

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

**GUILHERME CANDIDO VIANA GONÇALVES**

**EFEITO DO TREINAMENTO AQUÁTICO NA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL  
EM INDIVÍDUOS COM *DIABETES MELLITUS* TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO  
CONTROLADO RANDOMIZADO**

Alfenas/MG

2019

**GUILHERME CANDIDO VIANA GONÇALVES**

**EFEITO DO TREINAMENTO AQUÁTICO NA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL  
EM INDIVÍDUOS COM *DIABETES MELLITUS* TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO  
CONTROLADO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências da Reabilitação pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Alfenas.

Área de concentração: processo de avaliação, prevenção e reabilitação nas disfunções musculoesqueléticas e do envelhecimento.

Orientadora: Profa. Dra. Andréia Maria Silva Vilela Terra.

Alfenas/MG

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas

Gonçalves, Guilherme Candido Viana.

G635e Efeito do treinamento aquático na atividade elétrica cerebral em indivíduos com *Diabetes Mellitus* tipo 2: ensaio clínico controlado randomizado / Guilherme Candido Viana Gonçalves – Alfenas/MG, 2019.  
74 f.: il. –

Orientadora: Andréia Maria Silva Vilela Terra.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Federal de Alfenas, 2019.

Bibliografia.

1. *Diabetes Mellitus* Tipo 2. Eletroencefalografia. 3. Hidroterapia. I. Terra, Andréia Maria Silva Vilela. II. Título.

CDD-615.853

Ficha Catalográfica elaborada por Fátima dos Reis Goiatá  
Bibliotecária-Documentalista CRB6/425



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG  
Programa de Pós-graduação – Ciências da Reabilitação  
Av. Joviano Fernandes Sales, 1600 – Santa Clara O Alfenas - MG CEP 37135-940  
Fone: (35) 3701-1925 (Secretaria)  
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgp/>



**GUILHERME CÂNDIDO VIANA GONÇALVES**

**EFEITO DO TREINAMENTO AQUÁTICO NA ATIVIDADE ELÉTRICA  
CEREBRAL EM INDIVÍDUOS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO  
RANDOMIZADO**

A Banca julgadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Avaliação e Intervenção em Ciências da Reabilitação.

Aprovado em: 28 de junho de 2019.

Profa. Dra. Andreia Maria Silva Vilela Terra  
Instituição: UNIFAL-MG

Assinatura: 

Profa. Dra. Carolina Kosour  
Instituição: UNIFAL-MG

Assinatura: 

Prof. Dr. Diogo Goniljo Borges  
Instituição: UNIFENAS-MG

Assinatura: 

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG

*Dedico este trabalho:  
Primeiramente à Deus, pela dádiva da vida.  
Aos meus pais, que me deram a força necessária para atingir o meu objetivo.  
À minha noiva, Delbora, pelo apoio incondicional.  
Aos meus amigos e familiares que fortaleceram dia após dia nesta árdua tarefa.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus! Por que nunca foi sorte, sempre foi Deus!

Ao meu pai, por todo apoio e consideração nesta etapa.

À minha mãe, por todo carinho e afeto.

À Delbora, minha noiva, que durante este processo me acompanhou e me confortou quando eu já não tinha mais forças para continuar.

Aos funcionários da Universidade Federal de Alfenas, Unifal – MG - Santa Clara, por me proporcionarem todo o apoio institucional desde aos porteiros, guardas/seguranças até os professores.

À minha orientadora, Profa. Dra. Andreia Maria Silva Vilela Terra, que não mediu esforços para que eu conseguisse completar essa vertente tão importante em minha jornada acadêmica. Com toda sua sabedoria, tinha a percepção de quando e como “dar” as coordenadas, mostrando e provando que a docência não é carregar um Título, e sim um Dom.

E não menos importante agradeço as pessoas que duvidaram de minha capacidade.

À todos aqueles que me apoiaram, de forma direta e/ou indiretamente durante esse trabalho árduo e diante todos os obstáculos encontrados.

A Universidade Federal de Alfenas, pela acolhida.

Enfim, vocês foram fundamentais para que tudo acontecesse. Hoje posso dizer que sou uma nova pessoa, confio mais no meu potencial graças a vocês.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Muito obrigado a todos.

## RESUMO

O processo de envelhecimento associa-se ao desenvolvimento de várias doenças, que podem ser amenizadas pela prática de atividades físicas. O treinamento aquático pode ser um meio efetivo para manter e melhorar as funções cardiovasculares. Além disso, desempenha uma importante função na prevenção e tratamento de diversas doenças crônico-metabólicas e crônico degenerativas, em especial o *Diabetes Mellitus* tipo 2. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do treinamento aquático na atividade elétrica cerebral em indivíduos com *Diabetes Mellitus* tipo 2. O delineamento do estudo foi caracterizado como ensaio clínico controlado, randomizado, paralelo, prospectivo e simples cego. A amostra foi composta por 54 indivíduos com diagnóstico clínico de *Diabetes Mellitus* tipo 2, randomizados em dois grupos: grupo controle (GC n=27) – no qual não recebeu treinamento aquático, e grupo intervenção (GI n=27) – que realizou o protocolo de treinamento aquático. Os voluntários foram submetidos a avaliações antropométricas e questionário demográfico e clínico. Também foram avaliados com a eletroencefalografia, teste da caminhada de seis minutos e glicemia. A avaliação foi realizada em três momentos de avaliação: pré, pós e *follow-up*. O grupo intervenção foi submetido ao protocolo de treinamento onde realizaram as atividades três vezes por semana durante cinco semanas, com duração de cinquenta minutos cada atendimento. O protocolo constava de aquecimento (10 minutos), condicionamento (30 minutos – utilizando o nível de esforço percebido – BORG modificado), resistência muscular e resfriamento (10 minutos). Para análise estatística qualitativa utilizou o teste *Mann-whitney* e para análise quantitativa teste *Kruskal-Wallis* e *Teste Anova medida repetida seguida de Bonferroni*. Os resultados destacam que houve diferença estatística na comparação entre grupos para a variável, Questionário Internacional de Atividade física (IPAQ) ( $p=0,01$ ) e as demais variáveis qualitativas não houve diferença. Para variável quantitativa, teste de caminhada de seis minutos (TC6) houve diferença estatística entre os tempos ( $p=0,03$ ) e as demais variáveis não houve diferença estatística. Para correlação houve diferença estatística entre FC5 x TC6 e FC5 x Glicemia, sendo uma correlação negativa moderada, pré-intervenção e pós-intervenção para grupo controle, respectivamente. Conclui-se que o treinamento aquático não modificou a atividade elétrica cerebral de indivíduos com *Diabetes Mellitus* tipo 2 e a medida que

diminui a atividade cerebral FC5 aumenta a capacidade funcional e glicemia para grupo controle.

Palavras-Chave: *Diabetes Mellitus* Tipo 2. Eletroencefalografia. Hidroterapia.

## ABSTRACT

The aging process is associated with the development of various diseases, which can be mitigated by the practice of physical activities. Aerobic training is an effective way to maintain and improve cardiovascular functions. In addition, it plays a key role in the prevention and treatment of various chronic-metabolic and chronic degenerative diseases, especially *Diabetes Mellitus*. In this sense, the present study aimed to evaluate the effect of aquatic aerobic training through encephalographic evaluation in individuals with type II *Diabetes Mellitus*. The study design was characterized as a controlled clinical trial, randomized, parallel, prospective and blind. The sample consisted of 16 individuals with clinical diagnosis of type II *Diabetes Mellitus*, randomized by lot into two groups: control group (n = 25) - received guidelines to maintain activities and intervention group (n = 27) - performed the protocol of aquatic training. The volunteers were submitted to anthropometric evaluation the demographic and clinical questionnaire. They were also evaluated with electroencephalography and six-minute walk test. The evaluation was performed in three evaluation moments: pre, post and follow-up. The intervention group was treated with a training protocol where they performed the activities three (3) times per week for five (5) weeks, with a duration of fifty minutes each attendance. The protocol consisted of heating (10 minutes), conditioning (30 minutes - using the perceived effort level - BORG modified), muscle endurance and cooling (10 minutes). For qualitative statistical analysis, the Mann-whitney test was used and Kruskal test quantitative analysis -Wallis and Anova test repeated measure followed by Bonferroni. The results point out that there was a statistical difference between the groups for the IPAQ variable ( $p = 0.01$ ) and the other qualitative variables, there was no difference. For the quantitative variable TC6 there was a statistical difference between the times ( $p = 0.03$ ) and the variables were not statistically different. For correlation there was a statistical difference between FC5 x TC6 and FC5 x Glycemia, being a moderate negative correlation, preintervention and postintervention for the control group, respectively. It is concluded that the aquatic training did not modify the cerebral electrical activity of individuals with Type 2 *Diabetes Mellitus* and as it decreases the cerebral activity FC5 increases the functional capacity and glycemia for the control group.

Keywords: *Diabetes Mellitus* type 2. Electroencephalography. Hydrotherapy.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Tipos de Diabetes.....	15
Tabela 2-	Rastreamento de <i>Diabetes Mellitus</i> tipo 2 em indivíduos com idade ≥ 45 anos.....	17
Tabela 3-	Áreas cerebrais correspondentes ao canais do Emotiv EPOC.....	37
Tabela 4-	Tabela de frequência, porcentagem e valor de p das variáveis qualitativas do grupo controle e grupo intervenção.....	40
Tabela 5-	Média, desvio padrão e valor de p das variáveis quantitativas da amostra.....	41
Tabela 6-	Média, desvio padrão e valores de p dos dados Eletroencefalograma de olhos abertos de ambos os grupos.....	44
Tabela 7-	Média, desvio padrão e valores de p dos dados Eletroencefalograma de olhos fechados de ambos os grupos.....	45
Tabela 8-	Correlação entre a capacidade funcional com o canal FC.....	46

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1- Parâmetros para treinamento de resistência.....	31
---	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Eventos fisiopatológicos da hiperglicemia (DM2).....	19
Figura 2-	Fluxograma da amostra (CONSORT, 2010).....	29
Figura 3-	Fotos da atividade realizada.....	32
Figura 4-	Balança de bioimpedância.....	34
Figura 5-	Demonstração do TC6.....	35
Figura 6-	“Headset” do Emotiv Epoc®.....	36
Figura 7-	Tela do Emotiv Control Painel indicando a localização dos eletrodos e calibração.....	36
Figura 8-	Posição do paciente em relação ao Emotiv Epoc®.....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
2.1	DEFINIÇÃO.....	15
2.2	CLASSIFICAÇÃO DA DIABETES.....	15
<b>2.2.2</b>	<b>Diabetes <i>Mellitus</i> tipo 1 (DM1)</b> .....	16
<b>2.2.2</b>	<b>Diabetes <i>Mellitus</i> tipo 2 (DM2)</b> .....	17
<b>2.3.3</b>	<b><i>Diabetes Mellitus</i> Gestacional</b> .....	18
2.3	FISIOPATOLOGIA DO <i>DIABETES MELLITUS</i> .....	18
2.4	HIPOGLICEMIA NO INDIVÍDUO DIABÉTICO.....	20
2.5	TRATAMENTO.....	21
2.6	EXERCÍCIO FÍSICO NO TRATAMENTO DE DOENÇAS.....	23
<b>2.6.1</b>	<b>Exercícios físicos para diabéticos</b> .....	24
<b>2.6.2</b>	<b>O benefício do treinamento aquático para diabéticos</b> .....	24
2.7	IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL EM INDIVÍDUOS COM DIABETES.....	25
2.8	DIABETES E O APRENDIZADO MOTOR.....	25
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	27
3.1	GERAL.....	27
3.2	ESPECÍFICOS.....	27
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	28
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
4.2	LOCAL POPULAÇÃO E AMOSTRA DO ESTUDO.....	28
<b>4.2.1</b>	<b>Crítérios de inclusão e exclusão</b> .....	28
<b>4.2.2</b>	<b>Randomização dos grupos</b> .....	30
<b>4.2.3</b>	<b>Estudo Piloto e cálculo do tamanho da amostra</b> .....	30
4.3	INTERVENÇÕES.....	30
<b>4.3.1</b>	<b>Grupo intervenção (GI)</b> .....	30
<b>4.3.2</b>	<b>Grupo controle (GC)</b> .....	32
<b>4.3.3</b>	<b>Medidas de avaliação</b> .....	33
4.3.3.1	Dados Antropométricos.....	33
4.3.3.2	Avaliação da capacidade funcional.....	34

4.3.3.3	Questionário Internacional de atividade física (IPAQ).....	35
4.3.3.4	Avaliação da atividade elétrica cerebral.....	35
<b>4.3.4</b>	<b>Processamento e análise dos dados eletroencefalográficos.....</b>	<b>38</b>
4.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	38
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O *Diabetes Mellitus* (DM) é conceituado como uma doença multifatorial, caracterizadas por hiperglicemia e associadas a complicações, disfunções e insuficiência de vários órgãos, especialmente olhos, rins, nervos, cérebro, coração e vasos sanguíneos. Esta enfermidade apresenta seus tipos e acometimentos variados, porém, sempre caracterizado pela síndrome metabólica. Suas complicações podem resultar em alterações de secreção e/ou ação da insulina, envolvendo patologias específicas da mesma, como: destruição das células beta do pâncreas (produtoras de insulina), resistência à ação da insulina, distúrbios da secreção da insulina, entre outros. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

O *Diabetes Mellitus* tipo 2 (DM2) é considerado doença, com enorme adversidade da saúde pública no século XXI, esse fato acontece em muitos países do mundo. A prevalência desta enfermidade é atribuída ao envelhecimento precoce da população, estilo de vida, aos maus hábitos alimentares e a obesidade. Segundo a Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico do Ministério da Saúde (VIGITEL, 2018), aponta que, entre 2006 e 2016, o número de brasileiros com diabetes aumentou 61,8%, isso significa que a doença atingia 5,5% da população e, agora, atinge 8,9%. É considerada doença crônica não transmissível em decorrência de disfunção no mecanismo de ação da insulina no organismo (JOHAR E BERNSTEIN, 2017). O impacto gerado nesta doença pode ser revertido por intervenções amplas e custo-efetivo de detecção precoce e tratamento oportuno (MALTA, NETO E JUNIOR, 2011).

