

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**Cássia Daniele Zaleski Trindade**

MODELO DE DESEMPENHO EM NATAÇÃO DE ATLETAS MÁSTER

Porto Alegre, 2022

**Cássia Daniele Zaleski Trindade**

**MODELO DE DESEMPENHO EM NATAÇÃO DE ATLETAS MÁSTER**

Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano (PPGCMH) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientação: Prof. Flávio Antônio de Souza Castro (UFRGS); co-orientação: Profa. Cláudia Dornelles Schneider (UFCSPA)

Porto Alegre, 2022

### CIP - Catalogação na Publicação

Trindade, Cássia Daniel Zaleski  
Modelo de Desempenho em Natação de Atletas Máster /  
Cássia Daniel Zaleski Trindade. -- 2022.  
32 f.  
Orientador: Flávio Antônio de Souza Castro.

Coorientadora: Cláudia Dornelles Schneider.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. natação. 2. envelhecimento. 3. consumo de oxigênio. 4. cinemática. 5. consumo alimentar . I. Castro, Flávio Antônio de Souza, orient. II. Schneider, Cláudia Dornelles, coorient. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

O processo de escrita desta tese, durante pouco mais de quatro anos, e o desenvolvimento das minhas possibilidades acadêmicas foram marcados por grandes mudanças de vida que desafiaram a minha relação com a pesquisa. No entanto, apesar dos desafios, chego ao final dessa etapa com minhas certezas renovadas e extremamente grata pela forma como a jornada se construiu. Agradecer nesse momento é crucial, pois muitas pessoas colaboraram para a construção deste trabalho.

Agradeço à minha família, por todo carinho e incentivo, e por reforçar a minha espiritualidade. Especialmente aos meus pais, pelo amor incondicional, por permitirem que eu tenha o privilégio de escolher meus rumos, e por todo apoio e compreensão. Ao meu irmão Rhuan, por seguir sendo minha inspiração e pelos conselhos acadêmicos.

Aos meus orientadores, Flávio e Cláudia, excelência como professores e como pessoas. Obrigada pelo acolhimento, pelo suporte e por toda disponibilidade. Agradeço também por acreditarem e confiarem no meu trabalho.

À família de coração que a natação me deu, Gabriela e Fabrício, que para além de inspirarem esse estudo, foram companheiros e pacientes.

Agradeço ao Frank e a Patrícia, por terem possibilitado meu desenvolvimento profissional, pelo incentivo e parceria. Aos treinadores e atletas da FS TEAM, pelo convívio, que certamente tornou essa jornada mais leve.

Aos meus amigos de vida, que foram ouvintes e companhia, se solidarizaram e torceram por mim.

## APRESENTAÇÃO

Esta tese foi desenvolvida junto ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS. O objetivo central foi traçar um panorama a respeito de aspectos fisiológicos, biomecânicos e nutricionais que, de alguma forma, interferem ou determinam o desempenho em natação. O presente documento está organizado em capítulos, sendo os Capítulos I e III relativos à, respectivamente, Introdução Geral e Considerações Finais, e o Capítulo II relativo aos artigos, desenvolvidos de acordo com o tema central desta pesquisa, os quais estão formatados de acordo com a revista científica ao qual serão submetidos:

1. *Determinants of master swimming performance: a multivariate analysis of 200 m front crawl* – Revista: *International Journal of Sports Physiology and Performance*
2. *VO<sub>2max</sub> assessment in master swimmers: a validation study for the 200 m front crawl* – Revista: *International Journal of Sports Medicine*
3. Exercise post oxygen consumption in male master swimmers – Revista: *European Journal of Applied Physiology*
4. *Master swimmers' carbohydrate intake in relation to training intensity and volume* – Revista: *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*

Como parte dos resultados diretos da presente tese, o Anexo I traz o capítulo de livro publicado e intitulado: “Body Fat in Male Master Swimmers: Dual X-Ray Absorptiometry vs Skinfold Thickness Equations”. A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o parecer nº 2.180.001 (ANEXO II).

## RESUMO

A natação máster foi tema central dessa tese que teve por objetivo traçar um panorama a respeito de aspectos fisiológicos, biomecânicos e nutricionais que, de alguma forma, interferem ou determinam o desempenho em natação. Participaram de uma ou mais fases da pesquisa 21 atletas máster de natação, do sexo masculino. Os atletas foram avaliados quanto à antropometria e composição corporal. O desempenho, consumo de oxigênio ( $VO_{2\text{pico}}$ ), frequência cardíaca (FC) e variáveis biomecânicas (frequência de braçada, distância por ciclo de braçada, inclinação do tronco, frequência de pernada e eficiência propulsiva), foram avaliados em um teste de 200 m nado crawl (T200), sob máxima intensidade. Consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) e FC foram obtidos por meio de teste progressivo composto por  $n$  repetições de 200 m nado crawl. As variáveis nutricionais foram obtidas a partir de registro alimentar de sete dias, juntamente com registro preciso do treinamento no mesmo período. Os resultados foram apresentados e discutidos em quatro artigos. O artigo 1 trata dos determinantes do desempenho dos 200 m nado crawl a partir de uma análise multivariada; o artigo 2 valida o T200 como teste preditor do  $VO_{2\text{máx}}$  em nadadores máster de diferentes faixas etárias; o artigo 3 descreve e analisa, por grupos etários a curva de recuperação do consumo de oxigênio pós T200; por fim o artigo 4 quantifica, analisa e descreve o consumo diário de carboidratos e sua relação com o treinamento de natação em atletas máster.

