney J. Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance. *J Sports Sci* 2007;25(12):1385-92.
21. Rollo I, Cole M, Miller R, Williams C. Influence of mouth rinsing a carbohydrate solution on 1-h running performance. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(4):798-804.
22. Rollo I, Williams C, Nevil M. Influence of ingesting versus mouth rinsing a carbohydrate solution during a 1-h run. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(3):468-75.

23. Chong E, Guelfi KJ, Fournier PA. Effect of a carbohydrate mouth rinse on maximal sprint performance in competitive male cyclists. *J Sci Med Sport* 2011;14(2):162-7.
24. McConell GK, Canny BJ, Daddo MC, Nance MJ, Snow RJ. Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle metabolism during intense endurance exercise. *J Appl Physiol* 2000;89:1690–8.
25. Jeukendrup AE, Hopkins S, Aragon-Vargas LF, Hulston C. No effect of carbohydrate feeding on 16 km cycling time trial performance. *Eur J Appl Physiol* 2008;104:831–7.
26. Jeukendrup AE, Raben A, Gijzen A, Stegen JH, Brouns F, Saris WH, *et al.* Glucose kinetics during prolonged exercise in highly trained human subjects: effect of glucose ingestion. *J Physiol (Lond)* 1999; 515:579–89.
27. Nikolopoulos V, Arkinstall MJ, Hawley JA. Reduced neuromuscular activity with carbohydrate ingestion during constant load cycling. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004;14:161–70.
28. Beelen M, Berghuis J, Bonaparte B, Ballak SB, Jeukendrup AE, Van Loon LJ. Carbohydrate mouth rinsing in the fed state: lack of enhancement of time-trial performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009;19(4):400-9.
29. Simon SA, de Araujo IE, Gutierrez R, Nicolelis MA. The neural mechanisms of gustation: a distributed processing code. *Nat Rev Neurosci* 2006;7(11):890-901.
30. Small DM, Bender G, Veldhuizen MG, Rudenga K, Nachtigal D, Felsted J. The role of the human orbitofrontal cortex in taste and flavor processing. *Ann N Y Acad Sci* 2007;1121:136–51.

31. Augustine JR. Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans, *Brain Res Brain Res Rev* 1996; 22(3):229-44.
32. Frank GK, Oberndorfer TA, Simmons AN, Paulus MP, Fudge JL, Yang TT *et al.* Sucrose activates human taste pathways differently from artificial sweetener. *Neuroimage* 2008;39:1559– 69.
33. Haase L, Cerf-Ducastel B, Murphy C. Cortical activation in response to pure taste stimuli during the physiological states of hunger and satiety. *Neuroimage* 2009;44:1008–21.
34. St Clair Gibson A, Baden DA, Lambert MI, Lambert EV, Harley YX, Hampson D, *et al.* The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Med* 2003;33(3):167-76.
35. Williamson JW, McColl R, Mathews D, Ginsburg M, Mitchell JH. Activation of the insular cortex is affected by the intensity of exercise. *J Appl Physiol* 1999; 87(3):1213-19.
36. Sidhu SK, Bentley DJ, Carroll TJ. Locomotor exercise induces long-lasting impairments in the capacity of the human motor cortex to voluntarily activate knee extensor muscles. *J Appl Physiol* 2009;106(2):556-65.
37. Gant N, Stinear CM, Byblow WD. Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. *Brain Res* 2010;1350:151-8.
38. Lambert EV, St Clair Gibson A, Noakes TD. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *Br J Sports Med* 2005;39:52–62.
39. St Clair Gibson A, Lambert ML, Noakes TD. Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sports Med* 2001;31(9):637–50.

40. Bortolotti H, Altimari LR, Vito-Costa M, Cyrino ES. Enxágue bucal com carboidrato: recurso ergogênico capaz de otimizar o desempenho físico. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011;13(2):158-61.
41. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *Neuroscientist* 2011;17(1):37-53.
42. Utz KS, Dimova V, Oppenlander K, Kerkhoff G. Electrified minds: transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology--a review of current data and future implications. *Neuropsychologia* 2010;48(10):2789-810.
43. Nitsche MA, Liebetanz D, Lang N, Antal A, Tergau F, Paulus W. Safety criteria for transcranial direct current stimulation (tDCS) in humans. *Clin Neurophysiol* 2003;114(11):2220-2.
44. Nitsche MA, Paulus W. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology* 2001; 57(10):1899-901.
45. Nitsche MA, Liebetanz D, Antal A, Lang N, Tergau F, Paulus W. Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation--technical, safety and functional aspects. *Suppl Clin Neurophysiol* 2003; 56:255-76.
46. Liebetanz D, Koch R, Mayenfels S, König F, Paulus W, Nitsche MA. Safety limits of cathodal transcranial direct current stimulation in rats. *Clin Neurophysiol* 2009;120(6):1161-7.
47. Boggio PS, Ferrucci R, Rigonatti SP, Covre P, Nitsche M, Pascual-Leone A, *et al.* Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences* 2006;249(1):31-8.

48. Fregni F, Boggio PS, Santos MC, Lima M, Vieira AL, Rigonatti SP, et al. Noninvasive cortical stimulation with transcranial direct current stimulation in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2006;21(10):1693-702.
49. Boggio PS, Alonso-Alonso M, Mansur CG, Rigonatti SP, Schlaug G, Pascual-Leone A, et al. Hand function improvement with low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation of the unaffected hemisphere in a severe case of stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85(11):927-30.
50. Boggio PS, Berman F, Vergara AO, Muniz AL, Nahas FH, Leme PB, et al. Go-no-go task performance improvement after anodal transcranial DC stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex in major depression. *J Affect Disord* 2007;101(1-3):91-8.
51. Boggio PS, Rigonatti SP, Ribeiro RB, Myczkowski ML, Nitsche MA, Pascual-Leone A, et al. A randomized, double-blind clinical trial on the efficacy of cortical direct current stimulation for the treatment of major depression. *Int J Neuropsychopharmacol* 2007;11:1-6.
52. Fregni F, Boggio PS, Nitsche MA, Rigonatti SP, Pascual-Leone A. Cognitive effects of repeated sessions of transcranial direct current stimulation in patients with depression. *Depress Anxiety* 2006;23(8):482-4.
53. Fregni F, Boggio PS, Lima MC, Ferreira MJ, Wagner T, Rigonatti SP, et al. A sham-controlled, phase II trial of transcranial direct current stimulation for the treatment of central pain in traumatic spinal cord injury. *Pain* 2006;122(1-2):197-209.
54. Fregni F, Freedman S, Pascual-Leone A. Recent advances in the treatment of chronic pain with non-invasive brain stimulation techniques. *Lancet Neurology* 2007;6(2):188-91.