As abordagens terapêuticas para o tratamento visam minimizar as consequências relacionadas a DM2. Segundo as Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD – 2009) e Associação Americana de Educadores em Diabetes (AADE – 2014) é indicada terapia nutricional associado ao exercício físico regular. Entretanto, preconiza que a mudança no estilo de vida depende totalmente do indivíduo. A conduta deve ser definida com base em avaliações e diagnósticos, para posteriores programações reeducacionais, no qual o indivíduo deva se sentir o mais seguro e ambientado possível, para conciliar alimentação saudável com a prática de exercícios físicos, na qual a dor, a baixa autoestima não possa atuar (NOVATO et al – 2008).

Sendo assim, Delevati e colaboradores (2016) destacam que as prescrições de treinamento com impacto elevado podem comprometer as articulações ou o sistema osteomuscular. Nesse sentido, a prescrição de exercício físico depende da intensidade, volume de treinamento condizente com sua doença. O treinamento aeróbico aquático é uma alternativa, sendo capaz de aumentar a força muscular, o controle no metabolismo e redução da glicose circulante.

Para o funcionamento adequado do sistema nervoso central há necessidade de glicose (MCCALL, 1992) a falta da mesma, pode desencadear alteração na atividade elétrica cerebral (GREENBLAT et al., 1946, FABRIS et al., 2014, BLAABJERG et al., 2016). Ela representa o estado metabólico das células cerebrais e pode ser mensurado pelo eletroencefalograma (EEG) (BLAABJERG et al., 2016). A Interface cérebro-computador (ICC), caracteriza-se em sistema que envolve a interação da atividade do cérebro e dispositivo computacional de forma não invasiva (SILVEIRA, 2015).

A literatura apresenta poucos estudos da atividade cerebral com indivíduos DM (GREENBLATT, 1946; WILSON, 1951), até o prezado momento foi encontrado estudo de EEG com insulínica independente durante a hipoglicemia (TRIBL et al., 1996), EEG em indivíduos com hipoglicemia (FABRIS et al., 2014), e em estudo de revisão utilizando EEG em indivíduos com hipoglicemia (BLAABJERG e JUHL, 2016). Entretanto nenhum estudo verificou a EEG após exercícios aeróbicos aquáticos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DEFINIÇÃO

O Diabetes é considerado doença crônica metabólica caracterizada por hiperglicemia resultante do distúrbio na secreção de insulina, ação da insulina ou ambos. A hiperglicemia crônica do Diabetes está associada a danos em longo prazo, disfunção e insuficiência de diferentes órgãos, especialmente olhos, rins, nervos, coração e vasos sanguíneos e alteração cerebral (ADA, 2014).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) traz o Diabetes como a doença crônica que ocorre quando o pâncreas não produz insulina suficiente ou quando o corpo não usa eficientemente a insulina que produz. A insulina consta de hormônio que regula o açúcar no sangue. O resultado do diabetes descontrolado é a hiperglicemia que com o tempo, danifica gravemente muitos órgãos e sistemas, especialmente os nervos e vasos sanguíneos. Em 2014, 8,5% dos adultos (18 anos ou mais) tinham Diabetes. Em 2015, 1,6 milhão de pessoas morreram como resultado direto do diabetes e os níveis elevados de glicose no sangue foram à causa de mais 2,2 milhões de mortes em 2012 (FERREIRA E PITITTO, 2014).

### 2.2 CLASSIFICAÇÃO DA DIABETES

A classificação atual da doença é baseada em sua etiologia, foi proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Associação Americana de Diabetes (ADA), incluindo quatro classes clínicas: DM tipo 1, DM tipo 2, DM gestacional e outros tipos específicos de DM, representados abaixo na Tabela 1.

Tabela 1: Tipos de Diabetes.

Tipo 1A: deficiência de insulina por destruição autoimune das células $\beta$ comprovada por exames laboratoriais
Tipo 1B: deficiência da insulina de natureza idiopática.
DM2: Perda progressiva de secreção insulínica combinada com resistência à insulina
DM gestacional: hiperglicemia de graus variados diagnosticada durante a gestação, na ausência de critérios de DM prévio.

Outros tipos de DM:

Monogênicos (MODY)

- Diabetes neonatal;
- Secundário a endocrinopatias;
- Secundário a doenças do pâncreas exócrino;
- Secundário a infecções;
- Secundário a medicamentos.

Fonte: Sociedade Brasileira de Diabetes – 2009.

### 2.2.1 *Diabetes Mellitus* Tipo 1 (DM1)

O DM1 é definida como doença autoimune, também conhecida como Diabetes Insulinodependente. Sendo também, poligênica, decorrente de destruição das células  $\beta$  pancreáticas, ocasionando deficiência completa na produção de insulina (UMPIERRE et al., 2011).

Nesse sentido, o indivíduo acometido por hiperglicemia acentuada desenvolve poliúria, polidipsia, perda de peso, às vezes com polifagia e visão turva. Em casos mais graves, pode ocorrer retinopatia com perda de visão; nefropatia levando a insuficiência renal; neuropatia periférica com risco de úlceras nos pés, amputações, doença de *Charcot* e neuropatia autonômica causando sintomas gastrointestinais, geniturinários e cardiovasculares e disfunção sexual (BINGLEY et al., 2008). Esses pacientes apresentam maior incidência em relação a doença cardiovascular. Hipertensão e anormalidades do metabolismo das lipoproteínas também são frequentemente encontradas em pessoas com Diabetes (MARY ANN LIEBERT, 2014).

A DM1 pode ser dividida em DM1a (imunomediado) e DM1b (idiopático), na qual a DM1a é caracterizada por acontecer com mais frequência e pode ser diagnosticada por exames, sendo confirmado a presença de um ou mais auto anticorpos. Sua fisiopatologia não é totalmente conhecida até os dias de hoje, porém, sabem-se que seu acometimento é relacionado à predisposição genética, fatores ambientais que desencadearam a resposta autoimune, podendo ainda ser, causada por de infecções virais e certas composições da microbiota intestinal. O DM1 é bem mais frequente na infância e na adolescência, mas pode ser diagnosticado em adultos, onde possa haver contingência e desenvolver uma forma

lentamente progressiva da doença, conhecido como Diabetes Autoimune Latente de Adultos - LADA (DIRETRIZES SBD, 2009).

### 2.2.2 Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2)

Segundo as diretrizes da SBD (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017-2018), o DM2 é o tipo que acomete cerca de 90 a 95% dos diabéticos. Suas causas são multifatoriais, correlacionando aspectos genéticos e ambientais.

O DM2 é definido como doença crônica metabólica assim como seus outros tipos, porém, ela é marcada pela resistência à insulina, hiperglicemia e disfunção cardiovascular (ROQUE et al., 2013). Sua fisiopatologia, diferentemente dos marcadores presentes no DM1, não apresenta indicadores específicos da doença. Em pelo menos 80 a 90% dos casos, associa-se ao excesso de peso e a outros componentes da síndrome metabólica (Tabela 2) (ADA – 2014).

Tabela 2: Rastreamento de DM2 em indivíduos com idade  $\geq$  45 anos.

Indivíduos com idade $\geq$ 45 anos
Indivíduos com idade < 45 anos; sugere-se o rastreamento de DM2 em indivíduos com sobrepeso ou obesidade e que apresentem mais um fator de risco para Dm dentre os seguintes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pré-diabetes;</li> <li>• Histórico familiar de DM (parente de primeiro grau);</li> <li>• Raça/etnia de alto risco para DM (negros, hispânicos, ou índios Pima);</li> <li>• Mulheres com diagnóstico prévio de DMG (diabetes gestacional);</li> <li>• História de doença cardiovascular;</li> <li>• Hipertensão arterial;</li> <li>• HDL-c &lt; 35 mg/dL e/ou triglicérides &gt; 250 mg/dL;</li> <li>• Síndrome do ovário policísticos;</li> <li>• Sedentarismo;</li> <li>• Acantose <i>nígricans</i>;</li> </ul>

Fonte: Sociedade Brasileira de Diabetes 2009.

A OMS (2016) descreve que a DM2 causa em torno de 5% de todas as mortes globais por ano. Aproximadamente 80% das pessoas que vivem com

Diabetes estão em países de baixo ou médio desenvolvimento. A maior parte das pessoas com Diabetes nesses países são de meia-idade (45-64), e não idosos (65+). Mortes por diabetes aumentarão em mais de 50% nos próximos 10 anos se medidas urgentes não forem tomadas.

De outro ponto de vista, Delevati (2016), aponta que o DM2 pode ser associado a outras doenças e comorbidades, não deprime somente o sistema metabólico, podendo ser correlacionada com hipertensão arterial sistêmica, altos níveis inflamatórios, alto índice na deficiência hormonal, diminuição nos níveis de atividade física, baixa aptidão cardiorrespiratória, diminuição na força muscular e prejuízo na função de mobilidade, aumento na incidência em depressão, diminuição na qualidade do sono e na qualidade de vida.

### **2.3.3 Diabetes Mellitus Gestacional**

Esta doença é conhecida como DMG vem sendo definida na literatura como a DM que possui tolerância diminuída em relação aos carboidratos, independente do grau ou intensidade, diagnosticado pela primeira vez durante a gestação, não tendo também seu acometimento definido no período da gestação ou pós-parto. Os fatores de risco associados ao Diabetes Gestacional são semelhantes aos DM2, incluindo, ainda, idade superior a 25 anos, ganho excessivo de peso na gravidez atual, deposição central excessiva de gordura corporal, baixa estatura, crescimento fetal excessivo, polidrâmnio, hipertensão ou pré-eclâmpsia na gravidez atual, antecedentes obstétricos de morte fetal ou neonatal (GROSS et al., 2002).

O rastreamento do Diabetes é realizado a partir da primeira consulta pré-natal, utilizando-se a medida da glicose em jejum e com o objetivo de detectar a presença de Diabetes pré-existente. A partir da 20ª semana da gravidez, realiza-se outra medida da glicose plasmática de jejum, com ponto de corte de 85 mg/dl, visando à detecção do diabetes gestacional (PEREIRA, 2014).

## **2.3 FISIOPATOLOGIA DO DIABETES MELLITUS**

A patogênese do DM envolve anormalidades na ação e secreção de insulina, além da produção de glicose endógena. Sendo assim, o DM é caracterizado pela combinação de resistência à ação da insulina e à incapacidade de células beta das

ilhotas pancreáticas em manter adequada secreção da mesma, e principalmente devido aos distúrbios importantes causados no metabolismo de lipídeos (CHURCH et al., 2010).

Um dos fatores mais importantes da insulina envolve a translocação de transportadores de glicose (GLUT) do complexo de Golgi para a membrana plasmática, e este processo facilita a captação celular de glicose (LEAHY, 2005), representado pela Figura 1.

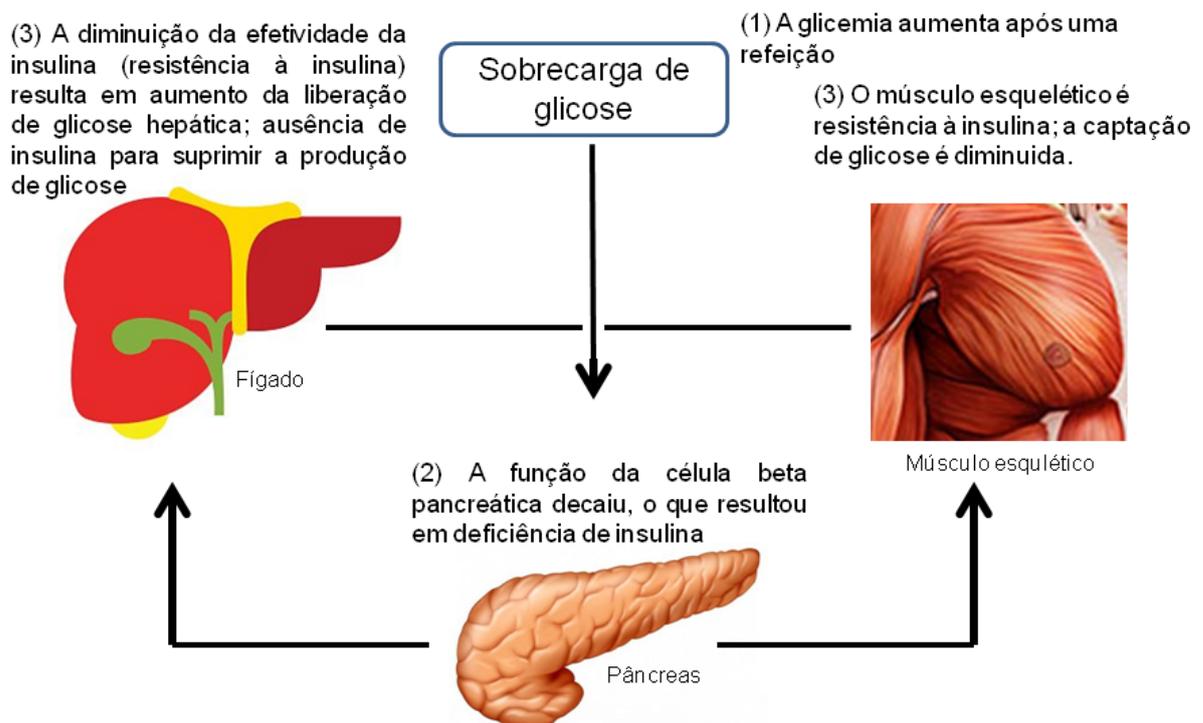


Figura 1 - Eventos fisiopatológicos que acarretam hiperglicemia (DM2).  
Fonte: Adaptado, Merck Sharp, 2006.

Adicionalmente, a glicose é o principal sinalizador para o pâncreas liberar a insulina pelas células  $\beta$  das ilhotas de Langherans (GABBAY et al., 2003). Quando há alterações na demanda de glicose nas células, o organismo procura uma nova fonte de energia, os lipídios.

Em suma, o DM é definida como síndrome de comprometimento do metabolismo dos carboidratos, das gorduras e das proteínas. Um aspecto característico desta doença consiste na resposta secretora defeituosa ou deficiente de insulina, que se manifesta na utilização inadequada dos carboidratos - glicose, com conseqüente hiperglicemia (DeFRONZO, 2004).