Palavras-chaves: natação, envelhecimento, consumo de oxigênio, cinemática, consumo alimentar

## ABSTRACT

Master swimming was the central theme of this thesis, which aimed to provide an overview of physiological, biomechanical, and nutritional aspects that, in some way, interfere or determine swimming performance. Twenty-one male master swimming athletes participated in one or more phases of the research. Athletes were evaluated for anthropometry and body composition. Performance, oxygen consumption ( $VO_{2peak}$ ), heart rate (HR) and biomechanical variables (stroke rate, distance per stroke cycle, trunk inclination, kick rate and propulsive efficiency) were evaluated in a 200 m all-out front crawl test (T200). Maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) and HR were obtained through a progressive test composed of n front crawl repetitions 200 m. Nutritional variables were obtained from a seven-day food record, together with an accurate record of training in the same period. The results were presented and discussed in four articles. Article 1 deals with the performance determinants of the 200 m front crawl from a multivariate analysis; article 2 validates the T200 as a  $VO_{2max}$  predictor test in master swimmers of different age groups; article 3 describes and sub-analyzes, by age groups, the recovery curve for oxygen consumption after T200. Finally, article 4 quantifies, analyzes, and describes the daily consumption of carbohydrates and its relationship with swimming training in master athletes.

Key-words:-swimming, aging, oxygen consumption, kinematics, dietary intake

## SUMÁRIO

Capítulo I: Introdução Geral .....	9
Capítulo II: Estudos .....	17
Estudo 1 .....	17
Estudo 2 .....	19
Estudo 3 .....	21
Estudo 4 .....	23
Capítulo III: Considerações Finais .....	25
ANEXO 1 – Capítulo de Livro .....	27
ANEXO 2 - Parecer consubstanciado do CEP .....	28



---

# CAPÍTULO I

## Introdução Geral

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL

A natação máster é praticada por atletas com idade igual ou superior a 25 anos que competem entre si, de acordo com grupos de idade, em eventos específicos para a categoria (LAZZOLI; DE OLIVEIRA; LEITÃO; DA NÓBREGA *et al.*, 2001). Apesar de não serem atletas de elite, a busca pelo melhor desempenho coloca tais indivíduos em uma rotina sistemática e específica de treinamento (visando aprimorar capacidades físicas e técnicas da natação), cuja maioria dos atletas concilia com atributos familiares e sociais (WEIR; KERR; HODGES; MCKAY *et al.*, 2002)

O desempenho em natação é avaliado a partir do tempo gasto para cobrir determinada distância (o que gera a velocidade de nado,  $v$ ). Esse deslocamento no meio aquático é dependente da propulsão final, variável resultante da relação entre força propulsiva e arrasto (COSTILL; KOVALESKI; PORTER; KIRWAN *et al.*, 1985). A força propulsiva é influenciada pelas características fisiológicas, antropométricas e técnicas do indivíduo, já o arrasto é majoritariamente afetado pela técnica, porém também sofre ação das características físicas, medidas lineares e de composição corporal do nadador (ZAMPARO; CORTESI; GATTA, 2019).

Dentre a avaliação das características fisiológicas, há a mensuração do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ). A medida do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), determinado como a máxima capacidade de captação, transporte e utilização de oxigênio pelo corpo, é uma das variáveis usadas para avaliação da capacidade aeróbica de nadadores (ZACCA; CASTRO, 2012). O  $VO_{2max}$  é considerado alcançado, em testes de carga progressiva, quando não é observado aumento no  $VO_2$ , apesar do incremento na carga (associado com medidas secundárias, como percepção de esforço, frequência cardíaca e lactato sanguíneo) (HOWLEY; BASSETT; WELCH, 1995). Por outro lado, em testes que não permitem a estabilização do consumo de oxigênio, em virtude de sua execução em intensidades mais elevadas, é possível avaliar a capacidade aeróbica pelo valor do consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ), sendo caracterizado pelo maior valor encontrado em teste (HOWLEY; BASSETT; WELCH, 1995; RIBEIRO; FIGUEIREDO; SOUSA; MONTEIRO *et al.*, 2015).

Para além dos valores máximos encontrados em teste, o estudo do comportamento da cinética do  $VO_2$  fornece informações adicionais sobre o condicionamento físico do atleta (LAFORGIA; WITHERS; GORE, 2006). A análise do “excesso de consumo de oxigênio pós exercício” (EPOC), período que ocorre durante a fase de recuperação, quando o  $VO_2$  não

retorna imediatamente aos níveis basais e pode permanecer acima dos valores de repouso por certo período (BORSHEIM; BAHR, 2003), permite avaliar a capacidade física do atleta. Indivíduos mais treinados possuem recuperação mais rápida, e, conseqüentemente, retorno mais rápido aos níveis de  $VO_2$  de repouso, por melhor condicionamento aeróbico, melhor remoção de lactato e regeneração de creatina-fosfato (TOMLIN; WENGER, 2001).

Na natação, diferente de esportes executados sob a resistência do ar, a técnica possui grande influência no desempenho dos atletas, visto que interfere na eficiência propulsiva a partir de sua relação com o arrasto (TOUSSAINT; TRUIJENS, 2005). A avaliação da qualidade técnica do nadador pode ser realizada por meio de instrumentos e técnicas da biomecânica, sendo o método de videogrametria em duas dimensões (2D) um meio acessível e rápido de coleta e análise de dados (MOONEY; CORLEY; GODFREY; OSBOROUGH *et al.*, 2015). A frequência média de ciclos de braçada (SR), definida pelo número de ciclos de braçada executadas por unidade de tempo, e a distância percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçada (SL), distância horizontal média percorrida pelo corpo durante a realização de um ciclo completo de braçadas do nadador, interferem diretamente na  $v$  a partir da equação:  $v = SR * SL$  (CRAIG; SKEHAN; PAWELCZYK; BOOMER, 1985; HAY; GUIMARÃES, 1983). Sendo assim, para manter determinada  $v$ , os nadadores geralmente adotam combinação inconsciente que eles julgam ser a mais eficiente entre a SR e a SL. Tanto o aumento da SL, quanto da SR geram incremento na  $v$  e, conseqüentemente, no desempenho; entretanto, há relação inversa entre tais variáveis – à medida que uma aumenta a outra diminui (HAY; GUIMARÃES, 1983).