55. Fregni F, Gimenes R, Valle AC, Ferreira MJ, Rocha RR, Natalle L, et al. A randomized, sham-controlled, proof of principle study of transcranial direct current stimulation for the treatment of pain in fibromyalgia. *Arthritis Rheum* 2006;54(12):3988-98.
56. Fregni F, Pascual-Leone A. Technology Insight: noninvasive brain stimulation in neurology - perspectives on the therapeutic potential of rTMS and tDCS. *Nature Clinical Practice Neurology* 2007;3(7):383-93.
57. Taylor JL, Butler JE, Gandevia SC. Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *Eur J Appl Physiol* 2000;83(2-3):106-15.
58. Taylor JL, Petersen N, Butler JE, Gandevia SC. Ischaemia after exercise does not reduce responses of human motoneurons to cortical or corticospinal tract stimulation. *J Physiol* 2000;525 (Pt 3):793-801.
59. Taylor JL, Gandevia SC. Transcranial magnetic stimulation and human muscle fatigue. *Muscle Nerve* 2001;24(1):18-29.
60. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001;81(4):1725-89.
61. Bigland-Ritchie B, Johansson R, Lippold OC, Smith S, Woods JJ. Changes in motoneurone firing rates during sustained maximal voluntary contractions. *J Physiol* 1983;340:335-46.
62. Boggio PS, Castro LO, Savagim EA, Braitte R, Cruz VC, Rochas RR, et al. Enhancement of non-dominant hand motor function by anodal transcranial direct current stimulation. *Neurosci Lett* 2006;404:232-6.

63. Hummel F, Cohen LG. Improvement of motor function with noninvasive cortical stimulation in a patient with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2005;19(1):14-9.
64. Liebetanz D., Nitsche MA, Tergau F, Paulus W. Pharmacological approach to the mechanisms of transcranial DC-stimulation-induced after-effects of human motor cortex excitability. *Brain* 2002;125(Pt 10):2238–47.
65. Nitsche, MA, Fricke K, Henschke U, Schlitterlau A, Liebetanz D, Lang N, *et al.* Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *J Physiol* 2003;553(Pt1):293–301.
66. Nitsche MA, Jaussi W, Liebetanz D, Lang N, Tergau F, Paulus W. Consolidation of human motor cortical neuroplasticity by D-cycloserine. *Neuropsychopharmacology* 2004;29(8):1573–8.
67. Nitsche MA, Grundey J, Liebetanz D, Lang N, Tergau F, Paulus W. Catecholaminergic consolidation of motor cortical neuroplasticity in humans. *Cereb Cortex* 2004;14(11):1240-5.
68. Ardolino G, Bossi B, Barbieri S, Priori A. Non-synaptic mechanisms underlie the after-effects of cathodal transcutaneous direct current stimulation of the human brain. *J Physiol* 2008;568(Pt 2):653–63.
69. Kuo MF, Grosch J, Fregni F, Paulus W, Nitsche MA. Focusing effect of acetylcholine on neuroplasticity in the human motor cortex. *J Neurosci.* 2007;27(52):14442-7.
70. Nitsche MA, Kuo MF, Karrasch R, Wachter B, Liebetanz D, Paulus W. Serotonin affects transcranial direct current-induced neuroplasticity in humans. *Biol Psychiatry* 2009;66(5):503-8.

**2º artigo: artigo original**

MOURA, ISC; GERALDES AAR; OKANO AH. **Efeito do enxágue bucal com carboidrato associado à estimulação tanscraniana por corrente contínua no desempenho e percepção subjetiva do esforço durante exercício submáximo.**

## RESUMO

O enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) são potenciais recursos ergogênicos (RE) com ação no sistema nervoso central (SNC), capazes de retardar o aparecimento da fadiga e melhorar o desempenho do exercício. No presente estudo, verificou-se o efeito do uso concomitante de EBSC e ETCC anódica no desempenho físico e na percepção subjetiva do esforço (PSE) de mulheres submetidas a exercício físico dinâmico “aberto” e submáximo. Onze voluntárias jovens saudáveis ( $24 \pm 3$  anos) realizaram quatro ensaios experimentais, em ordem aleatória, cada um composto por 20 minutos de ETCC anódica ou *sham*, seguido de exercício no cicloergômetro, a 60% da potência máxima, até a exaustão voluntária. No início e durante o exercício aberto, os participantes realizaram enxágue bucal com uma das seguintes soluções: 25 ml de solução de carboidrato (EBSC) ou solução placebo (EBSP). O tempo de exaustão foi determinado no final do exercício sendo a PSE e a Frequência Cardíaca (FC) verificadas a cada intervalo de seis minutos ao longo do exercício. Os dados são apresentados como média  $\pm$  DP. As alterações verificadas nas variáveis, durante o exercício, foram analisadas através da ANOVA *one-way*, e as dos grupos, analisadas pela ANOVA *two-way* por medidas repetidas. Quando necessário, a significância ( $P < 0,05$ ) foi confirmada com auxílio do *post hoc* de Tukey. Não foram verificadas diferenças significativas na FC entre os grupos no final do exercício. Entretanto, o tempo até a exaustão foi significativamente maior para a ETCC anódica, associada ao EBSC ( $43 \pm 3,7$  min), quando comparada a ETCC placebo (*sham*) associada ao EBSP ( $29 \pm 3$  min) ( $P < 0,05$ ). Aos 30 min de exercício, a PSE foi significativamente menor ( $P < 0,05$ ) na ETCC anódica associada ao EBSC ( $16,2 \pm 2,0$ ) em comparação com ETCC *sham* associada ao EBSP ( $18,6 \pm 0,7$ ) e ETCC

Sham associada ao EBSC ( $17,5 \pm 0,9$ ). Os resultados sugerem que o uso do EBSC e da ETCC, isoladamente ou em combinação, podem retardar o aparecimento da fadiga e melhorar o desempenho do exercício e reduzir a PSE.