A maior parte da glicose usa a via glicolítica, qual na maioria das vezes, é transformada em glicogênio - estoque de glicose. Em situação de jejum prolongado e diabetes, as células estão com falta de glicose, assim há quebra das triglicérides acarretando em uma nova forma de obter energia. Essa doença está associada ao distúrbio no metabolismo da glicose no organismo, no qual a glicose presente no sangue é dispensada via sistema urinário em debandada, tendo sua ação anulada (DeFRONZO, 2004). O DM está intimamente ligado ao aumento da mortalidade e ao alto risco de desenvolvimento de complicações micro e macro vascular, como também em neuropatias. Além disso, pode resultar em cegueiras, insuficiência renal e amputações de membros, sendo responsável por gastos excessivos em saúde e substancial redução da capacidade de trabalho e da expectativa de vida (GABBAY et al., 2003).

#### 2.4 HIPOGLICEMIA NO INDIVÍDUO DIABÉTICO

A hipoglicemia é geralmente definida por nível de glicose no sangue abaixo de 70 mg/dl. Quando o nível de glicose diminui, mecanismos como glucagon e epinefrina são normalmente ativados, aumentando a liberação de glicose do fígado e produzindo os sintomas típicos de hipoglicemia, por exemplo, sudorese, tremor, ansiedade e até mesmo depressão (BLAABJERG & JUHL, 2016).

Pacientes diabéticos com longo histórico de doença ou com descontrole glicêmico agudo podem apresentar episódios recorrentes de hipoglicemia e assim, não apresentam nenhum sintoma típico de alerta, mesmo em níveis muito baixos de glicose. Esses pacientes são considerados com comprometimento da consciência da hipoglicemia e estão em risco aumentado de desenvolver hipoglicemia grave (CRYER e ARBELÁEZ, 2016).

Na sequência de episódios recorrentes ou graves de hipoglicemia é essencial a reavaliação da estratégia terapêutica, tanto em termos de fármacos utilizados, dose e tempo de administração, mas também dos alvos glicêmicos e de hemoglobina glicada - HbA1c (FABRIS et al., 2014). A contextualização dos episódios com as comorbidades subjacentes pode ajudar na reestruturação da estratégia terapêutica. Por vezes é necessário investigar eventuais intercorrências de novo, infreqüentemente associadas aos quadros de hipoglicemia no diabético. A abordagem da hipoglicemia no indivíduo com diabetes deve envolver o próprio e os

seus familiares, de forma a prevenir novos episódios e minimiza-los (DIRETRIZES SBD, 2017-2018).

O conhecimento das funções e dos mecanismos de ação da insulina no cérebro é fundamental tanto para melhor compreensão da fisiologia do SNC, como para apreciar as consequências do seu mau funcionamento. O estudo da resistência e / ou diminuição da insulina no cérebro poderá ainda levar à descoberta de “novas ferramentas” diagnósticas e terapêuticas para várias doenças neurodegenerativas (HAUMAT, 1979; HYLLIENMARK, 2005).

A insulina e os distúrbios associados à sua deficiente secreção ou ação, nomeadamente o DM, parecem contribuir ou, em alguns casos, possuir um papel principal no desenvolvimento e progressão de doenças neurodegenerativas e neuropsiquiátricas, como são exemplos as doenças de *Alzheimer*, doença de *Parkinson*, Coreia de *Huntington*, depressão e psicose (GHASEMI et al., 2013).

Assim, a diminuição da inibição da neoglicogênese hepática, causada pela redução da sensibilidade à insulina no hipotálamo, poderá contribuir para a hiperglicemia observada em doentes diabéticos.

Tem sido referida associação próxima entre a DM tipo 2 e a doença de *Alzheimer*, sendo esta doença neurodegenerativa mais frequente na população diabética. Estas duas doenças partilham vários aspetos fisiopatológicos, tais como resistência à insulina, agregação da proteína amiloide, processos inflamatórios e alterações cognitivas, sugerindo a existência de um processo da doença comum ou relacionado (BLÁZQUEZ et al., 2014).

## 2.5 TRATAMENTO

É possível que alguns pacientes com DM2 consigam alcançar o controle do Diabetes com a mudança no estilo de vida e a redução da massa corporal. No entanto, a maioria das pessoas necessita de tratamento medicamentoso para alcançar o controle do mesmo, minimizando seus riscos. A escolha do tratamento é feita a partir de diferentes fatores, como a idade do paciente, as taxas de glicose no sangue e o quadro geral de saúde do paciente. Entre as classes de medicamentos disponíveis estão: biguanidas (metformina) sulfoniureias, metiglinidas, glitazonas, inibidores da alfa-glicosidade, inibidores da DPP4 (gliptinas), inibidores da SGLT2, miméticos e análogo do GLP1, insulina (ARAÚJO et al., 2000).

Como essas classes de medicamentos agem por mecanismos de ação diferentes, é provável que os médicos combinem mais abordagem terapêutica, visando melhores resultados para os pacientes com Diabetes. Ao longo do tempo, também pode haver substituição de terapias, sempre na busca individualizada da melhor resposta terapêutica e redução dos efeitos colaterais (ADA, 2016).

AADE em 2014, trouxe algumas evidências científicas no qual demonstram que a intervenção nutricional tem impacto significativo na redução da hemoglobina glicada (HbA1c) em qualquer dos tipos de Diabetes (DM1 e DM2), num curto prazo de três a seis meses. Sendo assim, quando associado a outros componentes do cuidado em DM, o acompanhamento nutricional pode favorecer ainda mais os parâmetros clínicos e metabólicos decorrentes de melhor aderência ao plano alimentar prescrito.

Outra proposta para o tratamento, porém, não menos importante, é o exercício físico. Pesquisadores afirmam que os exercícios físicos aeróbicos são os mais recomendados (CAMBRI et al., 2006). Ainda de acordo com os mesmos autores, o exercício tem a capacidade de aumentar a eficácia da absorção de glicose pelo músculo, a fim de aumentar a ação da insulina.

Pesquisadores como Delevati & Cambri e colaboradores (2015), argumentam que o efeito do exercício físico na sensibilidade à insulina é meramente agudo. No entanto, foi demonstrado no estudo de GRAY et al (2017) que os indivíduos com resistência à insulina melhoram a sensibilidade em 22% após a primeira sessão de exercício e em 42% após seis semanas de treinamentos. Isso demonstra que o exercício físico apresenta tanto efeito agudo como crônico na sensibilidade à insulina (GUIMARÃES e CIOLAC, 2004).

Sendo assim, a fidelidade ao tratamento é fundamental para o controle dos efeitos do DM. Adicionalmente, Milech & Peixoto (2004) salientam que, quando esta doença não é tratada adequadamente, os sintomas podem se agravar e, portanto, contribuir para a manifestação de outras doenças, como problemas cardíacos e visuais, acidente vascular cerebral, insuficiência renal e lesões de difícil cicatrização, dentre outras complicações.

Para se tratar e controlar o DM 2 são necessárias algumas medidas como: manter alimentação saudável, sendo que a ingestão de gorduras e açúcares devem ser mínimas, como já citado, exercício físico regular, perda do excesso de peso e o seu controle, adesão à tomada de remédios prescritos pelos médicos,

monitoramento periódico dos níveis de glicose no sangue e visitas médicas regulares para avaliação do controle da doença e seus riscos (NIDDK, 2015).

## 2.6 EXERCÍCIO FÍSICO NO TRATAMENTO DE DOENÇAS

As diretrizes do *American College of Sports Medicine* no ano de 2018, apontaram que os benefícios do exercício físico para a saúde, são dispostos por duas vertentes: a primeira, a quantidade moderada de exercícios físicos; a segunda, quanto maior o número de vezes na semana melhores os benefícios para a saúde do indivíduo. O maior número de frequência de atividades físicas tanto em relação à intensidade quanto ao volume, na semana, é mais propenso a ter a melhora no controle da doença em relação aos não praticantes ou os praticantes em quantidades menores (ACSM, 2018).

Segundo Macardle (2011), indivíduos que realizam a prática regular de exercícios ao longo da vida, podem ter expectativa de vida maior do que a média da população. Isso acontece porque a prática pode retardar o período em que a capacidade funcional começa a declinar, ou seja, aumenta a probabilidade de se manter a independência funcional por mais tempo de um idoso, por exemplo, evitando com isso a necessidade de cuidados por terceiros para o desempenho de atividades diárias (AVD's).

Além do idoso, no caso, conquistar e manter sua independência funcional, e consequente aumento da expectativa de vida, a prática regular de exercícios físicos atua e correlaciona em importantes áreas de doenças, como a prevenção, controle e tratamento de muitas doenças crônicas metabólicas ou crônicas degenerativas, dentre as quais se pode destacar as doenças cardiovasculares, DM2, câncer, osteoporose e a sarcopenia (JUNIOR et al., 2013).

Em qualquer momento da vida, com qualquer idade, inclusive as mais avançadas, é sempre necessário ter rotina diária de exercícios físicos para que ocorram benefícios biológicos, psicossociais e neurais. Assim, participar de programa regular de exercícios físicos pode ser muito mais benéfico do que parece (SILVA et al., 2014). Com isso, o treinamento deve ser priorizado por todos, tanto indivíduos considerados saudáveis como aqueles que estão com múltiplos fatores de risco já acometido. É de grande valia que escolham bem a atividade a desenvolver que não comprometa nenhum sistema do corpo humano. Assim como

terapia age no tratamento das funções dos órgãos, o exercício físico promove adaptações fisiológicas positivas, resultando em melhora da qualidade de vida do indivíduo (CIOLAC & GUIMARAES, 2014).

### **2.6.1 Exercícios físicos para diabéticos**

Os indivíduos com diagnóstico de DM devem praticar exercício regulares, pois o mesmo é capaz de abaixar os níveis de hemoglobina glicada (HbA1c) (UMPIERRE et al., 2011). Segundo BOULÉ et al (2003), os indivíduos com DM2, apresentam redução da capacidade aeróbia, na força muscular e na flexibilidade. Os indivíduos também podem apresentar dor em membro inferior, limitando sua capacidade de executar suas AVD'S (SOUZA, 2013) e diminuição de força muscular respiratória (LIS SFACIL et al., 2014). O exercício aquático, por exemplo, tem se mostrado como modalidade alternativa, pois apresentam menor risco de lesões do aparelho locomotor, além de ser capaz de melhorar o condicionamento aeróbico, força, resistência muscular, flexibilidade, e também das funções renal e cardiocirculatória (ARAÚJO DA COSTA et al., 2017). PINHO et al (2017) destacam que atividade aquática, além do menor impacto articular também há menor ativação simpática, adrenérgica e a supressão do sistema renina angiotensina.

Embora seja de amplo conhecimento os benefícios do exercício físico aquático em relação ao tratamento de DM2, é ainda área nova e necessita de mais consistência científica. Dessa forma, mesmo parecendo uma ótima “ferramenta terapêutica”, a indicação de treinamento em meio aquático como tratamento do DM2 ainda está longe de ser realidade (DELEVATTI et al., 2015).

### **2.6.2 O benefício do treinamento aquático para diabéticos**

Exercícios aeróbicos em solo acarretam em muitos benefícios, no entanto, o praticante está sujeito a apresentar sintomas como dores, associados ao impacto, elevação aguda da temperatura corporal, transpiração excessiva e sensação de exaustão. A água permite que ocorram todos os benefícios dos exercícios em terra, com a vantagem de não apresentar efeitos colaterais (BAUM, 2000). Atividades cíclicas, como a caminhada aquática em suspensão e a natação, auxiliam no controle e redução da gordura corporal e na melhora da aptidão cardiorrespiratória,

pois proporcionam maior gasto energético, reduzem o impacto articular, devido à flutuação, e também problemas relacionados à temperatura corporal, facilitando a dissipação de calor. A premência em oferecer programa estimulador que correlacione gasto energético e segurança, faz considerar a atividade aquática como alternativa de exercício físico para manejo da Diabetes (LEITE et al., 2010).

## 2.7 IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL EM INDIVÍDUOS COM DIABETES

O EEG constitui-se na análise atividades elétricas, geradas pelo encéfalo na superfície do escalpo. É utilizada há muitos anos para a detecção de diferentes diagnósticos em relação a epilepsia. Além disso, pode ser usado para mapeamento e monitoramento de doenças neurais, como tumores ou outras lesões volumosas (MACEDO et al., 2011).

A finalidade do EEG é para testar o estado metabólico de célula neural. Os eletrodos são colocados no couro cabeludo por sistema universalmente conhecido como 10-20%. Para fins clínicos, o EEG é subdividido em larguras de banda indicadas como beta (16-31 Hz), alfa (8-15Hz), teta (4-7 Hz) e delta (<4 Hz). (BLAABJERG & JUHL, 2016).

Entre os anos de 1946 e 1951, pesquisadores renomados como os doutores Greenblatt e Wilson, foram os pioneiros em usar o método de análise por frequências neurais, usando o EEG. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi provar que em indivíduos com Diabetes tinham alterações das frequências neurais.

## 2.8 DIABETES E O APRENDIZADO MOTOR

O EEG e a aprendizagem motora são responsáveis por avaliar diferentes atividades mentais e corporais, pois tudo ocorre em regiões distintas em função da atividade executada. Sendo eles: estado de alerta, sonolência e sono profundo, no qual apresentam diferentes características cerebrais (MONTENEGRO et al., 2004).

Todo o conhecimento obtido com o aprendizado motor resulta em mudanças na atividade neural em diferentes regiões do cérebro, principalmente nas áreas anteriores relativas à programação do movimento (LAGE et al., 2015).

Pesquisas recentes trazem o EEG como excelente forma de avaliação da aprendizagem motora, sendo que, seus pontos positivos são demonstrados pelo seu baixo custo em relação aos equipamentos que praticam análises cerebrais. Suas características são: registros de atividade elétrica e suas mudanças no cérebro, durante a execução de tarefa motora complexa ou durante a execução de exercícios, ou seja, ativação cerebral durante a realização de exercícios físicos. (KUAN et al., 2014).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GERAL

Avaliar o efeito do treinamento aquático na atividade elétrica cerebral em indivíduos com DM2.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

Aos objetivos adjacentes, eles foram definidos nos seguintes aspectos:

- a) determinar as características antropométricas, sociodemográficas e clínica dos grupos participantes (Grupo Controle e Grupo Intervenção);
- b) comparar o efeito do treinamento aquático pré, pós e *follow-up* na atividade elétrica cerebral de ambos os grupos;
- c) correlacionar o canal frontal central do eletroencefalograma com a capacidade funcional e glicemia pré, pós e follow-up de cada grupo.