Além das variáveis de braçada, a análise da inclinação do tronco (TI), mensurada a partir do ângulo horizontal entre o segmento do ombro e o quadril, e a frequência de pernada (FP), número de batidas de pernas completas para cada ciclo de braçadas, permitem avaliar a influência da técnica no arrasto e conseqüentemente, custo energético da locomoção no meio líquido (ZAMPARO; GATTA; PENDERGAST; CAPELLI, 2009; ZAMPARO; PENDERGAST; MOLLENDORF; TERMIN *et al.*, 2005). Quanto maior a TI maior será a área projetada do corpo à água, aumentando arrasto e o custo energético (ZAMPARO; GATTA; PENDERGAST; CAPELLI, 2009). A variação da frequência de pernada também interfere no custo energético da natação, em que a batida de pernas apenas para estabilização do corpo e aumento da propulsão de membros superiores oferece um menor custo energético quando comparada à alta frequência de pernada (indicada somente quando há necessidade de potência) (ZAMPARO; PENDERGAST; MOLLENDORF; TERMIN *et al.*, 2005). Por sua vez, a eficiência propulsiva (EP), de modo simplificado, pode ser estimada a partir da  $v$ , da SR

e da distância linear entre o centro do ombro e o centro da mão, quando esta estiver exatamente abaixo do ombro, entre as fases de puxada e empurrada da braçada; indica o percentual da força aplicada pelo nadador na água que realmente gera propulsão (ZAMPARO, 2006).

A correlação entre medidas antropométricas lineares e desempenho em natação pode ser explicada pela relação inversa entre o arrasto de onda e estatura (quanto maior a estatura, menor o arrasto de onda) (TOUSSAINT; STRALEN; STEVENS, 2002). A composição corporal, expressa pela quantidade de gordura e massa magra, interfere diretamente na densidade de um corpo e, conseqüentemente, na flutuabilidade deste no meio líquido. Além disso, quanto mais denso um corpo, menor a sua flutuabilidade e maior o torque subaquático, fatores que aumentam o custo energético da natação (ZAMPARO; ANTONUTTO; CAPELLI; FRANCESCATO *et al.*, 1996).

A nutrição é fator determinante para o desenvolvimento do atleta, visto que influencia no desempenho, na recuperação pós-esforço, na composição corporal, na imunidade e, ainda, potencializa as adaptações ao treinamento. A melhora do desempenho esportivo pela nutrição inclui a otimização da ingestão de macro, micronutrientes e líquidos de forma dinâmica ao longo do dia e ao longo da temporada, de acordo com os micros, meso e macrociclos de treinamento; respeitando a individualidade do atleta: preferências alimentares, modalidade esportiva e composição corporal, por exemplo (JEUKENDRUP, 2017; STELLINGWERFF; MORTON; BURKE, 2019). Dentre os nutrientes existentes, os carboidratos recebem grande atenção por interferirem diretamente no desempenho e pela sua modulação favorecer respostas adaptativas ao exercício. Em relação ao desempenho, por estarem envolvidos em diferentes rotas metabólicas aeróbicas e anaeróbicas, os carboidratos desempenham um importante papel no processo de ressíntese de ATP, aumentando a eficácia do exercício físico realizado em intensidade predominantemente oxidativa e sendo determinante em intensidades mais elevadas (pelos estoques de glicogênio e/ou fornecimento exógeno) (THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016). Sendo assim, os carboidratos se fazem necessários durante competições e sessões chave – em que se deseja uma alta qualidade do treinamento. Em relação às respostas adaptativas, a manipulação dos estoques/fornecimento de carboidratos em relação às sessões de exercício permite potencializar os ganhos com o treinamento pelo aumento da sinalização celular e expressão de genes específicos de adaptação ao *endurance*, contudo é indicado em sessões realizadas com intensidades próximas ou abaixo do primeiro limiar ventilatório (BARTLETT; HAWLEY; MORTON, 2015; IMPEY; HEARRIS; HAMMOND; BARTLETT *et al.*, 2018; MATA; VALENZUELA; GIMENEZ; TUR *et al.*, 2019).

Considerando a influência negativa do envelhecimento sobre o desempenho (TANAKA; SEALS, 2008) e as diversas tarefas sociais do atleta máster, se faz necessário entender os fatores que influenciam o desempenho dos nadadores máster, para poder gerar conhecimento que contribua para a melhora do seu rendimento. Dessa forma, o objetivo geral desta tese é traçar um panorama a respeito de aspectos fisiológicos, biomecânicos e nutricionais que, de alguma forma, interferem ou determinam o desempenho em natação.

## Referências

BARTLETT, J. D.; HAWLEY, J. A.; MORTON, J. P. Carbohydrate availability and exercise training adaptation: too much of a good thing? **Eur J Sport Sci**, 15, n. 1, p. 3-12, 2015.

BORSHEIM, E.; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Med**, 33, n. 14, p. 1037-1060, 2003.