**Palavras-chave:** estimulação cerebral, fadiga, enxágue bucal, desempenho esportivo.

## ABSTRACT

Both, mouth rinse carbohydrate (MRC) and transcranial direct current stimulation (tDCS) are potential ergogenics aid acting (EA) on the central nervous system in an attempt to delay the onset of fatigue and enhance exercise performance. In the present study, we determined the effect of concurrent use of MRC and anodal tDCS on physical performance and rating of perceived exertion (RPE) at women undergoing submaximal dynamic open exercise. Eleven healthy young women volunteers ( $24 \pm 3$  years) performed four experimental trials, in random order, each consisting of 20 minutes of anodal tDCS or sham followed by cycling at 60% maximal power output until, with encouragement, they reached volitional exhaustion (time to exhaustion). At rest and during open exercise, subjects rinsed the mouth either of the following: 25 mL carbohydrate solution (MRC) or a placebo (MRP). Time to exhaustion was determined at the end of the exercise and RPE and heart rate (HR) was obtained at 6 min intervals throughout the exercise period. The data are presented as the mean  $\pm$  SD. Changes in the variables between time points were analysed by a one-way ANOVA, and the group changes were evaluated by a two-way ANOVA for repeated measures. Significance ( $P < 0.05$ ) was confirmed using the Tukey post hoc test. HR were not significantly different between the groups at the end exercise. On the other hand, time to exhaustion were significantly higher with anodal tDCS plus MRC ( $43 \pm 3,7$  min) than Sham tDCS and MRP ( $29 \pm 3$  min) ( $P < 0,05$ ). At 30 min of exercise, the RPE was significantly lower ( $P < 0.05$ ) in the anodal tDCS plus MRC ( $16.2 \pm 2.0$ ) compared with Sham tDCS plus MRP ( $18.6 \pm 0.7$ ) and Sham tDCS plus MRC ( $17.5 \pm 0.9$ ). The present results suggest that the use of MRC or tDCS, either alone or in combination,

can to delay the onset of fatigue and to improve exercise performance and decrease RPE.

**Keywords:** cerebral stimulation, fatigue, mouth rinse, performance.

## INTRODUÇÃO

A busca pela compreensão dos mecanismos da fadiga central durante o exercício tem levado ao surgimento de diversos estudos, incluindo aqueles que relacionam as regiões anatómicas do cérebro que parecem se relacionar com a modulação das sensações corporais<sup>1</sup>. Apesar da principal área cerebral responsável, ainda ser desconhecida, são crescentes as evidências da participação do córtex insular, do córtex cingulado anterior e do tálamo no mecanismo de regulação da percepção subjetiva do esforço (PSE) durante o exercício<sup>2,3,4</sup>.

Assim, o desenvolvimento de recursos ergogênicos (RE) com possíveis ações no sistema nervoso central (SNC), objetivando retardar a fadiga central, tem despertado o interesse da comunidade científica. Nessa direção, o enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC)<sup>5-8</sup> e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)<sup>9</sup> são dois recursos, bastante promissores na área do esporte de rendimento<sup>10,11</sup>.

Alguns estudos têm demonstrado que a simples presença de carboidrato (CHO) na cavidade oral é capaz de promover melhoria no desempenho físico<sup>5-8</sup>. Tal hipótese tem sido testada em diversas intervenções objetivando a melhora do desempenho físico em exercícios físicos de intensidade moderada a intensa, (>70%VO<sub>2max</sub>) com duração aproximada de 60 minutos<sup>5-8,12-14</sup>.

A ETCC é uma técnica neuromodulatória, que consiste na aplicação de uma corrente elétrica constante, imposta por meio de um par de eletrodos de superfície (ânodo e cátodo)<sup>15</sup>. Enquanto, o estímulo da corrente anódica aumenta a excitabilidade, o estímulo de corrente catódica tem o efeito oposto<sup>15</sup>. No que se refere ao uso da ETCC como RE, Cogiamanian *et al.*<sup>9</sup>, em estudo pioneiro, verificaram que após a aplicação de uma corrente anódica sobre a área do córtex

motor, o tempo de *endurance* da contração isométrica dos músculos flexores do cotovelo foi aumentado.

A despeito das evidências citadas, pesquisas realizadas com estes prováveis RE, ainda são limitadas. Adicionalmente, durante a revisão de literatura realizada, não se encontrou estudos que, até o momento, tenham investigado os efeitos do uso simultâneo do EBSC e da ETCC como RE, em exercício dinâmico e “aberto” (exercício em que o tempo para o término é determinado pelo próprio sujeito, em decorrência da sensação de exaustão), com a finalidade de melhorar o desempenho físico.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi verificar o efeito do uso simultâneo do EBSC e ETCC anódica, sobre o desempenho físico e a PSE de mulheres submetidas a exercício físico dinâmico e “aberto” submáximo. Hipotetiza-se que a ETCC anódica e EBSC, separadamente e/ou concomitantemente, possam ativar regiões cerebrais (ex: córtex insular e motor), que melhorarem o desempenho físico através da redução da PSE e retardo na instauração da fadiga.

## **MÉTODOS**

### **Sujeitos**

A seleção dos sujeitos foi realizada de maneira não probabilística e objetiva. Sendo assim, depois de terem sido dadas as informações sobre os possíveis riscos e benefícios da participação no estudo, fornecidas durante palestras realizadas em uma Faculdade de Educação Física do Município de Maceió, dentre o universo de 100 estudantes do sexo feminino, 15 se ofereceram como voluntárias para servirem como sujeitos do estudo.

Para ser incluída na amostra, a voluntária deveria: não apresentar doenças que pudessem ser agravadas ou restringissem sua participação no estudo e ser fisicamente ativa, entretanto, não praticar como atividade principal, o ciclismo (*outdoor* ou *indoor*). Para este estudo, foram considerados fisicamente ativos, os sujeitos que praticavam atividades aeróbicas com duração e frequência semanal mínimas de, respectivamente, 60 minutos e três dias. Tais informações foram coletadas através de entrevista.

Foram excluídos da amostra, os sujeitos que não completassem todas as etapas do estudo e os que, durante o teste incremental máximo, não conseguissem atingir uma carga mínima de 120 watts (W). Portanto, quatro mulheres foram excluídas da amostra, duas por não terem conseguido atingir a carga mínima no teste incremental e duas por não terem completado todas as etapas do estudo. Sendo assim, participaram da amostra final, 11 mulheres com idade, estatura, massa corporal e IMC médios de, respectivamente:  $24 \pm 3,0$  anos,  $1,60 \pm 5,8$  metros,  $59,8 \pm 5,5$  Kg e  $23,8 \pm 3,2$  kg/m<sup>2</sup>.

Como preconizado pelas normas para a realização de pesquisa em seres humanos da resolução 196 do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/96, antes do início do experimento, todos os assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Todas as etapas deste estudo foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Alagoas.

### **Desenho experimental**

Os sujeitos foram instruídos a não realizarem atividades físicas vigorosas nem fazer uso de bebidas alcoólicas, cafeína e tabaco, durante as 24h que antecederem a realização dos testes. Adicionalmente, solicitou-se aos mesmos

que permanecessem em jejum durante as três a quatro horas antes da realização do teste.

Para investigação do efeito da ETCC e do EBSC sobre o desempenho físico e a PSE, foram realizadas seis visitas intercaladas ao laboratório, respeitando o intervalo de uma semana entre as mesmas. Na primeira visita, foram realizadas as medidas antropométricas e o processo de familiarização dos sujeitos com o ciclo ergômetro e o aparelho de estimulação elétrica. Na segunda visita, as voluntárias foram submetidas ao teste incremental máximo no ciclo ergômetro, para estabelecer a carga máxima no teste, expressa em watts (W).