## 4 MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de ensaio clínico controlado, randomizado, paralelo, prospectivo e simples cego nas avaliações e na randomização dos grupos. O estudo teve aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG, pelo número CAAE: 69907817.1.0000.5142, e respeitou todas as normas e diretrizes da resolução 466/12 do Conselho Nacional da Saúde (CNS). Todos os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1).

O presente estudo também foi registrado na base de dados de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) com registro: RBR-5n9934 e foi realizado no período de outubro de 2017 a junho de 2018.

### 4.2 LOCAL POPULAÇÃO E AMOSTRA DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na Piscina Terapêutica da Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG, situada no município de Alfenas, Minas Gerais. Em certo momento da pesquisa, por problemas técnicos na piscina da universidade, foi dada continuidade na intervenção em academia de natação particular na mesma cidade, denominada *Acqua Life*.

O recrutamento da amostra foi feito nos Postos de Saúde do município de Alfenas-MG. Para elegibilidade foram recrutados 2781 indivíduos, no qual 2535 indivíduos foram excluídos por vários fatores como: não atenderam os critérios de inclusão; não aceitaram participar; telefone inativo; telefone ocupado ou não atenderam; falecidos; e sem número de telefone. Logo após, foram randomizados 54 indivíduos, e alocados em dois grupos, grupo controle e grupo intervenção. Ambos os grupos receberam 27 indivíduos, tendo descontinuidade de 2 indivíduos do grupo controle.

#### 4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão

Participaram do estudo indivíduos com DM2 com os seguintes critérios de inclusão: ambos os sexos; idade  $\geq 18$  anos; possuir DM2 com diagnóstico de, no mínimo, cinco anos; ter disponibilidade de horário para submissão às sessões de intervenção; e que concordarem em participar do estudo com assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo 1).

Os critérios de exclusão foram: presença de processo infeccioso ou cancerígeno em fase ativa; trombose venosa profunda ativa; presença de dermatites ou dermatoses em membros inferiores; pacientes que não apresentaram movimentos voluntários de membros inferiores e que foi incapaz de realizar exercícios isotônicos; feridas ou úlceras em membros inferiores; trauma grave; edema generalizado secundário à insuficiência cardíaca ou renal; e gestante.

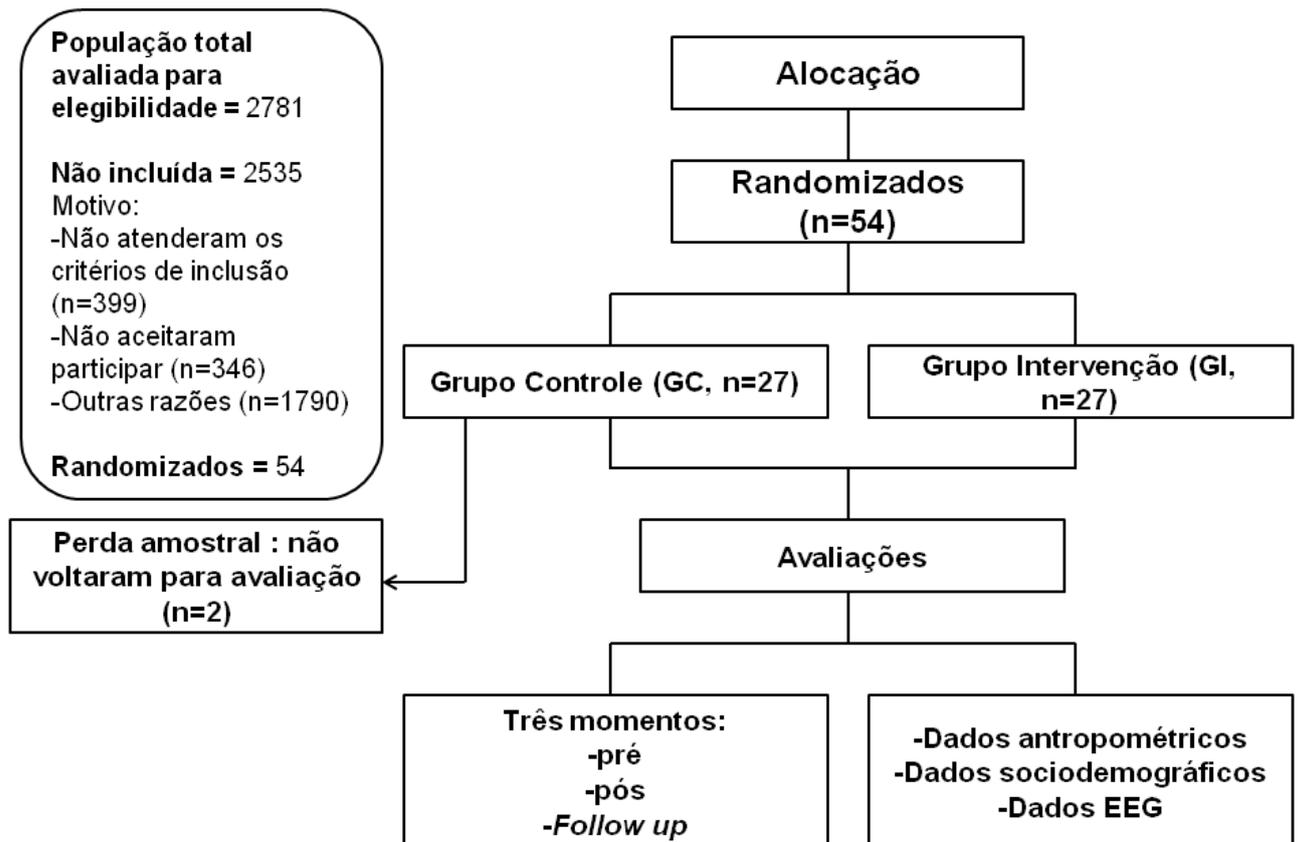


Figura 2: Fluxograma adaptado da amostra (CONSORT, 2010).

Após o recrutamento de pacientes, foi realizada anamnese inicial constando: questionário com condições sócio demográficas e clínicas, antropométricos (Anexo 2) e teste de caminhada de 6 minutos (TC6). Após estas avaliações foram realizados à randomização dos grupos.

#### **4.2.2 Randomização dos grupos**

As avaliações foram realizadas por um pesquisador treinado para executar os procedimentos de avaliação (pesquisador 1). As intervenções foram realizadas por um pesquisador responsável e capacitado (pesquisador 2). Para randomização, os participantes foram alocados por outro pesquisador (pesquisador 3), utilizando site *Research Randomizer* em dois grupos: Grupo controle (GC) e Grupo intervenção (GI).

#### **4.2.3 Estudo Piloto e cálculo do tamanho da amostra**

Foi realizado o estudo piloto com seis indivíduos para cada grupo. A variável utilizada para o cálculo do tamanho da amostra foi a glicemia pós-intervenção. O grupo controle apresentou  $310,50 \pm 60,49$  e grupo intervenção apresentou  $181,50 \pm 95,48$ . O resultado determinou 16 indivíduos, sendo 8 indivíduos para GC e 8 para GI, adotou-se  $\alpha=0,05$  e  $power=0,95$ . O *software* utilizado para estatística foi o *GPower* 3.1.

### **4.3 INTERVENÇÕES**

#### **4.3.1 Grupo intervenção (GI)**

As intervenções deste grupo ocorreram três vezes por semana durante cinco semanas, totalizando quinze atendimentos, sendo que os três primeiros atendimentos foram realizados para a adaptação ao meio aquático e o restante, a intervenção ativa. As intervenções foram realizadas na piscina terapêutica com as dimensões de 11 metros de comprimento por 10 metros de largura, 1,20 1,80 metros de profundidade e permaneceu com temperatura constante de 32°C. A piscina que posteriormente foi usada para continuação da intervenção, possuía as

dimensões de 10 metros de comprimento por 5 metros de largura, permanecendo também com 32°C.

O treinamento foi constituído de quatro fases: aquecimento (10 minutos), condicionamento aquático (30 minutos) com nível de intensidade moderada (utilizou a escala de BORG para determinar o nível de esforço percebido, modificado, (ANEXO 3), treinamento de resistência (10 minutos) e resfriamento/relaxamento (10 minutos) (BORG, 1998).

O aquecimento foi constituído por 5 minutos de marcha estacionária e 5 minutos de caminhada (frontal, lateral e costas) contra a resistência da água.

Para o condicionamento, foi realizada simulação do andar de bicicleta com aquatube entre as pernas (bicicleta), e exercícios como polichinelos, abdução e adução de quadril (com auxílio de aquatube sob os braços) associado com abdução e adução de ombros, “sapinho” (aquatube entre as pernas, abdução de quadril, flexão de joelhos e realiza saltos), corridas rápidas estacionárias, chutes contra resistência da água e flexão e extensão de quadril com apoio do aquatube. Para o treinamento de resistência foi realizado exercício de flexão plantar na postura vertical, com parâmetros de acordo com Quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Parâmetros para treinamento de resistência

Semana	Carga	Séries	Repetições
1ª	Adaptação	Adaptação	Adaptação
2ª	Sem Carga	4	15
3ª	Leve (1Kg)	3	15
4ª	Moderada (2Kg)	2	15
5ª	Elevada (3Kg)	1	15

Fonte: do autor.

Na figura 3 está demonstrando por fotos, as atividades realizadas durante o estudo.



Figura 3: Fotos das atividades realizadas.  
Fonte: Acervo do pesquisador.

Para o relaxamento foi utilizado a técnica de Ai Chi (exercícios realizados na postura vertical simétrica e assimétrica, associada com respiração diafragmática) e alongamentos globais, mantidos por 30 segundos cada.

O treino foi realizado na profundidade ao nível do processo xifoide. No início e no final de cada sessão foram coletados pressão arterial (PA), BORG de membros inferiores e BORG respiratório além de BORG respiratório durante o condicionamento. Esta escala BORG é validada para a população (BORG, 1998).

### 4.3.2 Grupo controle (GC)

O grupo controle não recebeu qualquer intervenção sendo avaliado e reavaliado pelo período de tempo correspondente ao GI, ou seja, cinco semanas entre as avaliações.

### 4.3.3 Medidas de avaliação

As avaliações foram realizadas por pesquisador experiente na aplicação das técnicas e cego em relação ao grupo que cada participante está inserido. Os procedimentos de avaliação foram realizados em ambos os grupos pré-intervenção, cinco semanas após e duas semanas após a última intervenção *follow-up*. Foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados: dados antropométricos, avaliação da capacidade funcional, questionário Internacional de atividade física (IPAQ) e avaliação da atividade elétrica cerebral.

#### 4.3.3.1 Dados Antropométricos

Altura e massa corpórea foram aferidas utilizando balança de bioimpedância (G-TECH®) (Figura 4) e o IMC (massa corporal / altura<sup>2</sup>) foi calculado. Os voluntários foram classificados de acordo com IMC em: abaixo do peso (IMC < 18,5); eutrófico (IMC de 18,5 a 24,9); sobrepeso (IMC de 25 a 29,9); obesidade grau I (IMC de 30 a 34,9); obesidade grau II (IMC de 35 a 39,9) e obesidade grau III (IMC ≥ 40). A circunferência da cintura foi medida com fita métrica, os valores acima de 80 cm para mulheres e de 94 cm para homens, foram também classificados com risco cardiovascular aumentado e maior que 88 cm para mulher e 102 cm para homem, risco aumentado substancialmente (ABESO, 2016).



Figura 4: Balança de bioimpedância  
Fonte: Acervo do pesquisador.

#### 4.3.3.2 Avaliação da capacidade funcional

A análise da capacidade funcional foi feita pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6) (ATS, 2002).

O TC6 foi realizado em corredor plano com 30m, os indivíduos foram orientados a caminhar de acordo com sua tolerância, o mais rápido possível, sem correr, durante seis minutos, com incentivo verbal a cada minuto. Antes e logo após o término da caminhada foram verificados PA, FC, FR, SpO<sub>2</sub>, nível de dispneia e tolerância ao esforço pela Escala de Esforço de Borg (BORG, 1998) (Figura 5). Tanto o tempo de execução do teste, que foi cronometrado em minutos, bem como a distância percorrida em metros foi anotado no protocolo de avaliação e depois, calculado a distância prevista. Para o cálculo da distância prevista, foram utilizadas as equações definidas segundo ENRIGHT e SHERRIL (1998) e IWAMA et al (2009). Tal teste apresenta validação para população brasileira (CAMARGO et al., 2009).

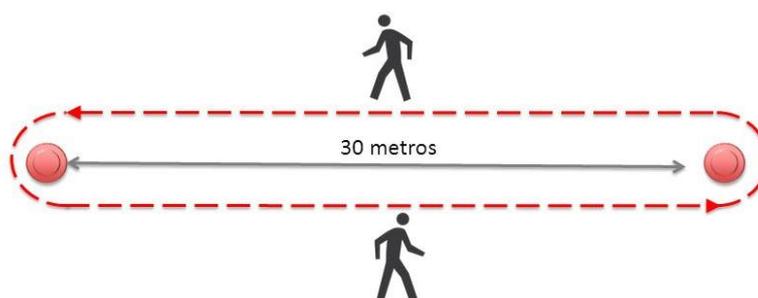


Figura 5: Demonstração do TC6. Fonte: do Acervo do autor.

#### 4.3.3.3 Questionário Internacional de atividade física (IPAQ)

O IPAQ como é mundialmente conhecido, é um instrumento que permite quantificar os níveis de atividade física de diferentes populações específicas, além de realizar comparações de diferentes populações em nível internacional (BAECKE et al., 1982). Validado em 12 países, o IPAQ consta de questionário que permite estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade leve, moderada e vigorosa. Disponível em três versões, o questionário apresenta no formato longo, e outra no curto o qual foi usado neste estudo, e outra adaptada. Tam questionário é validado para população brasileira (MATSUDO, 200).

#### 4.3.3.4 Avaliação da atividade elétrica cerebral

Um dos sistemas de ICC comercialmente disponíveis, de fácil utilização e baixo custo e não invasivo é o *headset Emotiv Epoc*®, que foi utilizado neste estudo. O equipamento consiste em 16 sensores, posicionados em determinadas áreas cerebrais, que gravam a atividade cerebral, e a transmitem via *wireless* a unidade receptora ligada ao computador (Figura 6). O instrumento está validado para pesquisa (BADCOCK et al., 2013).