COSTILL, D. L.; KOVALESKI, D.; PORTER, D.; KIRWAN, R. *et al.* Energy Expenditure During Front Crawl Swimming: Predicting Success in Middle-Distance Events. **Int J Sports Med**, 6, p. 266-270, 1985.

CRAIG, A. B., Jr.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Med Sci Sports Exerc**, 17, n. 6, p. 625-634, Dec 1985.

HAY, J.; GUIMARÃES, A. C. S. A quantitative look at swimming biomechanics. **Swimming Technique**, 1983.

HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R., Jr.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Med Sci Sports Exerc**, 27, n. 9, p. 1292-1301, Sep 1995.

IMPEY, S. G.; HEARRIS, M. A.; HAMMOND, K. M.; BARTLETT, J. D. *et al.* Fuel for the Work Required: A Theoretical Framework for Carbohydrate Periodization and the Glycogen Threshold Hypothesis. **Sports Med**, 48, n. 5, p. 1031-1048, May 2018.

JEUKENDRUP, A. E. Periodized Nutrition for Athletes. **Sports Med**, 47, n. Suppl 1, p. 51-63, Mar 2017.

LAFORGIA, J.; WITHERS, R. T.; GORE, C. J. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. **J Sports Sci**, 24, n. 12, p. 1247-1264, Dec 2006.

LAZZOLI, J. K.; DE OLIVEIRA, M. A. B.; LEITÃO, M. B.; DA NÓBREGA, A. C. L. *et al.* Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte sobre: esporte Competitivo em Indivíduos acima de 35 anos. **Rev Bras Med Esporte**, 7, n. 3, p. 83-92, 2001.

MATA, F.; VALENZUELA, P. L.; GIMENEZ, J.; TUR, C. *et al.* Carbohydrate Availability and Physical Performance: Physiological Overview and Practical Recommendations. **Nutrients**, 11, n. 5, May 16 2019.

MOONEY, R.; CORLEY, G.; GODFREY, A.; OSBOROUGH, C. *et al.* Application of Video-Based Methods for Competitive Swimming Analysis: A Systematic Review. **Sport Exerc Med Open J**, 1, n. 5, p. 133-150, 2015.

RIBEIRO, J.; FIGUEIREDO, P.; SOUSA, A.; MONTEIRO, J. *et al.* VO<sub>2</sub> kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. **Eur J Appl Physiol**, 115, p. 1117-1124, 2015.

STELLINGWERFF, T.; MORTON, J. P.; BURKE, L. M. A Framework for Periodized Nutrition for Athletics. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, 29, n. 2, p. 141-151, Mar 1 2019.

TANAKA, H.; SEALS, D. R. Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. **J Physiol**, 586, n. 1, p. 55-63, Jan 1 2008.

THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. **J Acad Nutr Diet**, 116, n. 3, p. 501-528, Mar 2016.

TOMLIN, D. L.; WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Med**, 31, n. 1, p. 1-11, 2001.

TOUSSAINT, H. M.; STRALEN, M.; STEVENS, E. Wave Drag in Front Crawl Swimming. *In*: ISBS, 2002.

TOUSSAINT, H. M.; TRUIJENS, M. Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. **Animal Biology**, 55, n. 1, p. 17-40, 2005.

WEIR, P. L.; KERR, T.; HODGES, N. J.; MCKAY, S. M. *et al.* Master Swimmers: How Are They Different from Younger Elite Swimmers? An Examination of Practice and Performance Patterns. **J Aging Phys Activ**, 10, p. 41-63, 2002.

ZACCA, R.; CASTRO, F. A. S. Bioenergetics Applied to Swimming: An Ecological Method to Monitor and Prescribe Training. *In*: CLARK, D. K. (Ed.). **Bioenergetics**, 2012.

ZAMPARO, P. Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. **Eur J Appl Physiol**, 97, n. 1, p. 52-58, May 2006.

ZAMPARO, P.; ANTONUTTO, G.; CAPELLI, C.; FRANCESCATO, M. P. *et al.* Effects of body size, body density, gender and growth on underwater torque. **Scand J Med Sci Sports**, 6, n. 5, p. 273-280, Oct 1996.

ZAMPARO, P.; CORTESI, M.; GATTA, G. The energy cost of swimming and its determinants. **Eur J Appl Physiol**, 120, n. 1, p. 41-66, Jan 2019.

ZAMPARO, P.; GATTA, G.; PENDERGAST, D.; CAPELLI, C. Active and passive drag: the role of trunk incline. **Eur J Appl Physiol**, 106, n. 2, p. 195-205, May 2009.

ZAMPARO, P.; PENDERGAST, D. R.; MOLLENDORF, J.; TERMIN, A. *et al.* An energy balance of front crawl. **Eur J Appl Physiol**, 94, n. 1-2, p. 134-144, May 2005.

---

## CAPÍTULO II

Estudos



---

## ESTUDO 1

*Determinants of master swimming performance: a multivariate analysis of 200 m front crawl*

## CAPÍTULO II: ESTUDOS

### ESTUDO 1

#### **Determinants of master swimming performance: a multivariate analysis of 200 m front crawl**

##### **Abstract**

**Purpose:** To investigate the relationship between biomechanical, physiological, and anthropometric parameters and the performance in the 200 m front crawl all-out test (T200) in master swimmers; and to determine the best relationship between these variables to determine the performance in the T200.