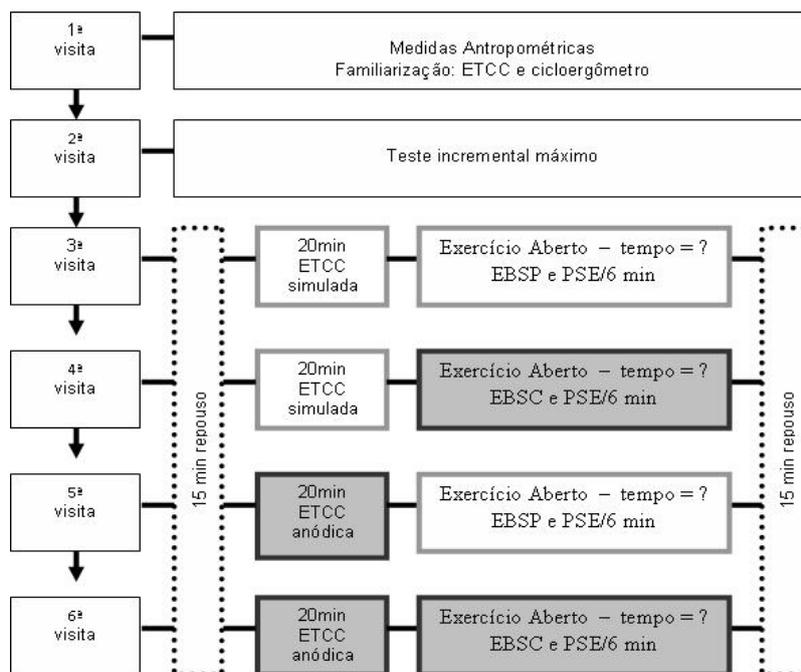
Nas demais visitas (3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>), as voluntárias permaneciam em repouso, durante 15 min, antes de serem submetidas aos procedimentos experimentais, dessa forma estabelecidos: aplicação da ETCC anódica (anod) ou *sham* (simulada), com duração de 20 min, seguida de exercício em cicloergômetro a 60% da carga máxima (W), até a exaustão voluntária (exercício aberto). Durante tal procedimento, no início e a cada seis minutos, as voluntárias realizavam o EBSC ou o Enxágue Bucal Solução Placebo (EBSP, representando uma simulação: PL) durante 10 s, sendo questionadas sobre a PSE.

Dessa forma, a cada sessão, as participantes foram submetidas, aleatoriamente aos seguintes tratamentos: (1) EBSP e ETCC simulada [PL - SHAM]; (2) EBSC e ETCC simulada [CHO - SHAM]; (3) EBSP e ETCC anódica (PL - ANOD); (4) EBSC e ETCC anódica [CHO – ANOD].

Para assegurar validade ecológica, além de terem sido avaliados, pelo mesmo avaliador experiente na rotina de testes, durante todo o experimento, os sujeitos eram cegos para as condições de teste, recebendo forte incentivo verbal durante o exercício em todas as situações. Durante a realização dos testes, a

temperatura ambiente do laboratório foi mantida em  $26,6 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ , com umidade relativa de  $71,2 \pm 3,1$ .

O desenho experimental utilizando no presente estudo pode ser observado na figura abaixo (Figura 1).



**Figura 1.** Desenho experimental dos procedimentos que foram adotados nas visitas. Após 15 minutos iniciais de repouso foi aplicada a ETCC anódica ou simulada (SHAM) durante 20 minutos. Posteriormente as participantes foram submetidas à sessão de exercício e a cada seis min enxaguavam a boca com uma solução de carboidrato ou solução placebo durante 10 s até a exaustão. Finalizado o exercício estas permaneciam mais 15 min em repouso.

### Teste incremental máximo

Antes da realização do teste incremental máximo, todas as participantes realizaram cinco minutos de aquecimento, com carga externa situada entre 30 e 40 W, mantendo 70 rotações por minuto (rpm). O aquecimento era realizado no mesmo cicloergômetro (*ERGO-FIT® model 167 cycle*, Pirmansens, Germany) no qual o teste

seria realizado. Logo após o aquecimento, era realizado o teste incremental, iniciado com carga de 15 W e incrementos de 15 W/min até a ocorrência da exaustão, mediante a incapacidade do sujeito em manter cadência estabelecida (<70rpm) por mais de cinco segundos consecutivos. A carga máxima foi definida como a maior intensidade mantida por pelo menos um minuto.

### **Testes de carga constante, PSE e FC**

Nos testes experimentais, os sujeitos foram submetidos a exercícios “abertos” no ciclo ergômetro, com potência fixa de 60% da carga máxima estabelecida individualmente, com 70 rpm.

A PSE foi determinada pela escala de BORG original, com escala entre seis e 20. Um quadro com a citada escala impressa ficava afixado em frente ao local do ciclo-ergômetro, enquanto os sujeitos realizavam os testes. As instruções sobre o uso da escala foram dadas a todos os sujeitos, antes da realização de cada teste, quando, todos os avaliados, relataram a sua sensação de percepção geral do corpo, a cada seis minutos.

Durante todos os testes, a FC foi continuamente verificada com auxílio de um cardiofrequencímetro, sendo registrada a cada seis minutos (*Polar RS800, Polar Electro, Kempele, Finlândia*).

### **Procedimentos da ETCC**

Durante a aplicação da ETCC, como proposto por Nitsche e Paulus<sup>15</sup>, a corrente elétrica foi aplicada através de um par de eletrodos (35 cm<sup>2</sup>) envolvidos por esponjas umedecidas com solução salina. Os dois eletrodos: ânodo e catodo, foram ligados a um estimulador elétrico contínuo, alimentados por três baterias (9V) em

paralelo. A saída máxima de energia foi de 10mA, sendo controlada por um multímetro digital profissional (EZA EZ 984, China) com um erro padrão de  $\pm 1,5\%$ .

Para a estimulação de polaridade anódica o ânodo foi colocado sobre o couro cabeludo na região T3 (lobo temporal esquerdo), localizado a 40% de distância à esquerda do ponto Cz (vértex), visando estimular o córtex insular esquerdo, de acordo com as normas internacionais de EEG 10-20, enquanto o cátodo foi colocado sobre a área supraorbital contralateral. Após a fixação dos eletrodos, uma corrente elétrica constante de 2mA foi aplicada por 20 min. Para evitar interrupções abruptas na condução da corrente, a intensidade era gradualmente regulada para cima ou para baixo durante os primeiros e os últimos oito a 10s de estimulação<sup>16,17</sup>.

Na condição de simulação (*sham*), os eletrodos foram colocados nas mesmas posições e a corrente era aplicada de 10-30s, de forma que os sujeitos experimentassem as mesmas sensações iniciais associadas com o início da estimulação (coceira e formigamento) sem induzir quaisquer efeitos reais<sup>17,18,19</sup>. As participantes eram cegas ao estímulo aplicado durante todas as intervenções.