Figura 6: “Headset” do Emotiv Epoc.  
Fonte: Silveira, 2015.

A nomenclatura dos canais é baseada no sistema Internacional 10-20 e são caracterizadas respectivamente como: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 e AF4 (MCMAHAN; PARBERRY; PARSONS, 2015) (Fig. 7). Em relação

ao posicionamento do *headset*, deve ser aproximadamente três dedos de distância entre os dois eletrodos frontais e a sobrancelha. O equipamento apresenta amostra de frequência interna de 2048 Hz que é apresentada em amostras de 128 Hz antes de transmitir para o computador (KHUSHABA et al., 2012).

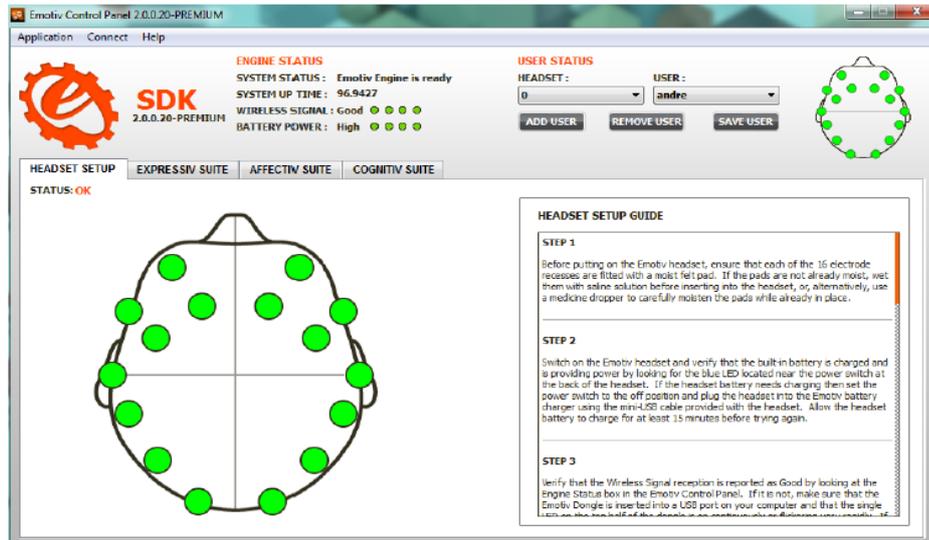


Figura 7: Tela do Emotiv Control Painel indicando a localização dos eletrodos e calibração.  
Fonte: Fonte: Silveira, 2015.

Cada eletrodo possui correspondência anatômica de áreas cerebrais (KOESSLER et al., 2009) descrito na tabela abaixo:

Tabela 3: Áreas cerebrais correspondentes aos canais do *Emotiv EPOC®*.

Eletrodo	Lobo	Área cerebral correspondente
AF3 – AF4	Frontal	Giro frontal superior
F3 – F4	Frontal	Giro frontal médio
F7 – F8	Frontal	Giro frontal inferior
FC5 – FC6	Frontal	Giro pré-central

AF3 – canal anterior frontal esquerda; AF4 – canal anterior frontal direita; F3 – canal frontal região medial esquerda; F4 – canal frontal região medial direita; F7 – canal frontal região lateral esquerda; F8 – canal frontal região lateral direita; FC5 – canal fronto central esquerda; FC6 – canal fronto central direita.

Para coleta do sinal EEG foi utilizado o *Software Emotiv Xavier Pure®*. EEG

3.4.3. Primeiramente, antes da intervenção foi realizada a coleta com o indivíduo em repouso, sentado em cadeira com encosto. O pesquisador posicionou o *head set* ao couro cabeludo, com padronização de acordo com o manual do fabricante. Foi realizada a calibração do equipamento antes da coleta, coletaram-se os dados com olhos abertos por 10 segundos e olhos fechados por 10 segundos (Figura 8). Esta avaliação foi realizada pré-intervenção, após 5 semanas e duas semanas após a última intervenção (*follow-up*).



Figura 8: Posição do paciente em relação ao *Emotiv EPOC®*.  
Fonte: Acervo do pesquisador.

#### 4.3.4 Processamento e análise dos dados eletroencefalográficos

Os dados eletroencefalográficos foram analisados utilizando programa MatLab R2017a e do EEGLab v14.1.1. Primeiramente no EEGLab foram realizados os cortes, em que foram delimitados os 20 segundos centrais do sinal, e desses excluídos os primeiros e os últimos 5 segundos. Assim, a análise foi feita a partir de 10 segundos da coleta do sinal eletroencefalográfico. A presença de ruído foi verificada e excluída.

No EEGLab também foram estabelecidos a localização dos canais pela função estatística computacional denominada Análise de Componentes Independentes (ACI). Os sinais obtidos, pelos potenciais de ação registrados por

cada eletrodo, são o resultado da ativação de várias fontes e estão fortemente correlacionados entre si. A ACI trata-se de “ferramenta matemática” que promove a separação em componentes dos sinais multivariados registrados referentes ao evento, que são considerados como aproximações das fontes (HYVÄRINEN, OJA, 2000). Em seguida foram aplicados os filtros passa alta no valor de corte em 8 Hz, e passa baixa no valor de 30 Hz.

No Matlab foi aplicado o periodograma de Welch que apresenta como característica a redução da variância do espectro, a partir da redução da resolução espectral. Essa função promove a transformação do sinal no tempo em sinal de potência na frequência apresentada (DIEZ et al., 2009).

Foi criada no Matlab rotina específica para a análise do sinal captado no presente estudo, com base em estudos prévios de análise do sinal eletroencefalográfico (JALENE, 2014).

Os espectros de frequência foram analisados dentro das bandas mais relevantes ao estudo. Sendo considerado Alfa de 8 a 15 Hz; Beta de 15 a 30 Hz; *Hight Alfa*, de 10 a 11 Hz, e *Low Alfa*, 9 Hz (QUANDT et al., 2012). As regiões cerebrais avaliadas foram áreas frontais, pré-frontais e motoras primárias. Os dados foram analisados para estatística em potência, que corresponde à amplitude do sinal eletroencefálico.

#### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Elaboração de banco de dados no aplicativo Excel foi realizada, os dados foram apresentados em média, desvio padrão e porcentagem.

Inicialmente, foi realizada análise descritiva dos dados para caracterização da amostra e o teste *Shapiro-wilk* foi utilizado para determinar a normalidade dos dados. Os dados qualitativos foram comparados pelo teste *Mann-whitney* e para os dados quantitativos utilizou o teste *kruskal-walis* e teste Anova medida repetidas seguido de *Bonferroni*. Para correlação dos dados EEG e TC6 utilizou o teste *Spearmam*. Foi utilizado o Programa Estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para análise dos dados e nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS

Durante todo o processo de recrutamento, foram randomizados 54 voluntários para o presente trabalho. A partir desse momento foi separado em dois grupos, o grupo controle (GC) com n=27 pessoas, porém duas destas desistiram e não voltaram para a continuação das avaliações, ficando presente 25 pessoas; e o grupo de intervenções (GI) com n=27 pessoas. Como pode-se observar na tabela 4 abaixo, o GC é composto por 18 mulheres e 7 homens, enquanto que o GI é composto por 17 mulheres e 10 homens.

Na tabela 4, onde se encontram a frequência, porcentagem e o valor de p de ambos os grupos. Observa-se que houve diferença estatística entre a variável IPAQ ( $p=0,01$ ) e as demais variáveis não apresentavam diferença.

Tabela 4: Tabela de frequência, porcentagem e valor de p das variáveis qualitativas do grupo controle e grupo intervenção.

<b>Variável</b>	<b>GC (N=25)</b>	<b>GI (N=27)</b>	<b>P</b>
	<b>Frequência (%)</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Inter</b>
Sexo feminino	18 (72,0)	17 (63,0)	0,18 <sup>a</sup>
Sexo masculino	7 (28,0)	10 (37,0)	
<b>Total</b>	25 (100,0)	27 (100,0)	
<b>Atividade física</b>			
Não	15 (60,0)	15 (55,6)	0,14 <sup>a</sup>
Sim	10 (40,0)	12 (44,4)	
<b>Total</b>	25 (100,0)	27 (100,0)	
<b>Classificação do IMC PRÉ</b>			
Peso ideal	4 (16,0)	3 (11,1)	1,00 <sup>a</sup>
Pré obeso	12 (48,0)	9 (33,3)	
Obeso I	7 (28,0)	11 (40,7)	
Obeso II	2 (8,0)	1 (3,7)	
Obeso III	0	3 (11,1)	
<b>Total</b>	25 (100,0)	27 (100,0)	

<b>Classificação do IMC PÓS</b>			
Peso ideal	5 (20)	3 (11,1)	
Pré obeso	11 (44,0)	7 (25,9)	
Obeso I	7 (28,0)	13 (48,1)	1,00 <sup>a</sup>
Obeso II	2 (8,0)	1 (3,7)	
Obeso III	0	3 (11,1)	
<b>Total</b>	<b>25 (100,0)</b>	<b>27 (100,0)</b>	
<b>Classificação do IMC <i>follow-up</i></b>			
Peso ideal	5 (20)	3 (11,1)	
Pré obeso	11 (44,0)	7 (25,9)	
Obeso I	7 (28,0)	13 (48,1)	1,00 <sup>a</sup>
Obeso II	2 (8,0)	1 (3,7)	
Obeso III	0	3 (11,1)	
<b>Total</b>	<b>25 (100,0)</b>	<b>27 (100,0)</b>	
<b>Questionário IPAQ</b>			
Sedentário	1 (3,8)	6 (23,1)	
Insuficiente ativo A	9 (34,6)	11 (42,3)	
Insuficiente ativo B	12 (46,2)	5 (19,2)	<b>0,01<sup>*a</sup></b>
Ativo	3 (11,5)	2 (7,7)	
Muito ativo	1 (3,8)	-	
<b>Total</b>	<b>25 (100)</b>	<b>27 (100)</b>	

a = Teste de Mann-Whitney, IMC= Índice de Massa Corporal, IPAQ = Questionário Internacional de atividade física.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na tabela 5 são apresentados os dados antropométricos e clínicos da amostra. Observa-se que não houve diferença estatística entre grupos.

Tabela 5: Média, desvio padrão e valor de p das variáveis quantitativas da amostra.

<b>Variáveis</b>	<b>GC (N=25)</b>	<b>GI (N=27)</b>	<b>P Inter</b>
	<b>Media±DP</b>	<b>Media±DP</b>	
	<b>IC 95%</b>	<b>IC 95%</b>	
Idade (anos)	61,96±10,92	63,48±11,48	0,65 <sup>a</sup>
	57,45±66,47	58,74±68,22	

Altura (cm)	1,58 ± 0,09	1,51± 0,32	0,87 <sup>a</sup>	
	1,54 ±1,62	1,37±1,64		
Tempo Diag. (anos)	11,28 ± 6,47	12,68 ± 6,49	0,65 <sup>a</sup>	
	8,60 ± 13,95	10,00 ± 15,35		
<i>P</i>				
<i>P</i> Tempos			<i>P</i> Tempo X Grupo	
<b>Massa corporal (KG)</b>				
Pré	70,49±8,81	80,73± 20,82	0,87 <sup>b</sup>	0,74 <sup>b</sup>
	65,96-75,02	70,98-90,47		
Pós	70,28±9,01	80,89±20,83	0,87 <sup>b</sup>	0,74 <sup>b</sup>
	65,65-74,92	71,14-90,63		
<i>Follow-up</i>	70,32±9,17	80,65±20,97	0,87 <sup>b</sup>	0,74 <sup>b</sup>
	65,61-75,04	70,83-90,47		
<b>IMC (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
Pré	28,78±4,41	32,44±6,78	0,31 <sup>b</sup>	0,55 <sup>b</sup>
	26,51-32,40	29,27-35,61		
Pós	29,36±5,90	32,51±6,78	0,31 <sup>b</sup>	0,55 <sup>b</sup>
	26,32-32,40	29,34-35,68		
<i>Follow-up</i>	28,80±4,75	29,23±6,73	0,31 <sup>b</sup>	0,55 <sup>b</sup>
	26,35-31,25	29,23-35,54		
<b>TC6 (m)</b>				
Pré	451,5±109,2	418,8±79,81	0,03 <sup>*b</sup>	0,74 <sup>b</sup>
	395,34-507,68	381,46-456,16		
Pós	466,4±68,56	447,1±73,51	0,03 <sup>*b</sup>	0,74 <sup>b</sup>
	431,21-501,72	412,67-481,47		
<i>Follow-up</i>	466,4±68,90	440,0±79,28	0,03 <sup>*b</sup>	0,74 <sup>b</sup>
	430,97-501,82	402,94-477,15		

TC6 previsto (m)					
Pré	485,52±77,68	457,89±55,09			
	446,89-524,15	431,34-484,45			
Pós	485,88±78,27	457,89±54,78	0,59	0,86	
	446,88-524,88	431,48-484,29			
Follow-up	485,99±78,23	458,66±54,64			
	447,08-524,89	432,32-485,00			
Glicemia mg/dL					
Pre	202,26±77,33	209,70±79,21			
	168,82-235,70	172,62-246,77			
Pós	225,17±80,03	202,65±87,37	0,28	0,44	
	190,56±259,78	161,75-24354			
Follow-up	226,39±87,20	223,65±88,90			
	188,68-264,10	182,04-265,25			

a= Teste de *Kruskal-Wallis*; b= Teste Anova medida repetida seguida de *Bonferroni*, GC = Grupo Controle; GI = Grupo Intervenção; IMC= Índice de Massa Corporal; TC6= Teste de caminhada de 6 minutos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na tabela 6 são apresentados os dados de eletroencefalograma de ambos os grupos com olhos abertos. Observa-se que não houve diferença estatística entre tempo e nem entre grupos.

E na tabela 7 são apresentados os dados de eletroencefalograma de ambos os grupos com olhos fechados. Observa-se que não houve diferença estatística entre tempo e nem entre grupos.

Tabela 6: Média, desvio padrão e valores de p dos dados EEG de olhos abertos de ambos os grupos.