**Methods:** Eighteen male master swimmers were evaluated for anthropometry (body mass, height, upper arm span), body composition (body fat), performance in T200 (time), oxygen uptake ( $VO_{2peak}$ ), heart rate, and biomechanical variables (stroke rate SR, distance per stroke cycle SL, trunk inclination TI, kick rate KR, and arm-stroke efficiency  $\eta P$ ). A stepwise regression analysis was applied to assess possible relationships with performance, and to verify which group of variables (physiological, biomechanical, and anthropometric) best characterizes swimming performance.

**Results:** Performance in T200 presented statistical correlations with:  $VO_{2peak}$  ( $r = -0.81$ ), HRmax ( $r = -0.58$ ), SL ( $r = -0.72$ ), SR ( $r = -0.58$ ) and  $\eta P$  ( $r = -0.72$ ); but multicollinearity analysis had eliminated HRmax (correlated with  $VO_{2peak}$ ,  $r = 0.65$ ) and  $\eta P$  (correlated with SL,  $r = 0.99$ ). Thus, the regression model was built with SR, SL and  $VO_{2peak}$  and, in relative terms, it can be affirmed that they weight on performance is 48.0, 48.2 and 3.7%, respectively.

**Conclusions:** For the 200 m front crawl, the biomechanical profile, SL and SR, is the major determinant to performance, followed by small energetic contribution,  $VO_{2peak}$ . Thus, master swimming training should focus on efficiency by technical development.

**Keywords:** biomechanics, aging, assessment, oxygen consumption

**Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.**

---

## ESTUDO 2

***$V_{O_2}$ max assessment in master swimmers: a validation study for  
the 200 m front crawl***

## ESTUDO 2

### **VO<sub>2max</sub> assessment in master swimmers: a validation study for the 200 m front crawl**

#### **Abstract**

Monitoring training performance and health by a method that access aerobic power and its applicable to the master swimmers group seems to be appropriate. Thus, the aim of the present study was to evaluate the validity of VO<sub>2peak</sub>, obtained from 200 m front crawl test (T200), as a measure to estimate aerobic power in master swimmers of different age groups. Twenty-one master swimmers (46.1 ± 13.7 years) performed a test protocol comprehended with two steps: (i) 200 m all-out (T200, to identify the VO<sub>2peak</sub>) and an incremental test of n x 200 m (to identify the VO<sub>2max</sub>). VO<sub>2peak</sub>, VO<sub>2max</sub>, VCO<sub>2</sub>, and VE (respiratory valve system and portable gas analyzer), heart rate (HR), stroke length, and stroke rate variables were collected from both tests. Main time of T200 was 186.7 ± 33.4 s, and 193.5 ± 34.0 s for the last repetition of n x 200 m. Comparison, correlation, regression, and agreement analyzes were performed. Measured aerobic power was 44.8 ± 7.8 ml·kg·min<sup>-1</sup> (n x 200-m; VO<sub>2max</sub>) and 46.3 ± 8.5 ml·kg·min<sup>-1</sup> (T200; VO<sub>2peak</sub>). Differences between protocols were like zero for VO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub>, and VE (respectively, p = 0.31; 0.58; and 0.61). Similarity between VO<sub>2max</sub> and VO<sub>2peak</sub> made possible to statistically predict the aerobic capacity with the performance result of T200. Analyzes between T200 and n x 200 m validated T200 as a predictor of aerobic power, mainly regarding the VO<sub>2</sub>, where VO<sub>2peak</sub> and VO<sub>2max</sub> did no differ and agree. Also, it is possible to predict the VO<sub>2max</sub> by using the time to complete the T200.

**Key words:** oxygen consumption, aerobic power, master athletes

**Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.**

---

## ESTUDO 3

*Exercise post oxygen consumption in male master swimmers*

## ESTUDO 3

### Exercise post oxygen consumption in male master swimmer

#### Abstract

**Purpose:** To evaluate and to compare the behavior of exercise post oxygen consumption (EPOC) in master swimmers of different age groups and performance levels.

**Methods:** Fourteen male master swimmers performed a 200 m front-crawl all out bout (T200). Gas exchange data were collected ( $VO_{2peak}$  was obtained) and heart rate was monitored. Time to complete T200 was used to assess performance. After the end of the test, the swimmer was instructed to remain with the snorkel for 5 minutes, at rest, standing, with feet supported, on the edge of the pool, to measure the EPOC. Data processing was conducted, and a single exponential regression model was used to fit  $VO_2$  kinetics from EPOC period. The magnitude of EPOC ( $EPOC_{MAG}$ ) was calculated by means of the area under the curve. Swimmers were compared by age and performance groups accordantly 50<sup>th</sup> percentile; correlations were tested.

**Results:** Significant differences were obtained between age comparisons ( $31.8 \pm 3.6$  vs  $49.6 \pm 2.6$ ) for T200 and  $VO_{2peak}$ , and performance comparisons ( $162.1 \pm 20.0$  vs  $217.5 \pm 23.7$ ) for age and amplitude ( $p < 0.05$ ). Despite the lack of significance, groups effect sizes presented moderate to very large results, except for time constant and time delay. Results presented significant positive correlations for age and T200; and negative correlations for maximum heart rate, amplitude and  $EPOC_{MAG}$  between both age and T200 ( $p < 0.005$ ).

**Conclusions:** Sports performance of master athletes is influenced by both training and aging. This short report showed that EPOC curve parameters differ between master swimmers of different performance levels and age.