### **Procedimento do EBSC**

No início e a cada seis minutos de exercício, as participantes enxaguavam a boca com 25 mL de solução com 6,4% de maltodextrina (incolor e sem sabor) ou 0,06 g/L de adoçante artificial, durante 10 segundos e, posteriormente, expeliam a solução em um recipiente. Os sujeitos eram cegos quanto à composição da solução utilizada em cada teste.

### **Procedimentos dietéticos**

Para minimizar as diferenças nas concentrações iniciais de glicogênio muscular, foi realizado um inquérito alimentar através do recordatório de 24h antes do primeiro dia de teste experimental (3ª visita). O inquérito alimentar foi copiado e repassado para cada uma das avaliadas, com a instrução de que as mesmas se esforçassem para tentar repetir o mesmo padrão de alimentação antes de cada uma das visitas posteriores.

### **Análise dos dados**

Os dados são apresentados através das médias e desvios-padrão. Após aplicação dos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e de igualdade de variância (teste de Levene), ANOVA *one-way* foi usada para verificar as diferenças no tempo de exaustão entre os grupos (tratamento) e uma ANOVA *two-way* (tratamento x tempo) por medidas repetidas foi usada para avaliar as diferenças na PSE. Um nível de significância ( $P < 0.05$ ) foi adotado usando teste *post hoc* de Tukey. A análise estatística foi realizada com auxílio do Software SPSS (versão 17).

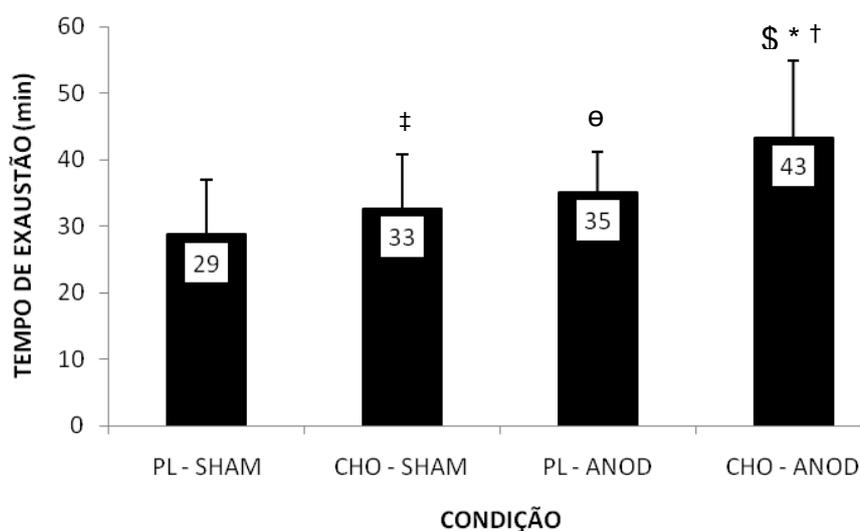
## **RESULTADOS**

### **Comportamento do Tempo de Exaustão**

Em todas as condições de tratamento, a FC foi similar no momento da exaustão, atingindo  $177 \pm 13,1$ ;  $173 \pm 14,0$ ;  $174 \pm 12,9$  e  $175 \pm 11,9$  batimentos.min<sup>-1</sup> entre os grupos PL-SHAM, CHO-SHAM, PL-ANOD e CHO-ANOD, respectivamente.

O tempo para atingir a exaustão entre os grupos foi de  $29 \pm 3,0$  min,  $33 \pm 3,2$  min,  $35 \pm 2,6$  min e  $43 \pm 3,7$  min em PL-SHAM, CHO-SHAM, PL-ANOD e CHO-ANOD, respectivamente, representando um aumento no tempo que precedeu a

exaustão de 12% na condição CHO – SHAM e 21% no grupo PL – ANOD quando comparado a situação PL – SHAM. No entanto, verificou-se que o tempo até a exaustão foi significativamente maior para o grupo CHO – ANOD ( $P < 0,05$ ), quando comparado a todos os outros grupos, representando um aumento de 32% em relação a PL – ANOD, como pode ser verificado na figura 2.



**Figura 2.** Efeito do enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) associado à estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) cnódica (Anod) no tempo de exaustão. Indivíduos submetidos aos tratamentos: enxágue bucal com solução placebo (EBSP) e ETCC simulada [PL - SHAM]; EBSC e ETCC simulada [CHO - SHAM]; EBSP e ETCC anódica (PL - ANOD); EBSC e ETCC anódica [CHO – ANOD]. §Diferença significativa de PL – SHAM. \*Diferença significativa de CHO – SHAM. †Diferença significativa de PL – ANOD ( $P < 0,05$ ). °Diferença significativa de PL – SHAM. ‡Diferença significativa de PL – SHAM ( $P < 0,05$ ).

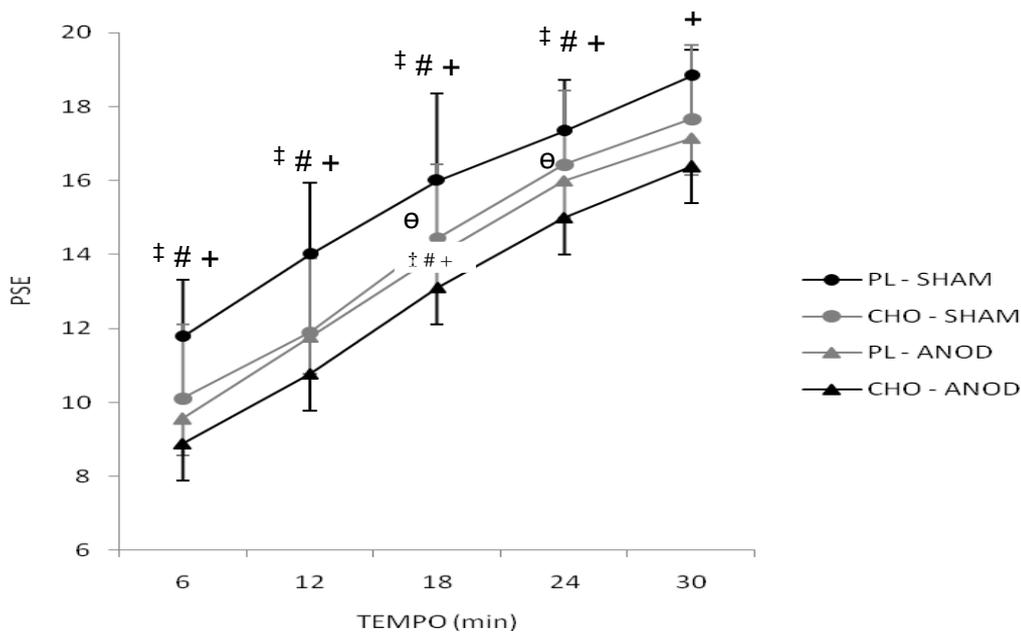
### Comportamento da PSE

A PSE aumentou gradualmente do início até o final do exercício em todos os grupos. Entretanto, como pode ser observado na Figura 3A, a comparação entre a