Variável	GC (n=25)			GI (n=27)			P	P
	AV Média±DP IC 95%	REAV Média±DP IC 95%	FU Média±DP IC 95%	AV Média±DP IC 95%	REAV Média±DP IC 95%	FU Média±DP IC 95%	Tempos	Tempo X Grupo
AF3	44,59±20,88 33,47 – 55,72	41,86±22,41 29,19 – 53,80	40,30±22,36 28,38 – 52,21	39,33±22,15 27,93 – 50,72	41,95±24,69 29,25 – 54,65	28,82±21,81 17,61 – 40,04	0,20	0,52
F7	45,76±20,54 34,81 – 56,70	45,53±21,92 33,85 – 57,21	43,22±26,08 29,32–57,12	40,56±22,74 28,87 –52,25	40,71±26,82 26,92– 54,50	26,24±23,50 14,16 -38,33	0,14	0,36
F3	44,04±20,79 32,96 – 51,29	40,63±23,41 28,15 – 53,11	39,23 ± 23,40 26,76 – 51,70	38,19 ± 21,29 27,24 – 49,14	39,21 ± 22,32 27,73 – 50,69	26,64 ± 21,81 15,42 – 37,86	0,18	0,54
FC5	38,19 ± 19,20 27,95 – 48,42	39,81 ± 20,76 28,74 – 50,87	36,02 ± 21,67 24,47 – 47,57	37,46±22,87 25,70 – 49,23	37,18±26,18 23,72 – 50,64	21,07±25,50 79,58 – 34,18	0,08	0,27
F4	44,27±20,60 33,29-55,25	44,58 ±21,66 33,03 - 56,12	39,38±22,22 27,54 - 51,23	37,54±20,95 26,76- 48,31	37,36±24,31 24,85 - 49,86	21,10±23,14 92,02 - 33,00	0,42	0,43
FC6	45,54±21,30 34,19 - 56,89	46,30±24,15 33,43 -59,17	38,59±23,58 26,03 – 51,16	38,77±21,73 27,60 - 49,94	37,83±24,52 25,22 - 50,44	21,90±23,85 96,35 -34,16	0,24	0,52
F8	48,53±20,87 37,41 - 59,66	47,28±22,29 35,40 -59,16	43,61±23,95 30,85 - 56,38	40,40±21,71 29,23 -51,56	37,84±25,47 24,74 - 50,94	23,31±24,10 10,92 - 35,71	0,53	0,36
AF4	46,48 ±20,40 35,60 -57,35	44,65 ±21,95 32,95 - 56,35	41,29 ±22,71 29,19 -53,40	40,64±21,39 29,64 - 51,65	43,31±23,81 31,06 -55,55	29,73 ±21,15 18,85 - 40,61	0,12	0,54

Teste Anova Medida Repetida seguido de Bonferroni; Teste Anova Medida Repetida seguido de Bonferroni; GC= Grupo Controle; GI = Grupo intervenção; AV= Avaliação; REAV= Reavaliação; FU = *Follow-up*; DP= *Desvio Padrão*.

Tabela 7: Média, desvio padrão e valores de p dos dados EEG de olhos fechados de ambos os grupos.

Variáveis	GC (25)			GI (27)			P	P
	AV Média±DP IC 95%	REAV Média±DP IC 95%	FU Média±DP IC 95%	AV Média±DP IC 95%	REAV Média±DP IC 95%	FU Média±DP IC 95%	Tempos	Tempo X Grupo
AF3	39,54 ± 20,50 29,00- 50,08	33,11 ± 22,58 21,49 - 44,72	38,25 ± 22,53 26,66 - 49,83	39,92 ± 21,39 28,92 - 50,92	41,55 ± 22,56 29,95 - 53,15	25,71± 19,50 15,68 - 35,74	0,42	0,71
F7	43,46 ± 22,74 31,77 - 55,15	35,11 ± 22,59 23,50 - 46,73	37,17 ± 22,50 25,59 - 48,74	41,78 ± 22,29 30,32 - 53,24	38,21 ± 25,13 25,29 - 51,14	23,14 ± 20,89 12,40 - 33,88	0,96	0,37
F3	38,85 ± 18,62 29,28 - 48,43	31,61± 20,86 20,88 - 42,34	37,81 ± 23,62 25,66 - 49,96	39,12 ± 20,89 28,37 - 49,86	38,37 ±20,27 27,95 -48,79	23,12 ± 17,89 13,93 - 32,32	0,38	0,18
FC5	38,58 ± 20,61 27,98 - 49,18	31,41 ± 19,74 21,26 - 41,56	37,12 ± 23,40 25,08 - 49,15	40,64 ± 23,97 28,32 - 52,97	35,60 ± 24,33 23,08 - 48,11	18,48 ± 23,56 63,71 - 30,60	0,11	0,94
FC6	41,80 ± 22,21 30,38 - 53,22	34,35 ± 22,11 22,98 - 45,72	34,56 ± 21,80 23,35 - 45,77	40,90 ± 22,66 29,24 - 52,55	37,86 ± 24,62 25,20 - 50,52	19,36 ± 21,61 82,48 - 30,47	0,36	0,27
F4	41,22 ± 20,35 30,75 - 51,69	35,04 ± 22,32 23,56 - 46,51	37,83 ± 22,11 26,45 -49,20	37,63 ± 22,05 26,29 -48,97	39,02 ± 23,08 27,15 - 50,89	17,98±19,34 80,40 - 27,91	0,10	0,14
F8	44,25 ±21,20 33,35 - 55,15	36,90 ± 23,68 24,72 - 49,08	39,47 ± 22,40 27,94 - 37,80	42,53 ± 21,27 31,59 - 53,47	36,0, ± 24,55 23,38 - 48,63	20,30 ± 21,15 94,28 - 31,17	0,64	0,25
AF4	42,36 ± 21,23 31,45 -53,28	35,82 ± 23,55 23,71 - 47,93	38,49 ± 22,06 27,14 - 49,83	43,14 ± 22,20 31,72 - 54,55	41,66 ± 22,16 30,27 - 53,05	26,89 ±19,24 16,99 - 36,78	0,86	0,14

Teste Anova Medida Repetida seguido de Bonferroni; Teste Anova Medida Repetida seguido de Bonferroni; GC= Grupo Controle; GI = Grupo intervenção; AV= Avaliação; REAV= Reavaliação; FU = *Follow-up*; DP= Desvio Padrão.

Na tabela 8 destaca a correlação entre a capacidade funcional com o canal frontal central (FC – correspondente ao giro pré-central). Observa-se que houve correlação negativa moderada entre o FC5 e TC6 no momento pré-intervenção para o grupo controle, isto é, a medida que aumenta a atividade do canal FC5 diminui o TC6. Também houve correlação negativa moderada do FC5 e Glicemia na pós-intervenção.

Tabela 8: Correlação entre a capacidade funcional com o canal FC.

Correlação		Grupo Controle			Grupo Intervenção		
		Pré	Pós	Follow-up	Pré	Pós	Follow-up
<b>FC5XTC6</b>	R	-0,46	-0,08	-0,008	-0,10	0,07	0,08
	p	<b>0,03*</b>	0,74	0,97	0,67	0,77	0,76
<b>FC6XTC6</b>	R	-0,31	-0,05	0,05	-0,15	-0,04	0,06
	p	0,17	0,82	0,86	0,49	0,84	0,80
<b>FC5XGlicemia</b>	R	-0,27	-0,54	-0,46	-0,10	0,10	0,18
	p	0,23	<b>0,02*</b>	0,08	0,63	0,65	0,46
<b>FC6XGlicemia</b>	R	-0,33	-0,37	0,05	-0,10	0,08	0,15
	p	0,14	0,10	0,83	0,64	0,70	0,53

Teste *Spearmam*. FC5 – canal frontal; TC6 – teste de caminhada de seis minutos; pré-avaliação; pós – reavaliação.

Fonte: do autor.

## 6 DISCUSSÃO

O estudo mostrou que cinco semanas de intervenção com treinamento aquático não foram suficientes para modificar a atividade cerebral em pessoas que apresentam DM2. Por outro lado, existe correlação negativa entre FC5 com a capacidade funcional e glicemia, isto é, a medida que aumenta a atividade cerebral do canal FC5 diminui a capacidade funcional e glicemia para grupo controle.

De acordo com os dados encontrados, as características quantitativas e qualitativas apresentaram-se homogêneas. Entretanto, os resultados para o questionário IPAQ demonstraram que a amostra não foi homogênea neste contexto, com relação ao TC6, foi possível observar que houve diferença estatística entre os tempos para ambos os grupos. Além disso, observou-se que estes resultados foram semelhantes aos valores previstos.

Quanto à associação entre idade e tempo de diagnóstico, estudos em relação a prevalência do DM no Brasil evidenciou a influência da idade na prevalência do DM (MALERBI; FRANCO, 1992; DELEVATTI, 2016). As pessoas que apresentam DM2 são capazes de produzir insulina em menor quantidade, ou seja, apresentam resistência à insulina (BASKARAN et al., 2013). Fator importante da doença é sobre o risco de desenvolvimento de DM2, o qual é afetado pela idade, sono, IMC, falta de atividade física, e obesidade (CAPUCCIO et al., 2010; HARWOOD, 2012). No presente estudo foi observado que a amostra apresentava características de sobrepeso. Com a supernutrição ou hiperalimentação, o excesso de ATP é depositada nos adipócitos, sendo o principal local de armazenamento de energia (VÁZQUEZ-VELA et al., 2008). A longo prazo, a sobrecarga de ATP leva à inflamação dos adipócitos e perturba a secreção de adipocinas. Em outras palavras, obesidade provocaria inflamação crônica dos adipócitos, resultando em resistência à insulina em muitos órgãos (HARWOOD, 2012).

A diretriz atual de cuidados no DM indica a prática regular de atividade física, desde que não apresentem contraindicações e sigam o protocolo específico para esta doença (ADA, 2016). O exercício físico é considerado estratégia não medicamentosa para o controle glicêmico. Dentre os exercícios encontra-se os exercícios aquáticos, diferenciando-se do solo, por apresentar às propriedades físicas conduzindo menor impacto nas articulações, favorecendo a maior segurança e conforto durante a execução (FERREIRA et al., 2014). Outro fator importante é

maximização dos efeitos metabólicos, cardiorrespiratórios e neuromusculares que os exercícios realizados em piscinas podem desencadear (DELEVATTI, 2016). No presente estudo, apesar de não apresentar resultados satisfatórios, as pessoas relatavam melhoras clínicas.

De acordo com os resultados obtidos, nota-se que a variável IPAQ apresentou-se heterogênea, principalmente com a classificação insuficientemente ativo A e B entre os grupos. Segundo Silva et al (2015), foi observado que o uso de estratégias simples, custo acessível e de rápida aplicação, como a variável IPAQ foi capaz de promover impacto no comportamento relacionado à atividade física, modalidade caminhada, dentro desta população. Apesar de ter observado diferença entre os grupos toda a amostra foi considerada insuficientemente ativa, acredita que isto não possa interferir nos resultados obtidos.

Os benefícios do exercício físico na saúde e reabilitação, tanto em meio terrestre quanto em meio aquático, atribuem-se às modificações hemodinâmicas e à composição corporal, no qual resulta na melhora da ação da insulina. Além disso, tem-se redução da glicemia circulante durante e após o exercício, melhora na sensibilidade à insulina, maior controle da pressão arterial, aumento de gasto energético, melhoria na qualidade de vida, e etc. (ADA 2011; SBD, 2009). Também é demonstrado que exercício físico prolongado, desencadeia elevações do glucagon e das catecolaminas, que são essenciais para manter a estabilidade glicêmica (CRUZ, 2005). Assim, são recomendados programas que enfatizam a atividade com intensidade moderada, com duração prolongada.

Diante os resultados descritos em relação a glicemia, não houve alteração dos valores desta variável, após intervenção em meio aquático. Estes resultados são conflitantes com os da literatura. Existem estudos que mostram a eficiência do treinamento em meio aquático ou terrestre para a modificação da glicemia de pacientes com DM2. Autores como Nuttamonwarakul et al (2014), e Cugusi (2015) encontraram redução de níveis glicêmicos em jejum de pacientes após a realização de atividade física em meio aquático, porém estes estudos preconizaram tempo maior de intervenção, contribuindo assim para seus valores satisfatórios. A frequência do treinamento descrito na literatura é em torno de três a cinco vezes por semana, por período de quinze semanas (NUTTAMONWARAKUL et al., 2014; CUGUSI, 2015). Portanto, diante das análises, acredita-se que o tempo de treinamento em meio aquático determinado no presente contexto (cinco semanas),

interferiu nos resultados obtidos, onde foi possível observar que o tempo determinado não foi suficiente para observar alterações significativas dos níveis de glicemia das pessoas com DM2.

Além disso, estudos relacionados da resposta glicêmica de alimentos, contendo carboidratos, mostraram que pessoas com DM, podem apresentar boa tolerância aos carboidratos. Desse modo, é recomendado plano alimentar equilibrado para estas pessoas, com o objetivo de obter nutrição adequada, o que possibilitaria melhor controle metabólico (GERALDO et al., 2008). Sendo assim, achados mostram que as contribuições de vários fatores influenciam em dados para resultados mais eficazes.

Com relação a resultados obtidos da atividade cerebral percebe-se que não houve modificações na atividade cerebral com olhos abertos e fechados. A literatura destaca-se que a atividade física conduz melhor a atividade cerebral e pessoas com DM2 apresentam modificações na atividade cerebral. O eletroencefalograma vem colaborando substancialmente para o entendimento dos mecanismos envolvidos na positiva relação entre a prática de exercícios físicos e o desempenho em tarefas cognitivas (HILLMAN et al., 2008). Indivíduos fisicamente ativos apresentam maiores ativações no espectro de bandas específicas, no exame de EEG, quando comparados a sedentários ou obesos, o que sugere padrão de ativação cerebral diferenciado em função do nível individual de atividade física ou capacidade física (LARDON et al., 1996). Contudo, não foi encontrado na literatura se o tempo de treinamento influencia a modificação da atividade cerebral em pessoas saudáveis ou diabéticas.

Vale ressaltar que, de acordo com a literatura, há diferença de análise das duas metodologias - de olhos abertos e de olhos fechados. Segundo Schomer et al, relataram a presença de oscilações cerebrais da onda alfa no estado relaxado com olhos fechados. Entretanto, com olhos abertos, estas ondas desaparecem devido ao influxo de luz e as oscilações cerebrais possuíam características de frequência mais elevada, chamadas de ondas betas (SCHOMER et al., 2011). Em suma, segundo Schomer e colaboradores (2011), a atividade cerebral de pessoas com os olhos fechados é menor quando se compara em situações que o paciente está com os olhos abertos, ou seja, as oscilações cerebrais são mais elevadas, justificando assim a necessidade de utilização das duas metodologias de estudo, para observação das oscilações, o qual não foi possível notar na pesquisa.