Key-words: swimming, EPOC, recovery

**Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.**

---

## ESTUDO 4

*Master swimmers' carbohydrate intake in relation to training intensity and volume*

## ESTUDO 4

### **Master swimmers' carbohydrate intake in relation to training intensity and volume**

#### **Abstract**

It is known the importance of macronutrients to performance, especially carbohydrate (CHO). New strategies of CHO periodization take in account training requirements dynamics over the time; and studies on the fluctuation of CHO intake over master swimmers are lacking. Thus, the objective of the present study was to quantify, describe, and analyze daily CHO ingestion, as well their relationship with volume and intensity of training, in master swimmers. Twenty master swimmers (27 to 68 years) participated, and informed in detail all training performed along 7 days to estimate the training load. Dietary intake along the same training record period was recorded. Data was analyzed over only swimming days. CHO accounted for  $47.7 \pm 10.2\%$  of total energy intake. Daily CHO intake had a weak association with swimming load ( $p < 0.05$ ) and no association with swimming volume ( $p > 0.05$ ). Mostly of pre training consisted of only one CHO meal, between 1 to 4 hours before (70.4% of the records). In 22% of the records the intake was equal or above  $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  and  $\sim 8$  to 28% ( $n=1$  to 4) of athletes trained in fasted state. There was no association between swimming training load and daily pre-training CHO intake ( $p > 0.05$ ). These findings suggest that, despite some athletes being in accordance with actual recommendations for daily and in relation to training CHO consumption, they were not optimizing dietary CHO intake based on swimming duration and/or intensity. In this way, athletes may benefit from nutritional education aiming modifying nutrition choices related to CHO for different types of exercise.

Keywords: training load, meal distribution, exercise nutrition

**Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.**



---

## CAPÍTULO III

### *Considerações Finais*

### CAPÍTULO III: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A natação máster tem seu público em expansão, tanto em participantes quanto em desempenho, ao longo do tempo. O atleta máster treina de forma sistemática para competições em sua categoria de idade, administrando essa rotina de acordo com suas demais atribuições. Os estudos desenvolvidos pela presente tese buscam contribuir para o entendimento da *performance* destes atletas a partir de parâmetros biomecânicos, fisiológicos e nutricionais. De modo geral, é possível apontar que:

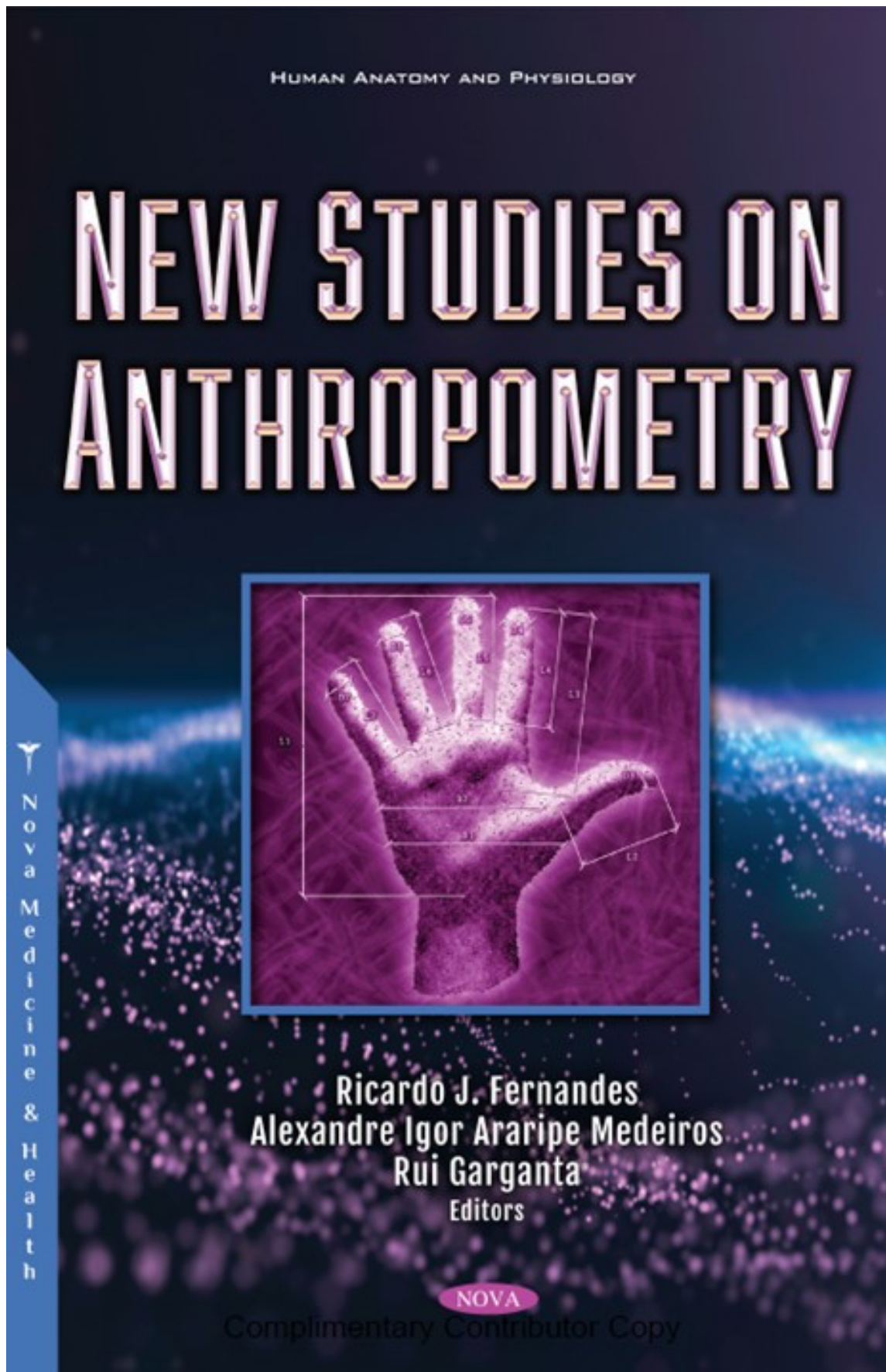
*Artigo 1:* Ao avaliar mais detalhadamente o desempenho de teste 200 m nado crawl; a biomecânica, precisamente distância percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçada e a frequência de braçada, foi o principal contribuinte do desempenho; seguida de uma pequena contribuição da energética, pelo  $VO_{2\text{pico}}$ . Dessa forma, o trabalho técnico deve fazer parte da rotina de treinamento dos nadadores máster, para além do desenvolvimento das capacidades energéticas (aeróbicas e anaeróbicas), a fim de que um melhor padrão biomecânico seja alcançado, visto que ele influenciará em grande parte o desempenho da natação.