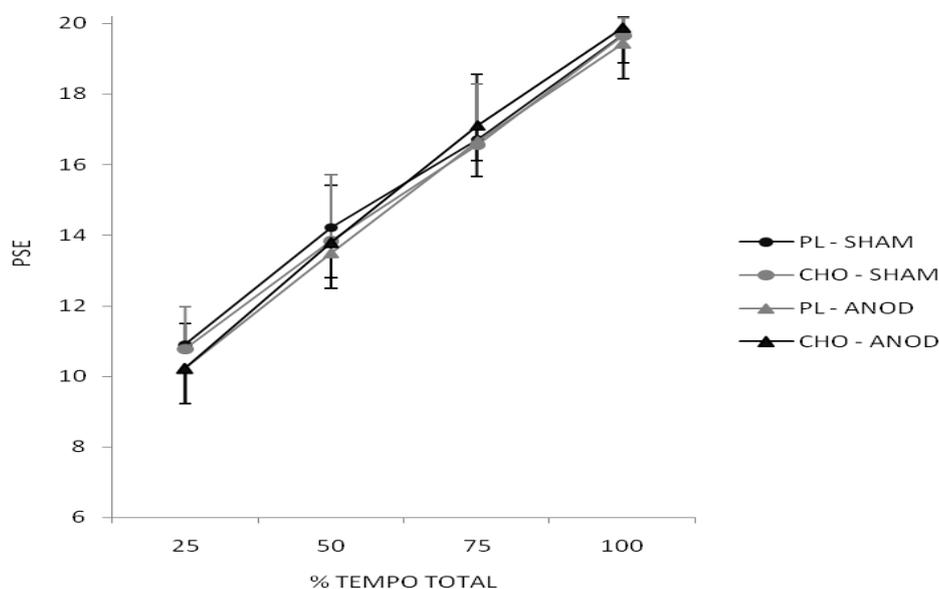
PSE e o tempo absoluto foi significativamente maior aos seis, 12, 18 e 24 min para PL – SHAM, quando comparado com os demais grupos ( $P < 0,05$ ).

Após 24 min, também foi observado um aumento da PSE vs tempo absoluto no grupo CHO-SHAM em relação ao CHO-ANOD ( $P < 0,05$ ). Aos 30 min, a PSE do grupo CHO-ANOD ( $16,2 \pm 2,0$ ) foi significativamente menor ( $P < 0,05$ ), quando comparada com os grupos PL-SHAM ( $18,6 \pm 0,7$ ) e CHO-SHAM ( $17,5 \pm 0,9$ ). Contudo, quando relacionada ao tempo total de exercício em termos percentuais, os valores da PSE não foram diferentes entre os grupos (Figura 3 B).

A)



B)



**Figura 3.** Efeito do enxágue bucal com solução de carboidrato (EBSC) associado à estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) anódica (Anod) na: (A) percepção subjetiva do esforço (PSE) vs tempo absoluto e (B) PSE vs percentual (%) de tempo total de exercício. Indivíduos submetidos aos tratamentos: enxágue bucal com solução placebo (EBSP) e ETCC simulada [PL - SHAM]; EBSC e ETCC simulada [CHO - SHAM]; EBSP e ETCC anódica (PL - ANOD); EBSC e ETCC anódica [CHO - ANOD]. †Diferença significativa de PL - SHAM vs CHO - SHAM. #Diferença significativa de PL - SHAM vs PL - ANOD. +Diferença significativa de PL - SHAM vs CHO - ANOD. °Diferença significativa de CHO - SHAM vs CHO-ANOD ( $P < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O tempo de exaustão das participantes no presente estudo foi 12% superior, quando se utilizou o EBSC, comparada com o EBSP. Parcialmente, isso pode ser explicado pela menor PSE encontrada durante o teste com EBSC. A melhora encontrada no desempenho corrobora os achados de outras pesquisas que confirmaram o efeito ergogênico do EBSC<sup>5-8</sup>. No entanto, tais estudos reportam

incrementos inferiores. Carter *et al.*<sup>5</sup> e Chambers *et al.*<sup>7</sup> avaliando ciclistas em testes de 60 min (75%  $W_{m\acute{a}x}$ ) verificaram aumento no desempenho físico em 2,9%. Pottier *et al.*<sup>8</sup> observaram incremento de 3,7%, para o mesmo tipo de exercício.

Estudos realizados com corredores por Rollo *et al.*<sup>6,13</sup> verificaram que o EBSC aumentou em 1,5% e 1,7% as distâncias percorridas em exercícios com duração de 60 min<sup>13</sup> e 30 min<sup>6</sup>, respectivamente. Assim, tais resultados parecem indicar que o EBSC tem um efeito mais pronunciado em exercício submáximo e “aberto” do que em exercícios com tempo determinado para terminar (~30 – 60 min).

Outro achado relevante para o presente estudo refere-se ao comportamento da PSE. Em estudos anteriores, apesar de o desempenho ter melhorado, não foram verificadas diferenças na PSE, durante os experimentos<sup>5-8</sup>. Uma possível explicação para tal achado consiste no fato de que, nestes estudos, os sujeitos aumentaram a intensidade do exercício (demonstrada pelo aumento da potência), entretanto, permaneceram com a mesma PSE. Desta forma, pode-se levantar a hipótese de que, mais uma vez, o tipo de exercício físico utilizado na presente investigação (aberto e com carga constante), pode ter contribuído para as diferenças encontradas na PSE.

Uma possível explicação na melhora do desempenho e na redução da PSE verificada, pode estar associada a mecanismos centrais, provavelmente, pelo aumento da capacidade do córtex motor (facilitada pelo córtex insular) em recrutar os músculos esqueléticos para a produção de potência durante esforços de longa duração<sup>20</sup>, além da ativação de centros cerebrais responsáveis pela motivação e prazer/recompensa e áreas responsáveis pela PSE<sup>5,7,8</sup>.

Apesar da melhora no desempenho com o EBSC, descrito anteriormente, ainda não há consenso sobre o uso do EBSC, especialmente, como uma forma de substituir a ingestão de bebida carboidratada eletrolítica (BCE) em exercícios com duração de ~ 60min. Nesse sentido, recentemente, Rollo *et al.*<sup>14</sup> investigaram a influência da ingestão de uma Bebida Carboidratada Eletrolítica (BCE) *versus* enxágue bucal no desempenho de corredores e observaram benefício ergogênico apenas com a ingestão. Por outro lado, o estudo de Pottier *et al.*<sup>8</sup> utilizando como amostra ciclistas, observou apenas benefício no desempenho com EBSC.

Da mesma maneira que o EBSC, a ETCC também vem sendo referida como um possível RE<sup>9,11</sup>. Um estudo pioneiro da ETCC no campo do desempenho físico foi realizado por Cogiamanian *et al.*<sup>9</sup>. No citado estudo, verificou-se que após a aplicação de corrente anódica sobre a área do córtex motor, o tempo de *endurance* da contração isométrica dos flexores do cotovelo foi aumentado. No presente estudo, também foi verificado que a ETCC anódica, no lobo temporal esquerdo, melhorou o desempenho físico das participantes, além de diminuir a PSE, quando comparada à estimulação simulada (*sham*).

Algumas hipóteses sobre o mecanismos de ação do ETCC na melhora do desempenho são encontrados na literatura<sup>9,11,21</sup>. Tem sido demonstrado que a ETCC anódica induz alterações no potencial de repouso das membranas neuronais, favorecendo a despolarização e aumentando a taxa de disparo espontâneo<sup>15</sup>. Além disso, a ETCC também parece produzir um aumento local da concentração do HbO<sub>2</sub> no tecido cerebral<sup>22</sup>. Assim, especula-se que a estimulação anódica possa melhorar o desempenho através de uma maior disponibilidade de oxigênio cerebral após o término da estimulação<sup>22</sup>.

No presente estudo optou-se por colocar o eletrodo anódico na região T3 (lobo temporal esquerdo), pois, embora a ETCC estimule, diretamente, apenas a área cortical abaixo do eletrodo, também pode modular áreas subcorticais, visto que, existem redes neuronais de conexões entre os córtex<sup>23,24,25</sup>. Portanto, é provável que a ETCC, aplicada sobre esta região possa ter modulado áreas subcorticais, tais como córtex insular esquerdo e alterado a PSE. Com base nesses achados, pode-se sugerir que, como proposto anteriormente por St Clair Gibson *et al.*<sup>1,26</sup>, a PSE não seja apenas o resultado direto do *feedback* aferente dos sistemas periféricos, desempenhando, também, papel na regulação de antecipação de exercício, mesmo quando o ritmo de trabalho é fixo.

Ao analisarmos a associação entre o EBSC e a ETCC, observou-se que os resultados no desempenho e na PSE foram potencializados quando comparado com a situação PLAC- SHAM, demonstrando que a junção destes dois RE possa vir a ser, uma estratégia interessante no campo do esporte de rendimento. Um ponto em comum entre os dois RE aqui investigados, refere-se ao mecanismo de ação. Ou seja, ambas as estratégias parecem atuar como sinais aferentes positivos, ativando áreas do cérebro relacionadas com a PSE (ex: córtex insular e motor) capazes de modificar a saída motora para músculos em atividade, e conseqüentemente, aumentar a produção de trabalho, protelando a ocorrência da fadiga<sup>5,7,9</sup>.

Tal sugestão é reforçada pelo estudo de Gant *et al.*<sup>27</sup> quando os autores verificaram que a presença do CHO na cavidade oral facilitou o envio de estímulo motor para os músculos exigidos durante o esforço, quando comparada a SP, o que contribuiu para a melhora no desempenho da força manual. Embora a área do cérebro analisada por aquele estudo: córtex motor (M1) tenha sido diferente da área onde se aplicou a ETCC na presente investigação (T3), estudos sugerem que o

córtex insular projeta neurônios para o córtex motor, desta forma acredita-se que o córtex insular pode ser uma possível rota de ativação do córtex motor ipsilateral<sup>25</sup>. Assim, a associação do EBSC com a ETCC pode ter potencializado a ativação tanto do córtex insular quanto do córtex motor, promovendo um melhor desempenho quando comparada a utilização destes RE de forma isolada.

## CONCLUSÃO

De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que verificou a associação entre a ETCC e o EBSC, como RE, na melhora do desempenho e PSE em exercício dinâmico e aberto. Tanto a ETCC anódica, aplicada sobre a região T3, quanto o EBSC usados isoladamente ou associados, aumentaram significativamente o desempenho físico e diminuíram a PSE. No entanto, apesar de ferramentas promissoras nesta área, ainda é cedo para recomendar o uso destes RE associados. Sugere-se, que outras pesquisas, acompanhadas por exames de neuroimagem, e monitoramento de parâmetros fisiológicos mais precisos, tais como a variabilidade da frequência cardíaca, confirmem estes resultados esclarecendo melhor os mecanismos fisiológicos, através dos quais a ETCC e o EBSC melhoram o desempenho e diminuem a PSE, bem como a participação do córtex insular e outras regiões do cérebro nesse processo.

## REFERÊNCIAS

1. St Clair Gibson A, Baden DA, Lambert MI, Lambert EV, Harley YX, Hampson D, *et al.* The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Med* 2003;33(3):167-76.

2. Lambert EV, St Clair Gibson A, Noakes TD. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *Br J Sports Med* 2005;39(1):52–62.
3. Stein DJ, Collins M, Daniels W, Noakes TD, Zigmond MM. Mind and Muscle: the cognitive-affective neuroscience of exercise. *CNC Spectr* 2007;12(1):19-22.
4. Williamson JW, Fadel PJ, Mitchell JH. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. *Exp Physiol* 2006;91(1):51-8.
5. Carter JM, Jeukendrup AE, Jones DA. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(12):2107-11.
6. Rollo I, Williams C, Gant N, Nute M. The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008;18(6):585-600.
7. Chambers ES, Bridge MW, Jones DA. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *J Physiol* 2009;587(8):1779-94.
8. Pottier A, Bouckaert J, Gilis W, Roels T, Derave W. Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(1):105-11.
9. Cogiamanian F, Marceglia F, Ardolino G, Barbieri S, Priori A. Improved isometric force endurance after transcranial direct current stimulation over the human motor cortical areas. *Eur J Neurosci* 2007;26(1):242-9.

10. Painelli V de Salles, Nicastro H, Lancha AH Jr. Carbohydrate mouth rinse: does it improve endurance exercise performance? *Nutr J* 2010;9:33.
11. Utz KS, Dimova V, Oppenlander K, Kerkhoff G. Electrified minds: transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology--a review of current data and future implications. *Neuropsychologia* 2010;48(10):2789-810.
12. Whitham M, McKinney J. Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance. *J Sports Sci* 2007;25(12):1385-92.
13. Rollo I, Cole M, Miller R, Williams C. Influence of mouth rinsing a carbohydrate solution on 1-h running performance. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(4):798-804.
14. Rollo I, Williams C, Nevil M. Influence of ingesting versus mouth rinsing a carbohydrate solution during a 1-h run. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(3):468-75.
15. Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol* 2000;527(Pt 3):633-9.
16. Liebetanz D, Koch R, Susanne M, Fatima K, Walter P, Nitsche MA. Safety limits of cathodal transcranial direct current stimulation in rats. *Clin Neurophysiol* 2009;120(6):1161-7.
17. Poreisz C, Boros K, Antal A, Paulus W. Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain Res Bull* 2007;72(4-6):208-14.

18. Gandiga PC, Hummel FC, Cohen LG. Transcranial DC stimulation (tDCS): A tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clin Neurophysiol* 2006;117(4):845–50.
19. Vandermeeren Y, Jamart J, Ossemann M. Effect of tDCS with an extracephalic reference electrode on cardio-respiratory and autonomic functions. *BMC Neurosci* 2010;11:38.
20. Bortolotti H, Altimari LR, Vito-Costa M, Cyrino ES. Enxágue bucal com carboidrato: recurso ergogênico capaz de otimizar o desempenho físico. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011;13(2):158-61.
21. George MS, Aston-Jones G. Noninvasive techniques for probing neurocircuitry and treating illness: vagus nerve stimulation (VNS), transcranial magnetic stimulation (TMS) and transcranial direct current stimulation (tDCS). *Neuropsychopharmacology* 2010;35(1):301–16.
22. Mergazora AC, Foffani G, Panyavin I, Mordillo-Mateos L, Aguilar J, Onaral B, *et al.* Prefrontal hemodynamic changes produced by anodal direct current stimulation. *Neuroimage* 2010;49(3):2304-10.
23. Lang N, Siebner HR, Ward NS, Lee L, Nitsche MA, Paulus W, Rothwell JC, Lemon RN, Frackowiak RS. How does transcranial DC stimulation of the primary motor cortex alter regional neuronal activity in the human brain? *Eur J Neurosci* 2005;22(2):495-504.
24. Boros K, Poreisz C, Munchau A, Paulus W, Nitsche MA. Premotor transcranial direct current stimulation (tDCS) affects primary motor excitability in humans. *Eur J Neurosci* 2008;27(5):292–1300.
25. Augustine JR. Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans, *Brain Res Brain Res Rev* 1996;22(3):229-44.

26. St Clair Gibson A, Lambert ML, Noakes TD. Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sports Med* 2001; 31(9):637–50.
27. Gant N, Stinear CM, Byblow WD. Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. *Brain Res* 2010;1350:151-8.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O principal achado desta dissertação foi que tanto o EBSC quanto a ETCC anódica (aplicada sobre a região T3), isolados ou combinados, produziram efeitos positivos no desempenho físico e na PSE de mulheres submetidas a exercício dinâmico e aberto submáximo.

No entanto, apesar de ferramentas promissoras na área do esporte, deve-se ressaltar que este é o primeiro estudo que investigou o papel tanto do EBSC quanto da ETCC em exercício dinâmico e aberto submáximo. Desta forma, ainda é cedo recomendar o uso destes RE tanto isolados, quanto associados.

Sugere-se, então, que outras pesquisas, acompanhadas por exames de neuroimagem, e monitoramento de parâmetros fisiológicos mais precisos, tais como a variabilidade da frequência cardíaca, confirmem estes resultados esclarecendo melhor os mecanismos fisiológicos, através dos quais a ETCC e o EBSC melhoram o desempenho e diminuem a PSE.

Além disso, torna-se importante investigar o efeito destes RE em várias modalidades esportivas com diferente duração e intensidade e verificar a possível influência destes procedimentos sob diferentes aspectos, tais como: tempo, intensidade e áreas estimuladas pela ETCC, bem como avaliar a função dos receptores de CHO na cavidade oral em estados de alimentação variados.



1. Thein LA, Thein JM, Landry GL. Ergogenic aids. *Phys Ther* 1995;75(5):426-39
2. Carter JM, Jeukendrup AE, Jones DA. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(12):2107-11.
3. Chambers ES, Bridge MW, Jones DA. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *J Physiol* 2009;587(8):1779-94.
4. Pottier A, Bouckaert J, Gilis W, Roels T, Derave W. Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(1):105-11.
5. Cogiamanian F, Marceglia F, Ardolino G, Barbieri S, Priori A. Improved isometric force endurance after transcranial direct current stimulation over the human motor cortical areas. *Eur J Neurosci* 2007;26(1):242-9.
6. Jeukendrup AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 2004;20(7-8):669–77.
7. Rollo I, Williams C, Gant N, Nute M. The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008;18(6):585-600.
8. Rollo I, Cole M, Miller R, Williams C. Influence of mouth rinsing a carbohydrate solution on 1-h running performance. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(4):798-804.
9. Utz KS, Dimova V, Oppenlander K, Kerkhoff G. Electrified minds: transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology--a review of current data and future implications. *Neuropsychologia* 2010;48(10):2789-810.

10. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *Neuroscientist* 2011;17(1):37-53.
11. Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol* 2000;527(Pt 3):633–9.
12. Poreisz C, Boros K, Antal A, Paulus W. Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain Res Bull* 2007;72(4-6):208-14.
13. Mergazora AC, Foffani G, Panyavin I, Mordillo-Mateos L, Aguilar J, Onaral B, et al. Prefrontal hemodynamic changes produced by anodal direct current stimulation. *Neuroimage* 2010;49(3):2304-10.



## APENDICE 1




**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

Maceió – AL, 12/11/2009

Senhor (a) Pesquisador (a), Alexandre Hideki Okano  
Isis Suruagy Correira Moura

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), em 12/11/2009 e com base no parecer emitido pelo (a) relator (a) do processo nº 017263/2009-45 sob o título, **efeitos do enxágue bucal com carboidrato associado à estimulação transcraniana por corrente contínua sobre a percepção subjetiva do esforço (PSE), sinais eletromiográficos e desempenho físico** vem por meio deste instrumento comunicar a aprovação do processo supra citado, com base no item VIII.13, b, da Resolução nº 196/96.

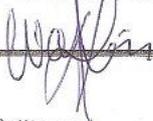
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 196/96, item V.4).

É papel do(a) pesquisador(a) assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e sua justificativa. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o(a) pesquisador(a) ou patrocinador(a) deve enviá-los à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem incluídas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item IV. 2.e).

Relatórios parciais e finais devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos no Cronograma do Protocolo e na Res. CNS, 196/96.

Na eventualidade de esclarecimentos adicionais, este Comitê coloca-se a disposição dos interessados para o acompanhamento da pesquisa em seus dilemas éticos e exigências contidas nas Resoluções supra – referidas. Esta aprovação não é válida para subprojetos oriundos do protocolo de pesquisa acima referido. (\*) Áreas temáticas especiais

  
 Dr. Dr. Walter Matias Lima  
 Coordenador do Comitê de  
 em Pesquisa