Os resultados referentes à correlação entre FC e TC6, destacam que quando aumenta a atividade cerebral do canal FC5, diminui a capacidade funcional do TC6, isto é, quando se realiza nova atividade motora, a atividade cerebral tende a aumentar no início do treino. Assim, à medida que tal função já é adquirida, a atividade cerebral é diminuída e a realização da função é aumentada (PAHLMAN et al., 2011).

Segundo Radak et al (2010), o exercício agudo com a mesma intensidade causa dano oxidativo, sendo assim ocorre diminuição dos níveis de carbonila com o resultado do treinamento físico, o que sugere maior degradação de proteínas oxidadas, e que o treinamento contínuo parece atenuar de forma mais efetiva ao dano oxidativo e as proteínas envolvidas no transporte intracelular do cálcio. Isso poderia ser parte importante da resposta adaptativa ao treinamento físico em cérebro de roedores diabéticos.

Dados sugerem que a função cerebral de baixa e alta resposta ao treinamento aeróbico de ratos é diferente quando se compara a um grupo de ratos que não foram submetidos ao treinamento (MARTON et al., 2016). É provável que a atividade física precoce pode ser benéfico porque permite um melhor desenvolvimento neural. Além disso, apesar da crescente evidência dos efeitos benéficos do exercício no desenvolvimento do cérebro em estudos clínicos e pré-clínicos, mais investigações são necessárias para determinar programas adequados de exercício (tipo, intensidade, volume e duração) para promover melhores efeitos cerebrais (GOMES DA SILVA e ARIDA, 2015).

Os resultados encontrados na correlação entre níveis glicêmicos circulantes e atividade cerebral demonstram que o aumento da atividade cerebral no canal FC5 desencadeia diminuição dos níveis glicêmicos circulantes para grupo controle. O exercício físico controla os níveis glicêmicos, sensibilidade à insulina e controla o fator de risco cardiovascular citado na revisão de literatura (TUDOR-LOCKE et al., 2000). Adicionalmente, Duclos e colaboradores (2011) descreve estudo em pacientes idosos e obesos, sendo o treinamento resistido progressivo de alta intensidade supervisionado, realizado em três dias por semana durante seis meses, em combinação com peso moderado, mostrou-se eficaz na melhora do nível glicêmico ao grupo controle. Neste contexto, segundo o estudo da ADA (2016), o objetivo primário no tratamento do DM2 é a diminuição de níveis glicêmicos, mostrando a importância desta redução em associação com a atividade cerebral.

Analisando os resultados do presente estudo, acredita-se que a intensidade e o volume de cargas utilizadas durante as semanas de exercícios não foram satisfatórios para resultados promissores. Existem metodologias que preconizam o número maior de semanas (DELEVATTI, 2015; NUTTAMONWARAKUL et al., 2014; DELEVATTI et al., 2016). Segundo Guimarães et al (2014), treinamento para pessoas hipertensas, em meio aquático, demonstraram resultados benéficos com maior período de intervenção, preconizados com doze semanas. Sendo assim, apesar deste ter mostrado que o treinamento aquático não modificou a atividade elétrica cerebral de indivíduos com DM2, sugere estudo futuros com maior tempo de intervenção.

## 7 CONCLUSÃO

Conclui-se que cinco semanas de treinamento aquático não modificou a atividade cerebral em pessoas com DM2. Por outro lado, existe correlação negativa da atividade cerebral com a capacidade funcional e glicemia para grupo não treinado.

## **8 PERSPECTIVAS FUTURAS**

Realizar outras pesquisas utilizando protocolo de intervenções mais prolongados no tempo, utilizar diferentes intensidades e volume de exercícios.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). Diretrizes Brasileira de Obesidade. **Revista da ABESO**. São Paulo, 4. ed., p. 13-52. 2016. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/uploads/downloads/92/57fccc403e5da.pdf>>. Acesso em: 30 de nov. 2018.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION - DIABETES CARE (ADA). Diagnosis and Classification of Diabetes *Mellitus*. EUA, 2014. Supplement.

\_\_\_\_\_(ADA). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. **Diabetes Care**, v. 34, p. S62-S69, Supplement 1, 2011.

\_\_\_\_\_(ADA). Standards of Medical Care in Diabetes. **Diabetes Care**. 39(Suppl 1): S1-S109, 2016.

ARAÚJO DA COSTA, J. et al. Efeito dos exercícios aquáticos na pressão arterial em hipertensas: uma revisão sistemática. **Conscientia e Saúde**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 145-152., Brasil. 2017.

ARAÚJO, L. et al. Tratamento do diabetes mellitus do tipo 2: novas opções. **Arq. Bras. Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 509-518, Dec. 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302000000600011>.

ATS. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 1 n.1, p. 111-117, 2002.

BADCOCK, N. et al. Validation of the Emotiv EPOC® EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs. **PeerJ**. 1. e38. 10.7717/peerj.38. 2013.

BAECKE et al. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. **Am J Clin Nutr**, v. 36, n.5 p. 936-942, 1982.

BASKARAN, A. et al., A review of electroencephalographic changes in diabetes mellitus in relation to major depressive disorder. **Neuropsychiatr Dis Treat**, v. 9, p. 143–150, 2013.

BAUM G. **Aquaeróbica: manual de treinamento**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2000.

BINGLEY et al. Insulin resistance and progression to type 1 diabetes in the European Nicotinamide Diabetes Intervention Trial (ENDIT). **Diabetes Care**, v. 31, p. 146–50, 2008.

BLAABJERG, L.; JUHL, C.B. Hypoglycemia-Induced Changes in the Electroencephalogram: An Overview. **Journal of Diabetes Science and Technology**, v. 10, n. 6, p. 1259–1267, 2016.

BLÁZQUEZ et al. Insulin in the brain: its pathophysiological implications for states related with central insulin resistance, type 2 diabetes and alzheimer's disease **Frontiers in endocrinology**. v. 5, p. 1–21, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus**. Brasília, 2013. 160 p. Cadernos de Atenção Básica,

BORG G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Champaign: Human Kinetics, 1998.

CAMARGO, Viviane Moreira de et al. Validação de um protocolo para o teste de caminhada de seis minutos em esteira para avaliação de pacientes com hipertensão arterial pulmonar. **J. Bras. Pneumol**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 423-430, maio 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132009000500006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132009000500006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 18 fev. 2019.

CAMBRI, L.T. et al. Perfil Lipidico, dislipidemia e exercicio físicos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, São Paulo, v. 8. n. 3. p. 100 – 116, 2006.

CHURCH, T.S. et al., Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **JAMA**, v. 304 n.20, p. 2253-2262, 2010.

CAPPUCCIO, F.P. et al. Quantity and quality of sleep and incidence of type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 33, p. 414–420, 2010.

CIOLAC, E.G.; GUIMARAES, G.V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Rev Bras Med Esporte**, Rio de Janeiro v. 10, n. 4, p. 75-85, jul/ago 2014.

CRYER, P.E; ARBELÁEZ, A.M. HYPOGLYCEMIA IN DIABETES. IN TEXTBOOK OF DIABETES. In: HOLT, R. I. et al. (Ed.) Textbook of diabetes. EUA. 2016.

CRUZ, S.C. Tratamento não farmacológico da diabetes tipo 2. **Revista Portuguesa de Clínica Geral**, Lisboa, v. 21, p. 587-95, 2005.

CUGUCI, L. et al. Effects of an aquatic-based exercise program to improve cardiometabolic profile, quality of life, and physical activity levels in men with type 2 diabetes mellitus. **PMR**, v. 7 n.2, p. 141-148, 2015.

DeFRONZO, R. A. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. **Med Clin North Am**, v. 88 n.4, p. 787-835, 2004.

DELEVATTI, R. S. Vertical ground reaction force during land- and water-based exercise performed by patients with type 2 diabetes. **Journal of the Romanian Sports Medicine Society**, v. 11, n. 1, p. 2501-2508, 2015.

DELEVATTI, R.S. et al. Glucose control can be similarly improved after aquatic or dry-land aerobic training in patients with type 2 diabetes: A randomized clinical Trial. **J Sci Med Sport**, v. 19 n.8, p. 688-693, 2016.

DIEZ, P. F. et al. Classification of Mental Tasks using Different Spectral Estimation Methods. **Biomedical Engineering**.

DIRETRIZES DO ACSM PARA TESTES DE ESFORÇO E SUA PRESCRIÇÃO/ AMERICAN OF SPORTS MEDICINE. 9 ed. RIO DE JANEIRO, GUANABARA,2014.

DUCLOS, M.; VIRALLY, M.L.; DEJAGER, S. Exercise in the management of type 2 diabetes mellitus: what are the benefits and how does it work? **Phys and Sports Med**, v. 39 n.2, p. 98-106, 2011.

FABRIS, C.; et al. Hypoglycemia-related electroencephalogram changes assessed by multiscale entropy. **Diabetes Technology e Therapeutics**, v. 16, n. 10, 2014.

FERREIRA S.R.G, PITITTO B.A. Aspectos epidemiológicos do diabetes *mellitus* e seu impacto no indivíduo e na sociedade. In: Tambascia M, Minicucci WJ, Pimazoni Netto, A. (Ed.). **Diabetes na prática clínica: módulo 1**. [e-book]. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira do Diabetes, 2014.

GABBAY M., CESARINI, M., P. R., DIB, S. A. Diabetes melito do tipo 2 na infância e adolescência: revisão da literature. **Jornal de Pediatria**, v. 79 n.3, p. 201-8, 2003.

GERALDO, J.M.; ALFENAS, R. C. G. et al. Intervenção nutricional sobre medidas antropométricas e glicemia de jejum de pacientes diabéticos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 329-340, 2008.

GHASEMI et al. Brain insulin dysregulation: Implication for neurological and neuropsychiatric disorders. **Mol Neurobiol**, v. 47, p. 1046–1065, 2013.

GOMES DA SILVA, S; ARIDA, R. M. Physical activity and brain development. **Expert Review of Neurotherapeutics**, v.15 n.9, p. 1041-1051, 2015.

GRAY, B. J et al. A non-exercise method to determine cardiorespiratory fitness identifies females predicted to be at 'high risk' of type 2 diabetes. **Diabetes and Vascular Disease Research**, v. 14 n.1, p. 47-54, 2017.

GREENBLATT, M.; MURRAY, J.; ROOT H.F. Electroencephalographic studies in diabetes mellitus. **The New England Journal Of Medicine**, 1946.

GROSS et al. Diabetes Melito: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 46, n. 1, Fevereiro, 2002.

GUIMARÃES, G.V.; CIOLAC, E.G. Síndrome metabólica: abordagem do educador. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 4 n.1, p. 659-70, 2004.

GUIMARÃES, G.V. et al. Heated water-based exercise training reduces 24-hour ambulatory blood pressure levels in resistant hypertensive patients: A randomized controlled trial (HEx trial). **Int J Cardiol**, v. 172, p. 434-441, 2014.

HAUMONT, D et al. Anormalidades no eeg em crianças diabéticas: influência da hipoglicemia e complicações vasculares. **Clinical Pediatrics**, v. 18 (12), p. 750-753, 1979.

HARWOOD, H.J. The adipocyte as an endocrine organ in the regulation of metabolic homeostasis. **Neuropharmacology**, v. 6, p. 57-75, 2012.

HILLMAN C.H, ERICKSON K.I, KRAMER A.F. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 9(1), p. 58-65, 2008.

HYLLIENMARK et al. EEG abnormalities with and without relation to severe hypoglycaemia in adolescents with type 1 diabetes. **Diabetologia**, Austria, n.48, p.412. 2005.

HYVÄRINEN, A.; OJA, E. Independent component analysis: algorithms and applications. **Neural Networks**, v. 13, n. 4–5, p. 411–430, 2000.

JALENE, S. Postural sway and brain hemispheric power spectral density under different attentional focus conditions. 2014.

JOHAR, D.R.; BERNSTEIN, L.H. Biomarkers of stress-mediated metabolic deregulation in Diabetes Mellitus. **Diabetes Res Clin Pract.**, v. 126, p. 222-229, 2017.

Kuan, K. Y. Zhong, Yingqin; Chau, P. Y. K. Informational and Normative Social Influence in Group-Buying: Evidence from Self-Reported and EEG Data, *Journal of Management Information Systems*,30:4, 151-178. A review of electroencephalographic changes in Diabetes Mellitus in relation to major depressive disorder - **Neuropsychiatric Disease and Treatment**, v. 2013, p. 9, 2014.

KHUSHABA, R. N. et al. Choice modeling and the brain: A study on the Electroencephalogram (EEG) of preferences. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 16, p. 12378–12388, 2012.

KOESSLER, L. et al. Automated cortical projection of EEG sensors: anatomical correlation via the international 10-20 system. **Neuroimage**, v. 46, n. 1, p. 64-72, 2009.

LAGE, G.; Apolinário-Souza, T. Aprendizagem motora: o papel do córtex motor primário. 10.13140/RG.2.1.1881.6481, 2015.

LARDON, M.T; POLICH J. EEG changes from long-term physical exercise. **Biol Psychol**, v. 27, n. 44 v.1, p. 19-30, 1996.

LEITE, N. et al. Efeitos de exercícios aquáticos e orientação nutricional na composição corporal de crianças e adolescentes obesos. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.** Florianópolis, v. 12, n. 4, p. 232-238, ago.

2010. Visitado em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-00372010000400002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-00372010000400002&lng=en&nrm=iso)>. Access on 10 fev. 2019.

LEAHY, J. L. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. **Arch Med Res.** v. 36(3), p. 197-209, 2005.

LIS SFALCIN ET AL. Efeitos do treinamento aeróbio sobre a capacidade muscular e funcional em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. Luciano e Rostom de Melo. **Rev. Ciencia & Saúde**, Porto Alegre, v.7, n.1, p11-18,jan/abr. 2014.