*Artigo 2:* A fim de contribuir de forma prática para os avanços em monitoramento de nadadores máster, as análises de comparação entre o teste de 200 m nado crawl (T200) e o teste incremental descontínuo até exaustão ( $n \times 200$  m) validaram o T200 como preditor de potência aeróbia. Principalmente em relação ao consumo de oxigênio, em que o  $VO_{2\text{pico}}$  e  $VO_{2\text{max}}$  não diferiram e concordaram. Ademais, é possível usar o tempo final do T200 para estimar o  $VO_{\text{max}}$ . Considerando que nadadores máster são heterogêneos, a utilização de um único teste para estimar potência aeróbica auxilia no acompanhamento do desempenho e do treinamento, além de possibilitar o monitoramento da saúde.

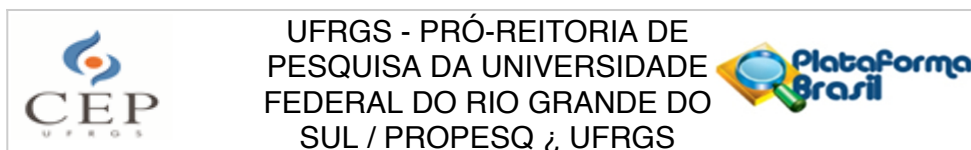
*Artigo 3:* A análise da cinética da curva do excesso de consumo de oxigênio pós exercício trouxe dados de base ainda não explorados em nadadores máster. Os parâmetros da curva, como amplitude e magnitude, apresentam alto tamanho de efeito de diferentes níveis de desempenho e idades em nadadores máster. Esse

comportamento deve ser considerado pelos nadadores e treinadores ao analisar o desempenho.

*Artigo 4:* O desenvolvimento de um estudo exploratório detalhado da ingestão de carboidrato em relação as características de volume e intensidade da natação permitiu o fornecimento de informações importantes sobre o padrão de ingestão ao longo das sessões de treinamento. Apesar de alguns atletas estarem de acordo com as recomendações de consumo diário e em relação ao treinamento, para ingestão de carboidrato (CHO), parece que os atletas não estavam otimizando a ingestão dietética de CHO com base na duração e/ou intensidade da natação. Dessa forma, os atletas podem se beneficiar da educação nutricional visando modificar as escolhas nutricionais relacionadas ao CHO para diferentes tipos de exercício.



## ANEXO 2 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** PARÂMETROS NUTRICIONAIS, FISIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DE NADADORES COMPETITIVOS DA CATEGORIA MASTER

**Pesquisador:** Flávio Antônio de Souza Castro

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 67847417.0.0000.5347

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.706.375

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um adendo ao projeto de pesquisa apresentado por professor da ESEFID, vinculado a uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, e aprovado em 2017, onde a única alteração é relativa ao cronograma, no que se refere a etapa de divulgação dos resultados.

#### Objetivo da Pesquisa:

Geral

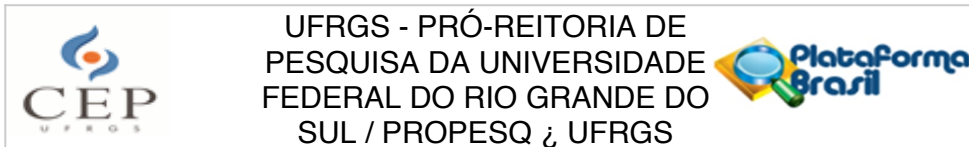
Comparar parâmetros nutricionais, fisiológicos, biomecânicos e desempenho em nadadores master competitivos de diferentes faixas etárias e sexos.

Específicos

1. Avaliar o consumo alimentar e de suplementos alimentares;
2. Verificar a composição corporal por somatório de dobras, DXA e equação preditiva;
3. Verificar a taxa metabólica basal por calorimetria indireta e equação preditiva;

Em testes de natação:

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 321 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.706.375

4. Avaliar o desempenho;
5. Avaliar a velocidade de nado (VN), a distância percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (DC) e a frequência média de ciclos de braçadas (FB);
6. Mensurar o consumo máximo de oxigênio;
7. Identificar a concentração de lactato sanguíneo;
8. Verificar a frequência cardíaca;
9. Verificar percepção subjetiva de esforço (PSE);
10. Avaliar o consumo alimentar pré-teste de potência máxima;
11. Comparar os resultados entre diferentes grupos etários e sexos;
12. Investigar relação dos parâmetros fisiológicos, biomecânicos e nutricionais com o desempenho.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos e benefícios estão apresentados da seguinte maneira:

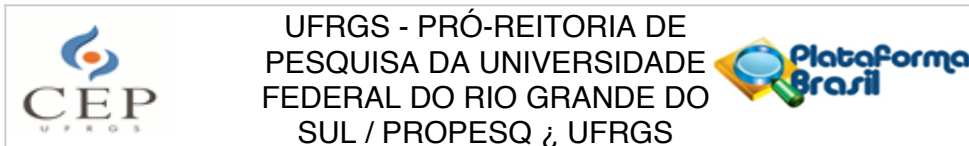
Riscos:

Os atletas poderão sentir alguns desconfortos próprios das sessões de exercício, sendo os quais: calor, suor, cansaço e cãimbra – além de dores musculares tardias – porém são desconfortos inerentes à prática esportiva e presentes na rotina de treinamento/prova dos atletas. Outro possível desconforto será com a mensuração do lactato sanguíneo, por exigir a coleta de uma pequena quantidade de sangue; todavia o atleta será informado do procedimento e serão tomados todos os cuidados para minimizar quaisquer incômodos. Além disso, o sujeito estará exposto aos riscos específicos com as avaliações de TMB e DXA, que são: possível desconforto pelo período de jejum e radiação mínima (menor do que 1Sv), respectivamente.

Benefícios:

Todos os atletas receberão ao final da pesquisa um relatório contendo as informações coletadas durante o presente estudo, dividido em 1) informações nutricionais, 2) informações fisiológicas e 3) informações biomecânicas e de desempenho. O relatório será acompanhado de avaliações quantitativas e qualitativas para melhor compreensão por parte do atleta dos dados gerados, além disso, caso seja o desejo do participante, o material poderá ser disponibilizado aos profissionais

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 321 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.706.375

que o acompanham (ex. nutricionista e/ou educador físico) para ajustes dietéticos e de treinamento.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto que busca avaliar parâmetros fisiológicos e biomecânicos da natação, assim como informações sobre a dieta alimentar se apresentam em nadadores master competitivos de ambos os sexos. Participam 84 atletas (número estimado a partir de cálculo amostral), de ambos os sexos, divididos por idade em três grupos com 14 atletas cada (25 – 35, 40 – 50, 55 – 65). Os atletas são avaliados em relação às características antropométricas, os dados de consumo alimentar e de suplementos, desempenho em 200 metros nado crawl com snorkel (tubo respiratório), consumo máximo de oxigênio, percepção subjetiva ao esforço, concentração de lactato, frequência cardíaca, frequência de braçada, distância por ciclo de braçada e velocidade de nado. As avaliações ocorrem em três momentos, com duração estimada entre uma e duas horas, separados por pelo menos 24 horas de intervalo. Os atletas também são orientados a preencherem um registro alimentar de sete dias via smartphone e a responderem questionários envolvendo informações sócio-demográficas, alimentares e clínicas, além de informações referentes ao treinamento e aos resultados em competições no último ano.

Considerando que os pesquisadores alteram apenas o prazo de divulgação dos resultados para 2022-2, inicialmente previsto para 2019-2, o adendo encontra-se em condições de ser aprovado

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

Folha de rosto, adequada.

Orçamento, adequado

Cronograma, adequado.

Projeto completo, adequado

Termo de consentimento, adequado.

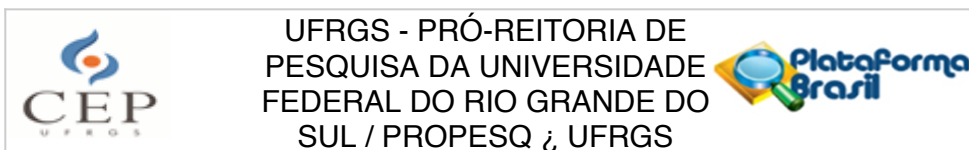
Material de divulgação/convite, adequado.

Autorização de instituições participantes, adequado.

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

Não há pendências ou inadequações. O adendo encontra-se em condições de ser aprovado.

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 321 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.706.375

**Considerações Finais a critério do CEP:**

APROVADO.

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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1428568_E1.pdf	02/10/2019 14:53:45		Aceito
Cronograma	adendo_cronograma.pdf	02/10/2019 14:52:14	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	adendoPROJETONUTRICIONAISMATER.pdf	02/10/2019 14:52:01	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Outros	respostaparecerCEP.pdf	04/06/2017 18:04:25	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_nutricionais.pdf	27/04/2017 18:34:16	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Outros	CARTAZ.pdf	26/04/2017 21:46:16	Cássia Daniele Zaleski Trindade	Aceito
Outros	PARECER.pdf	26/04/2017 21:44:49	Cássia Daniele Zaleski Trindade	Aceito
Outros	TERMOS_DE_ANUENCIA.PDF	26/04/2017 21:41:05	Cássia Daniele Zaleski Trindade	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	24/04/2017 09:19:15	Cássia Daniele Zaleski Trindade	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	24/04/2017 09:17:42	Cássia Daniele Zaleski Trindade	Aceito

**Situação do Parecer:**

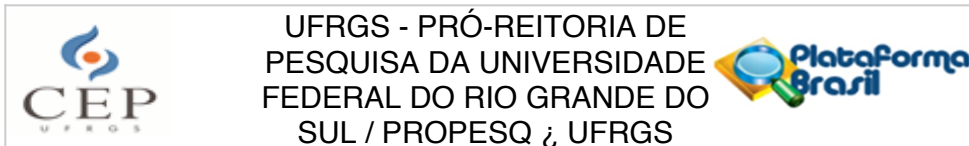
Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 321 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br





Continuação do Parecer: 3.706.375

PORTO ALEGRE, 14 de Novembro de 2019

---

**Assinado por:**  
**MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 321 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

Página 05 de 05