MACARDLE, W.D. Fisiologia do exercício - nutrição, energia e desempenho humano. 7<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p.1172

MACEDO, D. et al. Análise espectral de eletroencefalografia para registros patológicos - Faculdade de Engenharia Elétrica – Dissertação. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/6358> > Acessado em 10/02/2018)

MARCONDES, J.A.M Diabete melito fisiopatologia e tratamento. **Rev. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba**, v. 5, n. 1, p. 18-26, 2003.

MARTON, O. et al. The rate of training response to aerobic exercise affects brain function of rats. **Neurochemistry International**, v. 99, p. 16-23, 2016.

MALERBI, D. A.; FRANCO, L. J. Multicenter study of the prevalence of Diabetes Mellitus and impaired glucose tolerance in the urban Brazilian population aged, **Diabetes Care**, v. 15, n. 11, p. 1509-16, 1992.

MALTA, D.C.; MORAIS NETO, O.L.; SILVA-JUNIOR J.B. Apresentação do plano de ações estratégicas para enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2011 a 2022. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 425-438, 2011.

MARY ANN LIEBERT. Diabetes research and clinical practice, v.8,n.1., p. 91, 2014.

MCCALL, A.L. The Impact of Diabetes on the CNS. **Diabetes**, , v. 41 n.5, p. 557-570 maio, 1992.

MCMAHAN, T.; PARBERRY, I.; PARSONS, T. D. Modality specific assessment of video game player's experience using the Emotiv. **Entertainment Computing**, v. 7, p. 1–6, 2015.

MERCK SHARP & DOHME M.S.D. Monografia do Januvia: uma nova abordagem para o controle glicêmico no diabetes melitus tipo 2. Lisboa junho 2006. Disponível em: [http://www.msd.brasil.com/assests/hcp/pdf/januvia\\_resumo.pdf](http://www.msd.brasil.com/assests/hcp/pdf/januvia_resumo.pdf)

MEREGE FILHO, A. et al. Influence of physical exercise on cognition: an update on physiological mechanisms. **Rev Bras Med Esporte**, v. 20, n. 3, p. 237-241, 2014.

MILECH A, PEIXOTO M.C. Diabetes Mellitus: clínica, diagnóstico, tratamento multidisciplinar. São Paulo: Atheneu, p. 33-42, 2004.

MOORADIAN A.D et al. Cortical function in elderly non—insulin dependent diabetic patients: behavioral and electrophysiologic studies. **Arch Intern Med**.1988. v.148 n.11 p.2369–2372, 1988.

MOREIRA, M.A.C; MORAES, M.R.TANNUS,R. Teste da caminhada de seis minutos em pacientes com DPOC durante programa de reabilitação. **J. Pneumologia** , São Paulo , v. 27, n. 6, p. 295. nov. 2001  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-35862001000600002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-35862001000600002&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 13 fev. 2019.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-35862001000600002>.

MONTENEGRO M.A, CENDES F. GUERREIRO, M. GUERREIRO, C.A. Eeg Na Prática Clínica. São Paulo: Lemos Editorial, 2004.

NIDDK. Site do National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK), do National Institutes of Health (NIH). Disponível em: <http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/riskfortype2/index.aspx>., 2015.

NUTTAMONWARAKUL, A.; AMATYAKUL, S.; SUKSOM, D. Effects of water-based versus land-based exercise training on cutaneous microvascular reactivity and c-reactive protein in older women with type 2 diabetes mellitus. **JEPonline**, v. 17,n.4, p. 27-33, 2014.

OLIVEIRA, J. E.P.O. et al. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018 / Organização. São Paulo: Editora Clannad, 2017.

OFFICIAL JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. Australia. 2007.

PAHLMAN, U. et al., Cognitive dysfunction and physical activity after stroke: The Gothenburg Cognitive Stroke Study in the elderly. **J. Stroke Cerebrovasc Dis**, p.1-7, 2011.

PEREIRA JUNIOR, M. et al. Exercício físico resistido e síndrome metabólica: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 7, n. 42, p. 529-539, 2013

PEREIRA P.G. **Rev Bras Ginecol Obstet**, v. 36(11), p. 481-3, 2014.

PINHO C.D.F. et al. Efeitos agudos dos exercícios de hidroginástica e minitrampolim sobre os níveis pressóricos e glicêmicos de adolescentes obesos. **R. bras. Ci.**, v. 25(4), p. 39-48, 2017.

QUANDT, L. C. et al. Sensitivity of alpha and beta oscillations to sensorimotor characteristics of action: an eeg study of action production and gesture observation. **Neuropsychologia**, v. 50, n. 12, p. 2745–2751, 2012.

RADAK, Z., et al. Exercise plays a preventive role against Alzheimer's disease. **J. Alzheimer's Dis**, JAD, v. 20, p. 777-783, 2010.

ROQUE, F.R. et al. Exercise Training and Cardiometabolic Diseases: Focus on the Vascular System. **Curr Hypertens Rep.**, v. 15(3), p. 204-214, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes Da Sociedade Brasileira De Diabetes. 3. ed. São Paulo: A. Araújo Silva Farmacêutica, 2009. 400p

SILVA, R. et al. Elaboração de um manual de exercícios e orientações para pacientes com fasciíte plantar. **Acta Fisiátrica**, v. 21, n. 2, p. 75-79, 2014.

SILVA, M. A. V. et al., Impact of the activation of intention to perform physical activity in type II diabetics: a randomized clinical trial. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 20 p. 3, 2015.

STEFFEN, T.M.; HACKER T.A.; MOLLINGER, L. Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, berg balance scale, timed up & go test, and gait speeds. **Phys Ther.**, v. 82, n.2, p. 128-37, 2002.

TRIBL, N. et al. EEG topography during insulin-induced hypoglycemia in patients with insulin-dependent diabetes Millitus. **Eur. Neurol.**, v. 36, p. 303-309, 1996.

TUDOR-LOCKE C.E, BELL R, MEYERS. Revisiting the Role of Physical Activity and Exercise in the Treatment of Type 2 Diabetes. **Can J Appl Physiol.** Dec, v. 25(6), p. 466-92, 2000.

UMPIERRE, D. et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with hba1c levels in type 2 diabetes. **JAMA**, v. 305 n.17, p. 1790-1799, 2011.

VÁZQUEZ-VELA, M.E.F.; TORRES, N.TOVAR, A.R. White adipose tissue as endocrine organ and its role in obesity. **Arch Med Res**, v. 3, p. 715–728, 2008.

WEIR G.C, BONNER-WEIR S. Five stages of evolving beta-cell dysfunction during progression to diabetes. **Diabetes**, v. 53, Suppl 3, p. S16–21, 2004.

WILSON D.R. Electroencephalographic studies in diabetes mellitus. **Can Med Assoc J.**, v. 65 n.5, p. 462-8, 1951.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Diabetes Mellitus – epidemiology. Geneva, 2016.

## APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### EFEITO DO TREINAMENTO AQUÁTICO, ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO ELETROENCEFALOGRAFICA EM PESSOAS COM DIABETES *MELLITUS* TIPO

#### 2.

Você está sendo convidado a participar do estudo “EFEITO DO TREINAMENTO AQUÁTICO, ATRAVES DA AVALIAÇÃO ELETROENCEFALOGRAFICA EM PESSOAS COM DIABETES *MELLITUS* TIPO 2. Os avanços na área da saúde ocorrem através de estudos como este, por isso a sua participação é importante. O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos do treinamento aeróbio aquático através do método de eletroencefalografia em indivíduos com diabetes tipo 2. Para isso, você será sorteado para um dos grupos de pesquisa, intervenção ou controle. Sendo: O grupo intervenção que receberá uma cartilha com orientações de exercícios para casa e irá realizar treinamento na piscina três vezes na semana, durante cinco semanas e grupo controle, que apenas receberá a cartilha com orientações, porém depois de cinco semanas poderá realizar o treinamento. Você será submetido à avaliação por meio de um dispositivo que avalia a força muscular respiratória, o manovacuômetro, a força de músculos periféricos, o dinamômetro, pico de fluxo expiratório (peak-flow) e realizará um teste de caminhada de 6 minutos, que avalia a capacidade funcional ao exercício. O benefício com esse trabalho é o conhecimento de técnicas capazes de melhorar os sintomas relacionados à redução da força muscular respiratória, força muscular periférica e capacidade funcional cardiorrespiratória em indivíduos com Diabetes *Mellitus* tipo 2. Com estas respostas, será possível entender e conhecer melhor a avaliação e o tratamento para esses indivíduos.

Você poderá obter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo para você. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, preservando assim, sua identidade.

Eu, \_\_\_\_\_, li e/ou ouvi o esclarecimento sobre o projeto e compreendi para que serve o estudo, e qual procedimento eu serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e, que isso não afetará meu tratamento. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Diante desse entendimento, eu concordo em participar do estudo.

Alfenas,...../ ...../.....

\_\_\_\_\_

Assinatura do voluntário

\_\_\_\_\_

Documento identidade

Pesquisadores e orientadores \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 2 - Questionários de condições sociodemográfica e clínicos

### DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

DN: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Unidade de origem: \_\_\_\_\_

Tempo de diagnóstico: \_\_\_\_\_ Gênero: ( ) M ( ) F

HbA1c: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_ Renda: \_\_\_\_\_

Usuário de: ( ) Antidiabético oral ( ) Insulina

Pront.: \_\_\_\_\_ No SUS: \_\_\_\_\_

Já teve os pés avaliados por um profissional de saúde ( ) Sim ( ) Não

Já recebeu orientações sobre os cuidados com os pés ( ) Sim ( ) Não

Se Sim, qual profissional?

( ) Médico ( ) Enfermeiro

( ) Fisioterapeuta ( ) Técnico de enfermagem

( ) Outros profissionais da saúde \_\_\_\_\_

( ) Informação por outros meios de informação (rádio, TV, etc...)

### INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Atividade física sistemática ( ) Não ( ) Sim

Tabagismo ( ) Não ( ) Sim

Etilismo ( ) Não ( ) Sim

Pressão alta ( ) Não ( ) Sim

Outra doença ( ) Não ( ) Sim

### EXAME FÍSICO

VARIÁVEIS	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL
PA	mmHg	mmHg
FC	Bpm	Bpm
FR	lrpm	lrpm
SpO <sub>2</sub>	%	%

## TESTES ESPECÍFICOS

## ANTROPOMETRIA:

VARIÁVEIS	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL
ALTURA (m)	M	m
MASSA CORPORAL (Kg)	Kg	Kg
ÍNDICE DE GORDURA CORPORAL		
MASSA MUSCULAR		
PESO DOS OSSOS		
ÍNDICE DE ÁGUA		
IMC (Kg/m <sup>2</sup> ):	Kg/m <sup>2</sup>	Kg/m <sup>2</sup>
CLASSIFICAÇÃO IMC		
CIRCUNFERÊNCIA CINTURA (cm)	Cm	cm
CLASSIFICAÇÃO CIRC. CINTURA		

Classificação do IMC		Risco de Comorbidade
IMC < 18,5	Baixo Peso	Baixo
IMC 18,5 a 24,9	Peso Ideal	Médio
IMC ≥ 25	Sobrepeso	-
IMC 25 a 29,9	Pré-Obeso	Aumentado
IMC 30 a 34,9	Obeso I	Moderado
IMC 35 a 39,9	Obeso II	Grave
IMC ≥ 40	Obeso III	Muito Grave

Valores de referência – Circunferência Abdominal		
Homem	Mulher	Risco
≥ 94	80	Aumentado
≥ 102	≥ 88	Aumentado Substancialmente

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS



ANEXO 1 – Termo Comitê de Ética

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

**DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** O efeito da acupuntura auricular e da terapia aquática nas alterações sistêmicas e periféricas de pessoas com Diabetes Mellitus Tipo 2. Pesquisador: Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 69907817.1.0000.5142

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.893.214

**Apresentação do Projeto:**

- Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Enfermagem da Universidade Federal de Alfenas como parte dos requisitos para obtenção do título Mestre em Enfermagem

**Objetivo da Pesquisa:**

- Objetivos claros e bem definidos

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

- O projeto descreve bem os riscos e desconfortos da pesquisa assim como estratégias para minimizá-los -

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A metodologia da pesquisa está adequada aos objetivos do projeto, atualizada e com riscos mínimos aos sujeitos.

Referencial teórico atualizado.

Cronograma de execução coerente com a proposta

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

a. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – presente e adequado

b. Termo de Assentimento (TA) – não se aplica

Continuação do Parecer: 2.893.214

- c. Termo de Assentimento Esclarecido (TAE) – não se aplica
- d. Termo de Compromisso para Utilização de Dados e Prontuários (TCUD) – não se aplica
- e. Termo de Anuência Institucional (TAI) – presente e adequado
- f. Folha de rosto - presente e adequado
- g. Projeto de pesquisa completo e detalhado - presente e adequado
- h. Título de especialidade - presente e adequado

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Recomendação de aprovação do projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Colegiado do CEP acata o parecer do relator.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1194564_E1.pdf	05/08/2018 21:51:22		Aceito
Outros	EmendacaoCEP.docx	05/08/2018 21:43:08	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_CEP.docx	05/08/2018 21:41:17	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Outros	Projeto_CEP_TCLE_Apendices_Anexos.docx	14/06/2017 10:20:38	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Outros	Apendices_e_Anexos.pdf	14/06/2017 10:15:39	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Outros	DIPLOMA_DE_ACUNPUTURISTA.pdf	14/06/2017 10:14:01	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Outros	AutorizacaoSala.pdf	14/06/2017 10:13:07	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Outros	AutorizacaoClinica.pdf	14/06/2017 10:12:33	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Outros	AutorizacaoPrefeitura.pdf	14/06/2017 10:11:20	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE.pdf	14/06/2017 09:45:40	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
--	----------	------------------------	--------------------------------------	--------

Página 02 de

Continuação do Parecer: 2.893.214

Ausência	TCLE.pdf	14/06/2017 09:45:40	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	14/06/2017 09:41:30	Thaila Oliveira Zatiti Brasileiro	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

ALFENAS, 13 de Setembro de 2018

---

**Assinado por:**  
**Angel Mauricio Castro Gamero**  
**(Coordenador)**

**ANEXO 2****QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –VERSÃO CURTA –  
IPAQ-VC**

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal

Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1ª.** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?  
dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**.      ( ) Nenhum

**1b.** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?  
horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos

leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração **(POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)**

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_ minutos.

**ANEXO 3****ESCALA DE BORG – 1998 MODIFICADA**

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouco intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima