



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RENAN LUIDGI ALVES E SILVA

**RELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E DADOS
INDICADORES DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E FATOR DE
NECROSE TUMORAL ALFA (TNF-A) NA COMPARAÇÃO
ENTRE ATLETAS FUTEBOLISTAS DE ALTA
PERFORMANCE E PRATICANTES RECREACIONAIS DE
FUTEBOL**

RENAN LUIDGI ALVES E SILVA

**RELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E DADOS
INDICADORES DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E FATOR DE
NECROSE TUMORAL ALFA (TNF-A) NA COMPARAÇÃO
ENTRE ATLETAS FUTEBOLISTAS DE ALTA
PERFORMANCE E PRATICANTES RECREACIONAIS DE
FUTEBOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física UEM/UÊL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Dourado.

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

- R382 Silva, Renan Luidgi Alves e .
Relação entre ângulo de fase e dados indicadores de composição corporal e fator de necrose tumoral alfa (TNF-a) na comparação entre atletas futebolistas de alta performance e praticantes recreacionais de futebol / Renan Luidgi Alves e Silva. - Londrina, 2019.
84 f. : il.
- Orientador: Antonio Carlos Dourado.
Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2019.
Inclui bibliografia.
1. Antropometria - Tese. 2. Alergia e Imunologia - Tese. 3. Exercício - Tese. 4. Atividades de lazer - Tese. I. Dourado, Antonio Carlos. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796

RENAN LUIDGI ALVES E SILVA

**RELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E DADOS INDICADORES DE
COMPOSIÇÃO CORPORAL E FATOR DE NECROSE TUMORAL
ALFA (TNF-A) NA COMPARAÇÃO ENTRE ATLETAS
FUTEBOLISTAS DE ALTA PERFORMANCE E PRATICANTES
RECREACIONAIS DE FUTEBOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física UEM/UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador Dr. Antonio Carlos Dourado
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Ademar Avelar de Almeida Júnior
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dr. Julio César Bassan
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR

Londrina, 18 de outubro de 2019.

Dedico essa dissertação à Deus,
o Único que é digno de receber toda honra, glória e louvor.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Pai, meu Criador, por ter me dado o presente da vida. Ao Deus Filho, meu Rabi, por ter saído do esplendor de Sua glória, tomando para si todo o pecado do Mundo, sendo o maior Mestre que a história já viu e que jamais verá outro igual. Ao Deus Espírito, por permanecer comigo, me orientando em cada passo que dou neste mundo. Tem tudo a ver com Ele. E sem Ele, nada do que foi feito se fez.

A minha família. Jamais esquecerei tudo o que vocês fizeram e fazem por mim. Pai e mãe, vocês podem não ter o diploma físico de graduação ou pós, mas todas as minhas conquistas sempre serão de vocês, pois são os melhores educadores do mundo e é uma honra para mim ser teu filho. Luane e Letícia, vocês duas sempre serão o modelo de dedicação que eu sempre buscarei seguir. Encho minha boca para falar de minhas irmãs, pois vocês são joias de valor inestimável. Sempre será por vocês, porque vocês são meu alicerce, que sorriram, choraram, sofreram e que, agora, comemoram a conclusão desse estudo juntamente comigo. Tudo o que eu disser aqui, será pouco para o que vocês merecem. Amo vocês!

Aos meus demais familiares, minha sincera gratidão e amor também.

Ao meu orientador, aos membros da banca, e aos professores, desde aqueles da pré-escola até os de disciplinas de pós-graduação. Para mim, é uma das profissões mais nobres e importantes que há. Agradeço pela contribuição e auxílio na construção de meu estudo. O aprendizado com vocês vou levar para toda a minha vida. E oro ao Pai para que um dia essa profissão tenha o reconhecimento que merece.

Aos meus amigos e amigas que construí em minha vida, por me impulsionarem e torcerem por mim. Em especial, à Maynara Barreto, que me motivou a começar esse processo e que, durante esses dois anos e meio, sempre esteve me auxiliando direta e indiretamente nesse estudo, e a todos os seus amigos da Enfermagem, por estarem em todas as coletas; à Solange Ramos e equipe do

GERART, pela colaboração na análise de coletas sanguíneas; aos amigos que ganhei nessa pós-graduação, em especial Everton Cirillo e Eduardo Oliveira, e LAPECE, pelo constante apoio; ao professor Tiago Flores, pela aula complementar de Estatística, que me fez abrir a mente para aprender melhor essa área; a todos os indivíduos que participaram do estudo, atletas e jogadores recreacionais; ao meu irmão de consideração, Marcelo Oliveira, ao preparador físico Guilherme Strass, por intermediar e conceder a oportunidade de coletar os dados dos atletas do nosso querido Londrina Esporte Clube, e ao Eliriel Caetano, por me ajudar a reunir os homens praticantes de futebol.

A turma de Educação Física Bacharelado da Universidade Estadual de Londrina, formada no ano de 2014. Como primeiro de nossa turma no mestrado, quero ser um meio motivador para que vejam que vocês também podem atingir esse objetivo. Agradeço pelas boas vibrações.

Esse estudo leva meu nome como autor, mas sou apenas a ponta visível do iceberg. Sem vocês, seria muito mais complicado e, até dizer, impossível realizar tal feito.

“Toda a glória seja dada a Deus que, por seu grandioso poder que atua em nós, é capaz de realizar infinitamente mais do que poderíamos pedir ou imaginar.” (Ef 3:21)

SILVA, Renan Luidgi Alves e. **Relação entre ângulo de fase e dados indicadores de composição corporal e Fator de Necrose Tumoral alfa (TNF- α) na comparação entre atletas futebolistas de alta performance e praticantes recreacionais de futebol.** Dissertação de Conclusão de Curso (Pós-Graduação Stricto-Sensu) – Departamento de Ciências do Esporte, Universidade Estadual de Londrina, 2019.

RESUMO

Grande é a quantidade de estudos presentes na literatura que nos trazem informações sobre os benefícios da prática do exercício físico, tanto em público amador como em praticantes recreacionais, tendo como objetivo a melhoria da aptidão física; mas também nos atletas de alto rendimento, na maximização de elementos que contribuem na performance do indivíduo no âmbito profissional. A prática de exercício físico traz melhoria em alguns componentes de composição corporal. Um dos testes mais presentes na literatura, no que se refere a composição corporal, é a bioimpedância elétrica. Esse teste prediz, a partir de equações, alguns dados indicadores de composição corporal e saúde celular do sujeito, inclusive ângulo de fase, o qual vem sendo alvo de pesquisas científicas relevantes, trazendo sua importância e seu papel na informação de dados indicativos de composição corporal. Entretanto, faz-se necessário saber se há a relação entre ângulo de fase, dados indicadores de composição corporal e TNF- α em atletas de alta performance de futebol e jogadores recreacionais de futebol. Este estudo tem como objetivo geral verificar possíveis correlações entre ângulo de fase com dados indicadores de composição corporal e TNF- α em atletas de alto rendimento e jovens praticantes recreacionais de futebol. A hipótese adotada foi a de que há relação entre ângulo de fase e dados indicadores de composição corporal e TNF- α em ambos os grupos. 30 indivíduos do sexo masculino, praticantes de futebol, com idade entre 18 e 35 anos, foram divididos em um grupo de jogadores recreacionais (JR n=13) e grupo de atletas de alta performance (AAP n=17). O ciclo de testes foi composto por: a) coleta sanguínea; b) antropometria; c) composição corporal. Os perfis dos grupos foram analisados a partir de média e desvio padrão e seus dados analisados através da verificação da normalidade, medidas pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparação, foram analisados por meio do teste t para igualdade de médias. Para correlação, foram feitas análises nos testes de Pearson e de Spearman. Para verificação da concordância entre métodos, foram feitas análises de Bland-Altman. Os resultados do estudo mostram que o grupo AAP apresenta melhores dados indicativos de composição corporal, AF e de TNF- α , quando comparado ao grupo JR. Foram verificadas relações entre algumas variáveis em ambos os grupos. Entretanto, não são todas que são consideradas fortes ou significantes pela estatística. As variáveis que apresentaram relação com ângulo de fase foram capacitância e reactância para AAP e capacitância e resistência para JR. Isso indica que o ângulo de fase é um importante indicador de saúde, como também de performance.

Palavras-chave: Antropometria. Alergia e Imunologia. Exercício. Atividades de lazer.

SILVA, Renan Luidgi Alves e. **Relationship between phase angle and data indicating body composition and Tumoral Necrosis Factor alfa (TNF- α) comparing soccer players of high performance and recreational soccer practitioners.** Course Completion Dissertation (Stricto-Sensu Graduate) – Department of Sports Sciences, University of Londrina, 2019.

ABSTRACT

There is a large number of studies in the literature that provide us with information about the benefits of physical exercise, both in amateur and recreational practitioners, aiming to improve physical fitness; but also in high performance athletes, in maximizing elements that contribute to the individual's performance in the professional field. The practice of exercise brings improvement in some components of body composition. One of the most common tests mentioned in the literature regarding body composition is electrical bioimpedance. This test predicts, based on equations, some data indicating the body composition and cellular health of person, including phase angle, which has been the target of relevant scientific research, bringing its importance and its role in the information of body composition indicative data. However, it is necessary to know if there is a relationship between phase angle, body composition indicator data and TNF- α in high performance soccer players and recreational soccer players. The goal of this study is to verify possible correlations between phase angle and body composition data indicating TNF- α in high performance athletes and young recreational soccer players. The hypothesis adopted was that there is a relationship between phase angle and data indicating body composition and TNF- α in both groups. Thirty (30) male soccer players aged between 18 to 35 years were divided into a group of recreational players (JR n = 13) and a group of high-performance athletes (AAP n = 17). The test cycle consisted of a) blood collection; b) anthropometry; c) body composition. The profiles of the groups were analyzed from mean and standard deviation and their data analyzed through normality, measured by the Shapiro-Wilk test. For comparison, they were analyzed using the t test for equality of means. For correlation, analyzes were performed in the Pearson and Spearman tests. To verify the agreement between methods, Bland-Altman analyzes were performed. The study results show that the AAP group presents better data indicating body composition, FA and TNF- α when compared to the JR group. Relationships were verified between some variables in both groups. However, not all are considered strong or significant by statistics. The variables related to phase angle were capacitance and reactance for AAP and capacitance and resistance for JR. This indicates that phase angle is an important indicator of health as well as performance.

Keywords: Anthropometry. Allergy and Immunology. Exercise. Leisure Activities.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Ilustração elaborada por Shah & Bilal (2009) de modelo organizacional básico de dois compartimentos e modelo de multicompartmental de cinco níveis de composição corporal ECS = sólidos extracelulares; ECF = fluido extracelular | 23 |
| Figura 2 - Diagrama da derivação gráfica do ângulo de fase proposta por Kyle et al.. (2004a); sua relação com resistência (R), reactância (Xc), impedância (Z) e a frequência da corrente aplicada..... | 25 |
| Figura 3 - Vista lateral e superior de um complexo de fator de necrose tumoral (TNF-RI), e uma citocina ligada..... | 30 |
| Figura 4 - Localização dos eletrodos em posição anatômica para testes de bioimpedância elétrica..... | 35 |
| Figura 5 - Testes de Concordância de Bland-Altman entre os grupos. a) Massa Corporal; b) IMC; c) % Massa Magra; d) % Massa Gorda; e) TNF- α ; f) Ângulo de Fase; g) Resistência; h) Reactância. | 46 |
| Figura 6 - Boxplot de medidas lineares – Idade | 58 |
| Figura 7 - Boxplot de medidas lineares – Estatura..... | 58 |
| Figura 8 - Boxplot de medidas lineares – Massa Corporal..... | 59 |
| Figura 9 - Boxplot de medidas lineares – Índice de Massa Corporal..... | 59 |
| Figura 10 - Boxplot de medidas lineares – Horas treino semanal | 60 |
| Figura 11 - Boxplot de medidas lineares – Resistência..... | 60 |
| Figura 12 - Boxplot de medidas lineares – Reactância | 61 |
| Figura 13 - Boxplot de medidas lineares – Ângulo de Fase | 61 |
| Figura 14 - Boxplot de medidas lineares – Capacitância do Corpo..... | 62 |
| Figura 15 - Boxplot de medidas lineares – % Massa Magra | 62 |
| Figura 16 - Boxplot de medidas lineares – % Massa Gorda..... | 63 |
| Figura 17 - Boxplot de medidas lineares – Água Corporal Total | 63 |
| Figura 18 - Boxplot de medidas lineares – TNF- α | 64 |
| Figura 19 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Idade AAP..... | 65 |
| Figura 20 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Idade JR | 65 |
| Figura 21 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Estatura AAP | 66 |
| Figura 22 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Estatura JR | 66 |

| | |
|---|----|
| Figura 23 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Massa Corporal AAP | 67 |
| Figura 24 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Massa Corporal JR..... | 67 |
| Figura 25 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Índice de Massa Corporal AAP..... | 68 |
| Figura 26 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Índice de Massa Corporal JR..... | 68 |
| Figura 27 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Resistência AAP | 69 |
| Figura 28 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Resistência JR..... | 69 |
| Figura 29 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Reactância AAP | 70 |
| Figura 30 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Reactância JR..... | 70 |
| Figura 31 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Capacitância do Corpo AAP | 71 |
| Figura 32 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Capacitância do Corpo JR | 71 |
| Figura 33 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por % Massa Magra AAP..... | 72 |
| Figura 34 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por % Massa Magra JR..... | 72 |
| Figura 35 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por % Massa Gorda AAP | 73 |
| Figura 36 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por % Massa Gorda JR..... | 73 |
| Figura 37 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Água Corporal Total AAP | 74 |
| Figura 38 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Água Corporal Total JR | 74 |
| Figura 39 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por TNF- α AAP | 75 |

| | |
|---|----|
| Figura 40 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por TNF- α JR | 75 |
| Figura 41 - Gráfico Disperso Simples de Ângulo de Fase por Horas Treino Semanal JR..... | 76 |
| Figura 42 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Idade..... | 77 |
| Figura 43 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Estatura | 77 |
| Figura 44 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Horas Treino Semanal | 78 |
| Figura 45 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Capacitância do Corpo | 78 |
| Figura 46 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Água Corporal Total..... | 79 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Médias e desvios padrões das variáveis no grupo AAP e JR. | 38 |
| Tabela 2 - Correlações das variáveis do grupo AAP | 40 |
| Tabela 3 - Correlações das variáveis do grupo JR..... | 41 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------------|--|
| AAP | Atletas de Alta Performance |
| ACSM | Colégio Americano de Medicina Esportiva |
| AF | Ângulo de Fase |
| ATP | Adenosina Trifosfato |
| BIA | Bioimpedância Elétrica |
| CCS-UEL | Centro Ciências da Saúde – Universidade Estadual de Londrina |
| CEFE-UEL | Centro Educação Física e Esporte – Universidade Estadual de Londrina |
| CK | Creatina-Quinase |
| cm | Centímetros |
| ECF | Flúidos extracelulares |
| ECS | Sólidos extracelulares |
| g | Gramas |
| GERART | Grupo de Estudos em Regeneração, Adaptação e Reparo Tecidual |
| IFMR | Índice de Força Muscular Relativa |
| IL-1 | Interleucina 1 |
| IL-1 β | Interleucina 1-beta |
| IL-6 | Interleucina 6 |
| IPAQ | Questionário Internacional de Atividade Física |
| IMC | Índice de Massa Corporal |
| JR | Jogadores Praticantes Recreacionais de Futebol |
| kg | Quilograma |
| kg/m ² | Quilograma por metro ao quadrado |
| kHz | Quilohertz |
| LAPECE | Laboratório de Estudos e Pesquisas em Ciências do Esporte |
| m | Metros |
| mL | Mililitros |
| mm | Milímetros |
| MG | Massa Gorda |

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| MIG | Massa Isenta de Gordura |
| n | Número da Amostra |
| PCR | Proteína C-Reativa |
| pF | PicoFarads |
| R | Resistência |
| Th | Células T-helpers |
| TNF- α | Fator de Necrose Tumoral alfa |
| TNFR1 | Fator de Necrose Tumoral Receptor 1 |
| TNFR2 | Fator de Necrose Tumoral Receptor 2 |
| VO2 | Volume de oxigênio |
| WHO | Organização Mundial da Saúde |
| Xc | Reactância |
| Z | Impedância |
| μ A | Microampere |
| °C | Graus Centígrados |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1 | JUSTIFICATIVA | 18 |
| 1.2 | OBJETIVOS..... | 18 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 18 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 18 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 20 |
| 2.1 | NÍVEIS DE APTIDÃO FÍSICA..... | 20 |
| 2.2 | COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA | 22 |
| 2.2.1 | Ângulo de Fase..... | 25 |
| 2.3 | MARCADORES INFLAMATÓRIOS | 27 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 32 |
| 3.1 | DELINEAMENTO DO ESTUDO | 32 |
| 3.2 | AMOSTRA..... | 32 |
| 3.3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 33 |
| 3.3.1 | Fator de Necrose Tumoral - Alfa | 33 |
| 3.3.2 | Antropometria..... | 34 |
| 3.3.3 | Composição Corporal e Ângulo de Fase..... | 34 |
| 3.4 | PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS | 35 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 48 |
| | REFERÊNCIAS | 49 |
| | APÊNDICES | 57 |
| | APÊNDICE A - Boxplots de medidas de tendências centrais das variáveis nos grupos | 58 |
| | APÊNDICE B - Gráficos de Dispersão Simples entre AF e demais variáveis | 65 |
| | APÊNDICE B - Gráficos de Dispersão Simples entre AF e demais variáveis | 65 |

| | |
|---|----|
| APÊNDICE C - Gráficos complementares de Concordância de Bland-Altman | 77 |
| APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido | 80 |
| APÊNDICE E - Termo de Confidencialidade e Sigilo | 82 |
| APÊNDICE F - Declaração de Concordância dos Serviços Envolvidos e/ou de Instituição Co-Participante (I) | 83 |
| APÊNDICE G - Declaração de Concordância dos Serviços Envolvidos e/ou de Instituição Co-Participante (II) | 84 |

1 INTRODUÇÃO

Grande é a quantidade de estudos presentes na literatura que nos trazem informações sobre os benefícios da prática do exercício físico, tanto em público amador como em praticantes recreacionais, tendo como objetivo a melhoria da aptidão física; mas também nos atletas de alto rendimento, na maximização de elementos que contribuem na performance do indivíduo no âmbito profissional. É verificado que a prática de exercícios, neste caso o futebol, melhora os níveis de densidade mineral óssea e dados de composição corporal, dentre eles percentual de massa gorda e de massa magra, de forma mais acentuada em atletas profissionais (TAVARES *et al.*, 2019).

Um dos testes mais presentes na literatura, no que se diz respeito a composição corporal, é a bioimpedância elétrica. Esse teste prediz, a partir de equações, alguns dados indicadores de composição corporal e saúde celular do sujeito. Com algumas variáveis de impedância, como resistência e reactância, é capaz levantar várias informações relevantes relacionadas a composição corporal e ângulo de fase (AF) do avaliado.

O AF vem sendo alvo de pesquisas científicas relevantes. Seu benefício tem alcançado múltiplas áreas, incluindo a Educação Física, Nutrição e Medicina Esportiva, sendo uma variável importante, que pode nos trazer informações expressivas, como a integralidade da célula do indivíduo, verificada a partir da hidratação, nutrição e permeabilidade das células, onde a água corporal e citocinas inflamatórias têm influência direta nesses marcadores (RIBEIRO *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2016; BEBERASHVILI *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2014; NORMAN *et al.*, 2012). Uma das citocinas inflamatórias que trabalham diretamente na regeneração das células é a TNF- α (EL AYADI, 2018).

Partindo dessa enunciação, surge a seguinte problemática: Há alguma relação entre ângulo de fase e dados indicadores de composição corporal e TNF- α em atletas de alta performance de futebol e jogadores recreacionais de futebol? A hipótese é a de que há relação entre ângulo de fase e dados indicadores de composição corporal e TNF- α em ambos os grupos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Considerando a necessidade de reconhecer as particularidades dos referidos dados, principalmente na variável ângulo de fase, visto que essa se encontra em escassez no que se refere ao seu uso no esporte e exercício físico, o estudo se justifica em apurar cada uma das variáveis, procurando particularidades das mesmas, tanto no âmbito da alta performance, como no exercício físico esporádico ou rotineiro, contribuindo para que a comunidade científica continue em investigação, buscando a consistência nas informações em variados tipos de grupos. Com a possível relação entre variáveis, algumas informações fisiológicas podem ser estimadas a partir de testes mais acessíveis, tais quais uma possível predição de níveis de TNF- α a partir do ângulo de fase informado na bioimpedância, por exemplo. Tendo essa informação, pode ser agregado ao planejamento da intensidade na periodização do treinamento em atletas para a melhoria da performance, ou até mesmo na conscientização da melhoria da saúde celular a partir do exercício em amadores, para que o praticante melhore o seu bem-estar físico. Outro fator determinante para a criação desse estudo se dá pelo fato de não ter sido encontrado na literatura outro estudo que buscasse a correlação entre ângulo de fase com dados indicadores de composição corporal e TNF- α em atletas e jogadores recreacionais, tampouco em outros dois grupos de aptidões físicas distintas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar se existe correlação entre ângulo de fase e dados indicadores de composição corporal e TNF- α em atletas de alto rendimento e jovens praticantes recreacionais de futebol.

1.2.2 Objetivos Específicos

Comparar os dois grupos e verificar a diferença entre os perfis dos mesmos.

Examinar a importância da resistência e da reactância no ângulo de

fase entre os dois grupos.

Verificar a importância da idade em valores de ângulo de fase e dados indicadores de composição corporal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão trará alguns conceitos e definições sobre os assuntos que fazem parte do tema do estudo. As informações serão debatidas com artigos e livros publicados, e outros em fase de publicação, encontrados em bases de dados, facilitando o processo de análise das ideias principais.

2.1 NÍVEIS DE APTIDÃO FÍSICA

Para entendermos melhor acerca de qualquer variável, precisamos primeiramente saber o conceito que a literatura traz sobre a mesma. A aptidão física é “um estado dinâmico de energia e vitalidade que permite a cada um não apenas a realização das tarefas do cotidiano, as ocupações ativas das horas de lazer e enfrentar emergências imprevistas sem fadiga excessiva, mas, também, evitar o aparecimento das funções hipocinéticas, enquanto funcionando no pico da capacidade intelectual e sentindo uma alegria de viver” (GUEDES, 1996). Guedes também propõe que a aptidão física seria a capacidade de realizar algum tipo de esforço físico sem gerar uma fadiga excessiva, ou seja, manter em boas condições no ambiente em que vivem.

Isso nos mostra que a capacidade de se exercitar gera adaptações, melhorando as condições vitais e trazendo melhorias na qualidade de vida do sujeito que utiliza da prática de exercícios físicos.

Importante salientar que a aptidão física vem sendo estudada tanto no âmbito de praticantes de exercício físico como forma de lazer e promoção de saúde, como também para atletas de alta performance, pois seus componentes englobam as duas dimensões, abordando aspectos primários de saúde, como variáveis fisiológicas, e também aspectos voltados às habilidades desportivas. Shephard e Balady (1999) e Gaertner *et al.* (1991), subdividiram como variáveis de aptidão física voltada a saúde: a potência aeróbica máxima, a força, flexibilidade e componentes da composição corporal; e variáveis mais valorizadas para desempenho esportivo sendo: a agilidade, o equilíbrio, a coordenação motora, a potência e a velocidade.

A World Health Organization - WHO (2011), recomenda que adultos de 18 a 64 anos pratiquem, ao menos, 150 minutos de atividade física de

intensidade moderada por semana, para que possa haver uma melhoria nos componentes de aptidão cardiovascular e saúde muscular e óssea.

De acordo com o International Physical Activity Questionnaire – IPAQ, validado por Craig *et al.* (2003), considera-se, a partir de dados fornecidos pelo questionário, que indivíduos sedentários são aqueles que não realizam nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana; insuficientemente ativos são os que praticam atividades físicas por pelo menos 10 minutos contínuos por semana, porém de maneira insuficiente para ser classificado como ativos; ativos, os que cumprem ≥ 3 dias/semana de atividade vigorosa sendo ≥ 20 minutos/sessão, ≥ 5 dias/semana de atividade moderada ou caminhada sendo ≥ 30 minutos/sessão, ou até mesmo qualquer atividade, somando ≥ 5 dias/semana totalizando ≥ 150 min/semana; muito ativos, quando realizam atividades vigorosas por ≥ 5 dias/semana sendo ≥ 30 min/ sessão, ou atividades vigorosas por ≥ 3 dias/semana sendo ≥ 20 min/sessão somados a atividades moderadas e/ou caminhada por ≥ 5 dias/semana sendo ≥ 30 min/sessão.

O ACSM (1998), em alguns estudos, disse que a prática regular de atividade física e aptidão física aprimorada estão associadas a uma melhor qualidade de vida em população adulta. Nahas (2001) relata que devemos procurar desenvolver e manter um nível mínimo de aptidão física, para preservar alguns aspectos saudáveis, ou até mesmo melhorar nossa saúde como um todo. Isso nos mostra como a prática de exercícios físicos promove melhorias em aspectos importantes na vida dos indivíduos, de forma que o incentivo à prática é fundamental.

Alguns estudos mostram relação entre aptidão física e o IMC em jovens que variam de magro a obeso. Huang e Malina (2007) mostraram que as relações entre índice de massa corporal e índice de aptidão física são não-lineares e apresentam variações com a idade.

Em outro estudo feito com os mesmos autores (Huang & Malina, 2010), a informação mostrada é a de que o IMC é significativamente e diferentemente influenciado no teste individual de aptidão, mas os efeitos variam com idade e sexo. Mostraram também que os índices de massa corporal são, em grande parte dos casos, associados com baixo nível de aptidão física.

Há diferenças morfofisiológicas entre atletas e não atletas. Com o treinamento, a estrutura morfológica é modificada, concomitantemente, a adaptação

neural é otimizada. Em um estudo longitudinal, Schmidt *et al.* (2017) afirmaram que atletas mostram maiores níveis de saúde física comparado a não atletas, isso pois aptidão física e saúde celular pioraram com o aumento da idade, enquanto a atividade esportiva dos indivíduos diminuía.

Com um índice de força muscular relativa (IFMR), Teixeira *et al.* (2019) mostraram que, nos quatro exercícios avaliados (leg press, supino reto, mesa flexora e puxador frente), os indivíduos treinados apresentaram maiores níveis comparado ao grupo de indivíduos destreinados, nos levando a verificar que a força relativa é um importante indicador para a aptidão física, e o treinamento é fundamental para a mesma aptidão.

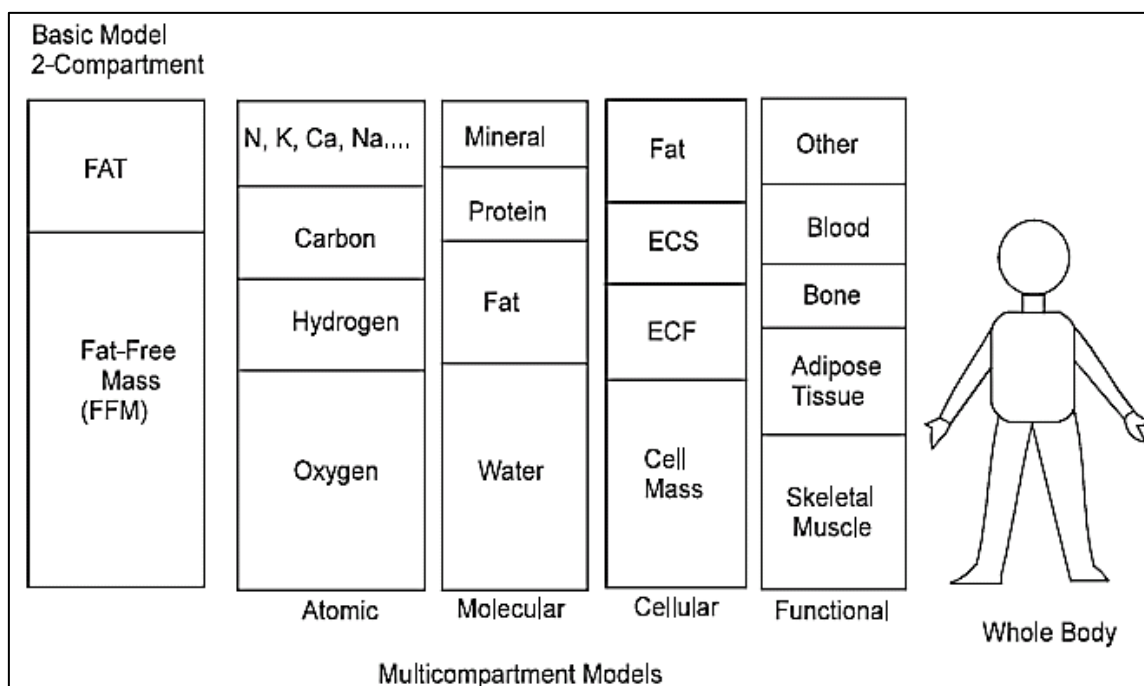
2.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA

A composição corporal é um componente da antropometria, que de acordo com Gonçalves (2012) é a ciência que estuda e avalia medidas de tamanho, massa corporal e proporções corporais do corpo humano. Marins e Giannichi (1998) explicam que, através da antropometria, podemos nos aproximar da análise completa de qualquer indivíduo. Guedes (1996) complementa essa importância, dizendo que a análise da composição corporal, advinda do fracionamento da massa corporal em seus diversos componentes, é um dos procedimentos mais importantes nos estudos que envolvem características morfológicas em seres humanos.

A maioria das metodologias que abrange a composição corporal, divide o corpo em compartimentos distintos. Van Itallie *et al.* (1990) propuseram um índice que divide o corpo em dois segmentos, sendo massa corporal isenta de gordura (MIG) e massa de gordura (MG). McArdle *et al.* (2008) explicam que a MIG nada mais é do que a massa corporal total subtraída por toda a gordura passível de ser extraída. Shah e Bilal (2009), em estudo feito sobre a variedade de modelos que explicam os compartimentos da composição corporal, ilustraram alguns modelos bem fundamentados pela literatura (figura 1). Há estudos abordando cada um dos modelos, entretanto, vale lembrar que o que mais conseguimos trabalhar juntamente com o exercício físico é o modelo funcional, onde há a divisão entre músculo esquelético, tecido adiposo, ossos, sangue e outros elementos adicionais. Campana e Paiva (2005) relatam que nesse nível de análise, as dificuldades são maiores, no que se refere a estudos *in vivo*, pois as análises com resultados mais fidedignos são

provenientes de estudos em cadáveres. Entretanto, há uma corrente de testes que também trazem dados importantes, tais quais o exame de ressonância magnética, biópsia e tomografia axial computadorizada.

Figura 1 - Ilustração elaborada por Shah & Bilal (2009) de modelo organizacional básico de dois compartimentos e modelo de multicompartmental de cinco níveis de composição corporal ECS = sólidos extracelulares; ECF = fluido extracelular



Fonte: Wang *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 1992

De acordo com um esquema adaptado por Shen *et al.* (2005), os modelos de composição corporal estão organizados em cinco níveis: atômico, molecular, celular, órgão-tecidual e corpo inteiro, e todos esses componentes, quando somados, resultam na massa corporal.

A importância dos dados de composição corporal através da antropometria é explicada pela facilidade na mensuração, pela variedade na prescrição de treinamento que podem ser feitas adequadamente, otimizando a performance do indivíduo a partir da melhoria de alguma variável antropométrica.

Martin & Drinkwater (1991) relatam que a composição corporal tem uma ampla variedade de técnicas, subdivididas em métodos diretos, indiretos e duplamente indiretos. Essa última subdivisão é denominada de tal forma pois necessita-se de um método indireto para sua validação. Pela praticidade, precisão e

por não ser invasiva, a bioimpedância é considerada um método duplamente indireto e tem sido utilizada em larga escala na literatura, tanto em testes laboratoriais como em outros ambientes.

De acordo com Lukaski *et al.* (2017), a bioimpedância elétrica fornece uma abordagem simples para identificar biomarcadores de dano celular e morte celular em uma população geriátrica, estimando a qualidade da membrana celular de todo o corpo e representando a distribuição de fluídos em indivíduos. Duas duplas de eletrodos são colocadas no sujeito, e a partir de um equipamento, são calculados os dados de composição corporal de forma estimativa, a partir da velocidade da corrente elétrica percorrida no corpo do indivíduo. No instrumento que fornece os dados a partir de dois pares, sendo um par corrente e outro par detector, denominamos tetrapolar. A principal função da bioimpedância elétrica está baseada na condutividade elétrica. Tang *et al.* (1997) concluíram que somente a água pode conduzir eletricidade no corpo humano. Em contrapartida, a gordura e a massa óssea são empecilhos para uma boa condutibilidade.

Earthman *et al.* (2007) nos mostram algumas orientações na realização desse teste, para que ocorram resultados mais fidedignos. Algumas das recomendações são: não ingerir grande quantidade de água; não ingerir bebida alcoólica; não realizar refeições nas duas horas anteriores ao exame; evitar a realização de exercícios vigorosos nas 24 horas anteriores ao exame; urinar antes do teste; não estar tomando medicamentos diuréticos a menos de sete dias do teste; não portar qualquer objeto metálico próximo ao corpo.

Por ser um método não invasivo e de fácil medição, é um teste muito utilizado na literatura para verificar componentes de composição corporal. Mesmo que o corpo humano comumente seja subdividido em cilindros (sendo cabeça e tronco, e quatro membros), Kyle *et al.* (2004a) subdividiram em duas partes, sendo uma constituída de água e eletrólitos, e outra parte composta por gorduras e tecidos que não contém água.

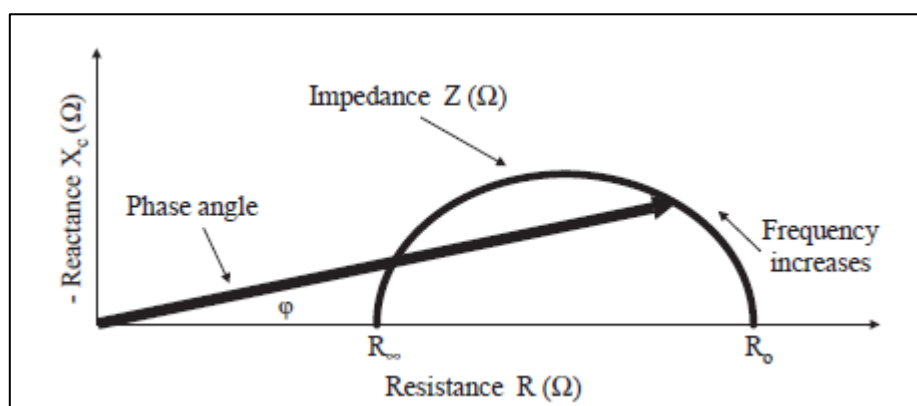
O equipamento BIA 450 da Biodynamics®, é um equipamento utilizado tanto para testes de composição corporal em pessoas saudáveis, como em hospitais em pacientes. De rápida leitura, o equipamento emite através de seus eletrodos uma corrente elétrica de baixa intensidade (800 μ A - 50 kHz), percorrendo todo o corpo. Portanto, a primeira alteração do fluxo da eletricidade ocorre no tecido adiposo e ossos (TANG *et al.*, 1997), mas alguns alimentos ricos em ácidos graxos,

como $\hat{\Omega}$ 3, 6 e 9, também são importantes na retenção da condutibilidade da corrente elétrica, pois além de serem lipídios, também são mediadores e reguladores de inflamação (BHANGLE & KOLASINSKI, 2011; LI *et al.*, 2014). Com base na resistência e reactância, com a velocidade em que a corrente percorre no corpo, são dadas algumas informações estimativas importantes, tais como quantidade de água corporal, massa magra e massa gorda e, uma das variáveis que está sendo amplamente estudada, o ângulo de fase.

2.2.1 Ângulo de Fase

Tendo em vista que o corpo humano não é um cilindro uniforme e sua condutibilidade não é constante, Kyle *et al.* (2004a) explicaram uma relação que pode ser estabelecida entre quociente de impedância, dada pela multiplicação do comprimento e ele mesmo dividido pela resistência (R), que é a corrente elétrica que é conduzida através do corpo. Os mesmos autores conceituam a impedância como um termo usado para descrever a combinação dos dois tipos de resistência, sendo a capacitiva denominada como reactância (X_c) e a resistiva simplesmente chamada de resistência (R). Colocadas em um gráfico, posicionando resistência no eixo X e reactância no eixo Y, o arco-tangente resultante entre os dois vetores forma o ângulo de fase (AF), como demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Diagrama da derivação gráfica do ângulo de fase; sua relação com resistência (R), reactância (X_c), impedância (Z) e a frequência da corrente aplicada.



Fonte: Kyle *et al.* (2004a)

Por ser uma medida que combina resultados de resistência e reactância, ângulo de fase expressivos refletem em maior celularidade, maior integridade na membrana celular, melhor função celular (NORMAN *et al.*, 2012) e maior disposição de água intra e extracelular (SOUZA *et al.*, 2016).

Gonzalez *et al.* (2016) nos mostram que há diferenças estatisticamente significantes entre homens e mulheres em dados indicadores de composição corporal fornecidos pela bioimpedância elétrica, sendo que o sexo feminino apresenta maiores valores na relação água intra e extracelular e também na variável massa gorda, quando comparado com o sexo masculino. Foi observado também que a idade é o mais importante preditor do ângulo de fase em ambos os sexos, seguidos por massa isenta de gordura e altura. Norman *et al.* (2012) complementam em uma revisão que há outros preditores que são determinantes no ângulo de fase, como idade, IMC e alguns parâmetros específicos de doença, como desnutrição e inflamação.

Sardinha (2018) analisou os principais métodos de bioimpedância e seus potenciais para identificar mudanças em características bioelétricas das células induzidas pelo exercício, principalmente através do treinamento resistido, que gera um impacto nos marcadores de composição corporal funcional e de saúde. Menores tensões sem edemas ou danos estruturais, pequenos rompimentos com edema, ou lesões com ruptura, são negativamente relacionados com ângulo de fase, principalmente através de uma redução consistente na reactância, envolvendo integridade estrutural das membranas celulares dos músculos e a reconstrução muscular tendendo a reverter esses parâmetros biofísicos. Sardinha traz alguns possíveis resultados que sugerem que, com a diminuição de R e aumento de Xc, o ângulo de fase pode ser aumentado a partir do treinamento, e que muitas das adaptações sistêmicas induzidas pelo exercício físico podem ter impacto no funcionamento celular. Ele, juntamente com outros autores, defende que o AF não pode ainda ser usado como ferramenta na fisiologia do exercício, pois faltam estudos mais aprofundados com cortes de idade e gênero específicos relacionados à saúde. Entretanto, o Ângulo de Fase é uma boa ferramenta para avaliar a eficiência sistêmica em intervenções de exercício físico. Outra informação importante que o AF pode trazer é o status de hidratação e funcionamento das células, que são informações relevantes para a análise da saúde e de desempenho esportivo.

2.3 MARCADORES INFLAMATÓRIOS

A Imunologia é o estudo das defesas do organismo contra infecção (Murphy, 2014), estudo da imunidade. Imunidade vem do latim *immunitas*, e significa 'proteção para'. De acordo com Sell (1987), a imunidade é uma habilidade do nosso corpo, cujo papel é o de defesa contra a invasão e colonização de organismos estranhos. Explica também que os mecanismos de proteção do corpo podem ser divididos em dois grupos: inatos e adaptativos. A resistência inata está presente em todos os indivíduos normais e opera sempre que o mesmo é exposto a diferentes agentes de infecção. Já a resistência adaptativa é um sistema imunológico específico de defesa, onde sua presença não é expressa ativamente em todos os indivíduos.

Alguns marcadores inflamatórios e citocinas já estão sendo potencialmente estudados pela literatura. O exercício produz um efeito inflamatório no músculo e também o resulta em pequenos danos na estrutura miofibrilar. Foschini *et al.* (2007) citam a enzima catalizadora creatina-quinase (CK) e a mioglobina como dois marcadores de dano muscular, pois são citoplasmáticas e não tem a capacidade de atravessar a barreira da membrana sarcoplasmática.

A CK é um dímero encontrado principalmente no cérebro, coração e músculo-esquelético. De acordo com González e Silva (2006), a creatina-quinase é a enzima mais específica para diagnóstico de dano muscular e apresenta níveis extremamente altos no plasma quando observados logo após uma lesão muscular. Relatam também que a principal função é fosforilar de forma reversível a creatina à custa do ATP com a formação de creatina fosfato. Para Baptistella (2009), a CK é também chamada de enzima de extravasamento, pois é liberada das células musculares em caso de lesões.

Mais um marcador inflamatório é conhecido na área da imunologia: a PCR. É a sigla que representa a proteína C-Reativa. Abbas *et al.* (2003) conceituam a PCR como membra pentraxina das proteínas plasmáticas pertencentes à resposta imune inata às infecções de origem bacteriana, sendo um agente de fase aguda e se liga à capsula das bactérias pneumocócicas. Ela é considerada uma proteína de fase aguda, pois sua concentração sérica varia, aumentando ou diminuindo, pelo menos 25% durante estados inflamatórios (AGUIAR *et al.* 2013). McArdle *et al.* (2008) exemplificam a PCR como o "reservatório energético" das células, onde

proporcionam a energia rápida das ligações fosfato na ressíntese do ATP. Ela transporta o fosfato que está contido dentro do músculo, onde se obtém alta energia entre as organelas mitocondriais e das pontes cruzadas dos filamentos musculares que participam no início da contração muscular. Como exemplo disso, o mesmo autor cita que as fibras musculares tipo II de contração rápida armazenam cerca de quatro a seis vezes mais PCR que ATP. Aguiar *et al.* (2013) explicam detalhadamente a dinâmica dessa proteína:

A secreção é predominantemente hepática e começa 4 a 6 horas após o estímulo; duplica a cada 8 horas e atinge o pico entre 36 e 50 horas. A PCR tem meia vida plasmática de 19 horas e mesmo após estímulo único, como trauma ou cirurgia, pode levar vários dias até retornar a níveis basais.

Resultante do acréscimo de sais de fosfato à molécula de monidrato de creatina, a PCR é considerada como um marcador inflamatório e tem uma relação direta com doenças cardiovasculares (MENDALL *et al.*, 1996; ZOCCALI *et al.*, 2000).

Em um estudo com adolescentes portugueses, Agostinis Sobrinho *et al.* (2015) avaliaram os níveis de PCR e buscaram analisar a relação entre a referida proteína e a atividade física e aptidão cardiorrespiratória entre os sujeitos. Aparentemente, não houve diferença estatisticamente significativa entre atividade física e PCR.

Tomeleri *et al.* (2018) realizaram uma pesquisa a qual tinha por objetivo examinar a relação entre ângulo de fase e alguns marcadores inflamatórios em senhoras idosas. Foi observada uma significativa relação inversa entre ângulo de fase e marcadores inflamatórios, entre eles a PCR.

Foster *et al.* (2019) citam a TNF- α e a Interleucina-1 β , ou IL-1 β , como as principais citocinas inflamatórias produzidas pelas células musculares, e a Interleucina 6, ou IL-6, como a mais estudada na área desportiva.

A IL-1 β é uma das formas moleculares de IL-1, a qual é produzida por praticamente todos os tipos celulares que contém núcleo, dentre eles monócitos, macrófagos e células dendríticas (COSTA, 2008). Vista por Slijivancanin Jakovljevic *et al.* (2019), em estudo feito com mulheres que tiveram a ocorrência da pré-eclâmpsia, é considerada como um fator regulatório crucial de inflamação, sustentando assim o estudo de Siljee *et al.* (2013), os quais afirmaram um aumento

do mesmo marcador no primeiro, segundo e terceiro trimestre nos grupos de mulheres que tiveram pré-eclâmpsia. Isso acontece devido ao fato de que esse marcador está diretamente associado com doenças inflamatórias, haja visto que as doenças mediadas por IL-1 β são chamadas de “auto-inflamatórias”, tendo a liberação da forma ativa da citocina, impulsionada por moléculas que atuam dentro do monócito ou do macrófago (DINARELLO, 2011). Ele também diz que “o bloqueio de IL-1 β resolve a inflamação, independentemente de como a citocina é liberada a partir da célula ou de como o precursor é afastado”.

Liberada no músculo esquelético durante o exercício (Steensberg *et al.* 2000), a IL-6 é uma citocina multifuncional que exerce papel de modulação nas células (REIHMANE & DELA, 2014). Por ser um fator inflamatório, o exercício físico induz um aumento nos níveis de IL-6 no plasma sanguíneo, sendo um importante fato para a grande quantidade de pesquisas esportivas tendo como variável esse marcador. Abbas *et al.* (2003) relatam que esse grupo de citocina é produzido por muitos tipos celulares, e funciona tanto em resposta inata como em adquirida. Continuam conceituando como uma importante citocina estimuladora de síntese de proteínas de fase aguda pelos hepatócitos e também estimula crescimento dos linfócitos B produtores de anticorpos.

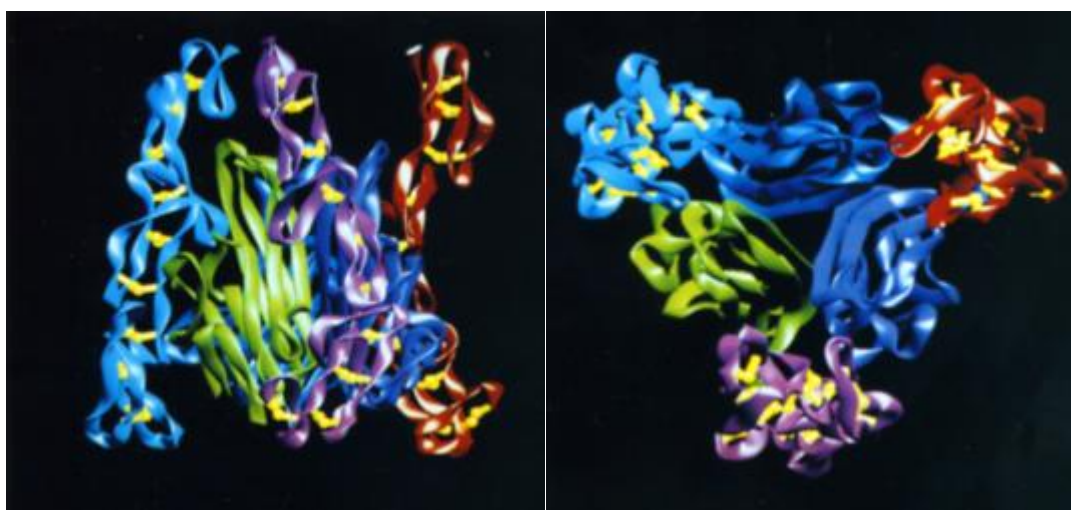
Cullen *et al.* (2016) mostraram que existe um aumento significativo nos níveis de IL-6 em treinamentos intervalados com alto volume quando comparado com baixo volume. Reihmane e Dela (2014) trazem como evidência o efeito anti-inflamatório do exercício, induzido por elevações transitórias na concentração circulante dessa citocina.

Zhang e An (2007) conceituam as citocinas como pequenas proteínas secretadas liberadas por células que tem um efeito específico nas interações e comunicações entre células. Elas podem agir nas células que as secretam (ação autócrina), nas proximidades das células (ação parácrina ou vizinha), ou em algumas instâncias em células distantes (ação endócrina). Zhang e An continuam explicando as citocinas, dizendo que as mesmas são feitas por alguns grupos celulares, mas os principais produtores são as Células T-helpers (Th) e os macrófagos. Podem ser produzidos no tecido nervoso periférico, e pelo mesmo sistema, durante um processo fisiológico e patológico por macrófagos residentes e recrutados, mastócitos, células endoteliais e células de Schwann.

Uma citocina inflamatória bem conhecida é o TNF- α , ou fator de

necrose tumoral alfa. É uma citocina que é produzida por macrófagos, monócitos, células endoteliais, neutrófilos, células do músculo liso, linfócitos ativados, astrócitos e adipócitos (SMITH, 2000). Utheim (2014), estudando sobre a síndrome de Sjögren, descreve a TNF- α como uma proteína 17-kDa, composta por 157 aminoácidos, tendo como principais funções tanto a destruição programada das células, conhecida como apoptose, como em sua regeneração, e também no processo inflamatório e imunológico do organismo. Para a regeneração, são secretados imediatamente após a destruição do tecido por meio de ativação dos macrófagos (EL AYADI, 2018). A seguir, uma figura que mostra três receptores de TNF com vista lateral e superior, respectivamente, ligada a uma citocina, revelados por cristalografia de raios-x.

Figura 3 - Vista lateral e superior de um complexo de fator de necrose tumoral (TNF-RI), e uma citocina ligada



Fonte: Banner *et al.*, 1993

Abbas *et al.* (2003) as explicam como citocinas produzidas por fagócitos mononucleares ativados, que estimulam recrutamento de novos monócitos para sítios de infecção, ativando essas células, exterminando microorganismos. Sendo assim, o TNF estimula as células endoteliais para assim, trazerem novas moléculas de adesão, para que macrófagos liberem quimiocinas, finalizando as células-alvo.

El Ayadi *et al.* (2018), em capítulo feito com pesquisas que tinham como características da amostra pacientes vítimas de queimaduras, revelam que a expressão de TNF- α aumenta imediatamente após a queimadura, desencadeando

uma resposta inflamatória, e logo em seguida, diminuindo novamente. Alguns estudos mostram vantagens em altos níveis de TNF- α , na supressão de impedimento de ocorrência de algumas doenças como diabetes do tipo I e esclerose múltipla, por exemplo (SATOH *et al.*, 1989; SATOH *et al.*, 1990; JACOB *et al.*, 1990; KASSIOTIS & KOLLIAS, 2001).

Pitthan e Martins (2010) trazem a informação de que o TNF- α exerce suas ações por dois distintos receptores, sendo TNFR-1 e TNFR-2. O TNFR-1 é expresso em grande quantidade na parede das células e é provável que execute a função de receptor. Já o TNFR-2 desempenha papel de proteção no cardiomiócito, ou células musculares que compõe a parede do miocárdio. Tanto o TNFR-1 como TNFR-2, são detectados na corrente sanguínea através da sua fórmula solúvel (PITTHAN & MARTINS, 2010).

Abbas *et al.* (2003) nos explicam que o TNF trabalha em três quantidades, sendo a) baixa quantidade, com inflamação local no endotélio e sobre os leucócitos; b) quantidades moderadas, com efeitos sistêmicos tais como no fígado por meio de proteínas de fase aguda, medula óssea pelos leucócitos e cérebro produzindo febre; c) altas quantidades, causando choques sépticos, no coração com batimentos lentos, nos vasos sanguíneos na baixa resistência na parede dos vasos, e no fígado com a hipoglicemia.

Pela razão do TNF ser uma adipocina, pessoas obesas, geralmente, apresentam maiores níveis dessa citocina, já que também é produzida no tecido adiposo. Rossetti *et al.* (2009) em uma revisão sobre efeito anti-inflamatório do exercício em adolescentes obesos, verificaram que há muitos estudos que trazem a informação de que TNF- α e outras citocinas são bem presentes em indivíduos com sobrepeso e obesidade. Sendo assim, o exercício físico, no âmbito do desporto ou apenas na prática para melhoria da aptidão física, é um importante regulador de TNF- α no organismo, auxiliando na diminuição da produção de TNF- α e outras adipocinas pró-inflamatórias (SPERETTA *et al.*, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa *Ex Post Facto*, pois é de caráter descritivo transversal.

As coletas foram feitas em dois dias, sendo que o grupo AAP foi coletado no período vespertino e o grupo JR em período noturno. Foram realizadas coletas sanguíneas, medidas antropométricas e avaliação de composição corporal por meio de bioimpedância elétrica.

A pesquisa, cuja realização é com seres humanos, foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, sob protocolo nº 3.268.990 de 16 de abril de 2019.

3.2 AMOSTRA

Foram avaliados 40 adultos jovens do sexo masculino, divididos em dois grupos, sendo JR (Jogadores Praticantes Recreacionais de Futebol) e AAP (Atletas de Alta Performance), todos escolhidos de forma convencional. Os JR praticavam futebol, como forma de lazer, todas as semanas. Os AAP são atletas de futebol que integravam o time sub-20 do Londrina Esporte Clube, que disputou a Copa São Paulo de Futebol Junior no ano de 2019, campeonato este a nível nacional na sua categoria.

Foram incluídos no estudo aqueles que eram atletas de alta performance e praticantes recreacionais, com idade entre 18 e 35 anos e que aceitaram participar de todas as etapas da coleta. Conseqüentemente, os sujeitos que se recusaram a realizar a bateria completa de teste ou que realizaram os testes parcialmente, seja por indisposição ou por escolha pessoal, ou até mesmo aqueles que apresentavam motivos concernentes a lesões articulares e musculares, foram excluídos do estudo. Outro fator de exclusão para a amostra composta por praticantes recreacionais foi a carga horária a qual os indivíduos reportaram que praticavam exercícios físicos semanalmente, sendo aceitos aqueles que trouxeram a informação de que a prática variava de 3 até 12 horas por semana de exercícios leves e/ou moderados, sendo considerados ativos de acordo com a classificação

proposta por Craig *et al.* (2003). Portanto, foram excluídos da amostra um total de 10 sujeitos, sendo analisados 30 indivíduos, sendo n=17 (AAP) e n=13 (JR).

Todos os testes foram aplicados, exclusivamente, na fase de pré-temporada dos atletas. Os dados dos JR foram coletados na mesma semana da coleta dos AAP, para que não houvesse uma possível interferência de estação climática entre os grupos.

As amostras sanguíneas foram levadas para análise no dia posterior a cada uma das coletas, mantendo-se refrigeradas a uma temperatura de aproximadamente 4°C negativos, assim como descrito pela PORTARIA Nº 1.353, de 13 de Junho de 2011, do Ministério da Saúde da República Federativa do Brasil. Algumas recomendações foram passadas para os sujeitos, caso eles verificassem sinais de hematomas no local.

A equipe avaliadora teve, entre os membros, pelo menos um profissional da área de Enfermagem, para que a coleta sanguínea fosse efetuada. Os mesmos se mantiveram à disposição para possíveis primeiros socorros. Também composta por avaliadores previamente treinados, com experiência em testes antropométricos e de coleta sanguínea, integrantes do quadro de pesquisadores, alunos de pós-graduação (mestrado e doutorado) e graduação do Centro de Educação Física e Esporte (CEFE-UEL), do Laboratório de Estudos e Pesquisa em Ciências do Esporte (LAPECE), e do Centro de Ciências da Saúde (CCS-UEL). Para o tratamento das coletas sanguíneas, contamos com a colaboração do Grupo de Estudos em Regeneração, Adaptação e Reparo Tecidual (GERART), que tem seu local físico situado na Universidade Estadual de Londrina.

Os sujeitos foram avisados, previamente, sobre os procedimentos da bateria de testes, e convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando participar do estudo.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.3.1 Fator de Necrose Tumoral - Alfa

Foram coletadas amostras de sangue em seringas de 5ml. Após a coleta, todas as amostras foram armazenadas em gelo até a chegada no laboratório. Chegando no ambiente, todas as amostras foram centrifugadas a uma velocidade de

4000 giros por minuto, durante 4 minutos, à 4°C. Os soros foram separados e armazenados em tubos tipos eppendorf, sendo congelados a uma temperatura de -20°C antes do uso. As amostras foram coletadas por profissionais habilitados, treinados e familiarizados com coleta sanguínea.

Para a análise do fator de necrose tumoral- α (TNF- α), foi realizado o teste ELISA, onde foram dosadas em amostras de soro, utilizando kits comerciais (BD OptEIA, BD Biosciences, Franklin Lakes, California, EUA), conforme recomendações do fabricante.

3.3.2 Antropometria

Massa corporal: as medidas foram realizadas em uma balança digital com resolução de 50g. O sujeito se posicionou em pé e descalço. Este procurou manter-se imóvel durante a medida, olhando para sua frente, evitando possíveis oscilações de equilíbrio, interferindo no resultado. O resultado foi anotado em quilogramas.

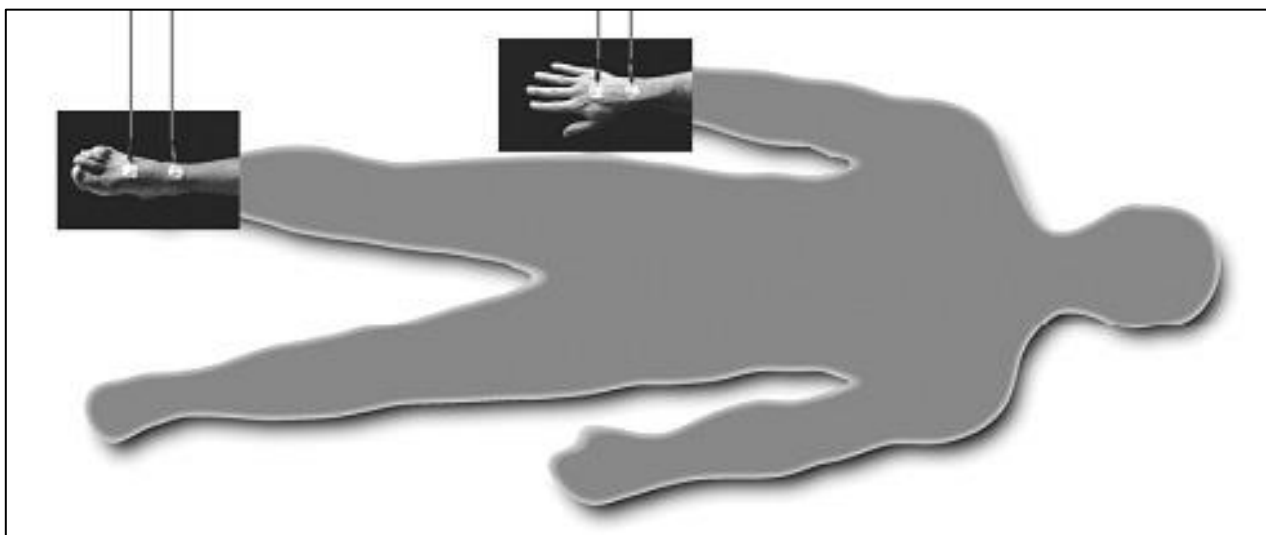
Estatura: foi utilizado um estadiômetro de 2,20m, acoplado a uma base de metal com um tamanho quadrado de 50cm. A trena apresenta uma escala de 0,1mm. Para uma melhor medida, um cursor móvel com ângulo de 90 graus foi deslizado na própria trena até o vértex. De costas para o medidor, o indivíduo permaneceu descalço. Este se manteve ereto, na posição anatômica, com calcanhares unidos e braços relaxados ao lado do corpo. O avaliador instruiu a realizar uma inspiração e, nesse momento, posicionou o cursor no topo da cabeça. O avaliador pediu ao indivíduo que saísse lentamente, e tomou nota da altura em centímetros. Para a utilização dos dados, os mesmos foram transportados da unidade de medida de centímetros para metros.

3.3.3 Composição Corporal e Ângulo de Fase

Para a avaliação dos dados indicadores de composição corporal, foi utilizada a bioimpedância Biodynamics® 450, que expressa algumas informações importantes. Foram analisadas as seguintes: Ângulo de Fase (Phase Angle), amplitude de 0 a 20 Graus; Capacitância do Corpo (emitida em picofarad ou pF); Resistência (R): Precisão de $\pm 0,1\%$, Amplitude de 200 a 1500 Ohms, Resolução de

0,1 Ohm, Reactância (X_c): Precisão de $\pm 0,2\%$; Massa Magra (Massa Livre de Gordura, em % e Kg); Massa Gorda (Gordura em % e Kg); e Água Corporal Total (Litros). O avaliado se deitou em decúbito dorsal em uma maca. Em posição anatômica, com exceção da posição das mãos, as quais estavam em pronação, os eletrodos foram fixados em quatro pontos, como ilustrado na figura 4, sendo: a) eletrodo emissor (cabo preto) na mão, na cabeça do terceiro metacarpo; b) eletrodo receptor (cabo vermelho) no pulso, entre as duas apófises estilóides; c) eletrodo emissor (cabo preto) no pé, na cabeça do terceiro metatarso; d) eletrodo receptor (cabo vermelho) no dorso da articulação tibiotársica, entre os dois maléolos. Todas as orientações sugeridas por Earthman *et al.* (2007), foram passadas com antecedência aos indivíduos.

Figura 4 - Localização dos eletrodos em posição anatômica para testes de bioimpedância elétrica



Fonte: CAVALCANTI, 2016.

3.4 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

As estatísticas descritivas de tendência central foram apresentadas em média e desvio padrão em todas as variáveis, sendo roteirizadas em Microsoft Office Excel®. Para análise de normalidade, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para correlação, foram feitos testes de Pearson para dados paramétricos e testes de Spearman para dados não-paramétricos. Para verificação da força na relação entre ângulo de fase (variável independente) e dados indicadores de composição

corporal e TNF- α (variável dependente), foi feita regressão linear. Para verificação da concordância das variáveis entre os grupos, foram feitas análises de Bland-Altman. Para todas as análises estatísticas, a significância foi aceita para $p < 0,05$, utilizando o software SPSS 20.0® (IBM, Armonk, NY).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi constituído por 30 indivíduos, sendo 17 do grupo AAP, e 13 do grupo JR. Vale ressaltar a diferença entre idade dos sujeitos onde o grupo AAP apresentou uma média de 18,65 anos ($\pm 0,61$), enquanto o grupo JR apresentou 27,69 anos ($\pm 5,34$).

Nota-se que o dado de Horas Treino/semana dos AAP não apresenta desvio padrão, pois como se trata de uma equipe de futebol, o preparador físico reportou que a quantidade de horas treinadas pelos atletas era a mesma em sua totalidade, portanto, é um dado que se mostra constante tanto nas análises de perfil dos grupos como nos testes de correlação e concordância. Já no grupo JR, a média dessa variável foi apresentada com uma média de 5,23 horas/semana ($\pm 3,79$), pois o perfil da amostra era mais heterogêneo quando comparado aos atletas.

Em ângulo de fase, variável principal do estudo, as médias e desvios padrões se mostraram no grupo AAP com $8,16^\circ$ ($\pm 0,54$) e no grupo JR com média de $7,50^\circ$ ($\pm 0,53$), com $p=0,002$, concordando com o estudo de Sardinha (2018), de que o exercício traz efeitos benéficos no ângulo de fase do sujeito. Portanto, os atletas de alta performance, por serem muito ativos, apresentam essa variável maior que os jogadores recreacionais.

A Tabela 1 mostra essas e outras médias, com desvios padrões e dados de comparação entre os dois grupos. Foram apresentadas diferenças estatisticamente significantes nas variáveis Horas de treino semanal, Capacitância do Corpo e % Massa Magra, contendo maiores valores em AAP; e em Idade, IMC, Resistência, % Massa Gorda e TNF- α , contendo maiores valores em JR.

O apêndice A apresenta as médias e desvios padrões em boxplots de todas as variáveis, com seus respectivos intervalos de confiança e outliers.

Tabela 1 - Médias e desvios padrões das variáveis no grupo AAP e JR

| | AAP | | JR | | TESTE T PARA IGUALDADE DAS MÉDIAS | |
|----------------------------|--------|------------|--------|------------|-----------------------------------|--------|
| | Média | DesvPadrão | Média | DesvPadrão | Dif entre Médias | p |
| Idade (anos) | 18,65 | 0,61 | 27,69 | 5,34 | -9,04 | 0,000* |
| Estatura (m) | 1,78 | 0,08 | 1,73 | 0,09 | 0,04 | 0,133 |
| Massa Corporal (kg) | 71,27 | 7,20 | 74,75 | 11,95 | -3,48 | 0,330 |
| IMC (kg/m ²) | 22,45 | 1,35 | 24,76 | 2,68 | -2,31 | 0,011* |
| Horas Treino / Semana (h) | 18,00 | 0,00 | 5,23 | 3,79 | 12,39 | 0,000* |
| Resistência (ohms) | 467,66 | 28,36 | 522,37 | 49,28 | -54,70 | 0,002* |
| Reactância (ohms) | 67,01 | 5,66 | 68,58 | 6,44 | -1,57 | 0,483 |
| Ângulo de Fase (°) | 8,16 | 0,54 | 7,50 | 0,53 | 0,66 | 0,002* |
| Capacitância do Corpo (pF) | 959,47 | 89,61 | 797,15 | 114,13 | 162,31 | 0,000* |
| Percentual Massa Magra (%) | 90,81 | 2,24 | 78,45 | 11,73 | 12,35 | 0,003* |
| Percentual Massa Gorda (%) | 9,19 | 2,24 | 20,48 | 8,65 | -11,29 | 0,000* |
| Água Corporal Total (L) | 47,12 | 4,65 | 43,57 | 6,58 | 3,54 | 0,094 |
| TNF- α (pg/mL) | 6,21 | 7,65 | 30,72 | 17,33 | -24,51 | 0,000* |

* p<0,05

Fonte: o próprio autor

A diferença significativa de idade entre os grupos já era esperada, haja visto que o grupo AAP era da categoria sub20 de um clube. Já o grupo JR apresentou alguns praticantes com idade que se aproximava dos 49 anos. Entretanto, para evitar outliers, limitamos a idade e foram coletados apenas os indivíduos que tinham idade até 35 anos.

As diferenças mostradas em IMC, % Massa Magra e % Massa Gorda concordam com alguns estudos que concluem que o aumento no tempo de exercício físico de moderada a alta intensidade, e o aumento da frequência do mesmo, podem trazer melhorias em dados indicadores de composição corporal (ROSIQUE-ESTEBAN *et al.*, 2018; CAPODAGLIO *et al.*, 2006; VAN AGGELLEIJSEN *et al.*, 2002; FOSS, 1998).

A significância da diferença entre os grupos no que se refere ao TNF- α pode ser explicado quando verificamos que o grupo que apresentou maior média dessa citocina é o que apresenta maior IMC e % de Massa Gorda, ou seja, pessoas que contém mais células adiposas têm maiores níveis de TNF- α (ROSSETTI *et al.*, 2009), pois a mesma é expressa nos adipócitos.

Para verificação de normalidade dos dados, foi adotado o teste Shapiro-Wilk, recomendado para amostras com $n < 50$. A significância adotada para a normalidade foi o valor de $p < 0,05$. Foram apresentadas distribuições normais nos dados de Estatura, Massa Corporal, IMC, Resistência, Reactância, Capacitância do Corpo e Água Corporal Total para ambos os grupos; Ângulo de fase para AAP;

Idade, % Massa Gorda e TNF- α para JR. Para as variáveis restantes foram vistas distribuições não normais nos dados, isto é, em % Massa Magra para ambos os grupos; Horas Treino / Semana e Ângulo de Fase para JR; Idade, % Massa Gorda e TNF- α para AAP.

Verificadas as normalidades dos dados, foi necessário agrupar algumas variáveis que mostravam distribuição normal, com outras correlações de distribuição não normais de dados. A partir daí, para verificar a “medida de associação bivariada (força) do grau de relacionamento entre duas variáveis” (GARSON, 2009), foi utilizado o teste de Correlação de Pearson, para distribuição normal de dados, e teste de Correlação de Spearman, para distribuição não normal de dados. Para isso, nas tabelas 2 e 3, os valores foram separados em cores para verificação da correlação de acordo com a distribuição dos dados das variáveis em ambos os grupos.

Tabela 2 - Correlações das variáveis do grupo AAP

| | AF | Idade | Estatura | Massa Corporal | IMC | Resistência | Reactância | Capacitância do Corpo | Massa Magra % | Massa Gorda % | ACT | TNF- α |
|-----------------------|---------|--------|----------|----------------|----------|-------------|------------|-----------------------|---------------|---------------|-------|---------------|
| AF | 1,000 | | | | | | | | | | | |
| Idade | 0,146 | 1,000 | | | | | | | | | | |
| Estatura | -0,282 | -0,402 | 1,000 | | | | | | | | | |
| Massa Corporal | -0,034 | -0,011 | 0,812** | 1,000 | | | | | | | | |
| IMC | 0,378 | 0,459 | -0,096 | 0,502* | 1,000 | | | | | | | |
| Resistência | -0,128 | -0,075 | -0,255 | -0,448 | -0,416 | 1,000 | | | | | | |
| Reactância | 0,678** | 0,108 | -0,413 | -0,368 | -0,024 | 0,640** | 1,000 | | | | | |
| Capacitância do Corpo | 0,779** | 0,255 | -0,065 | 0,245 | 0,544* | -0,719** | 0,104 | 1,000 | | | | |
| Massa Magra % | -0,076 | -0,454 | 0,254 | -0,193 | -0,681** | -0,379 | -0,336 | 0,168 | 1,000 | | | |
| Massa Gorda % | 0,076 | 0,454 | -0,254 | 0,193 | 0,681** | 0,379 | 0,336 | -0,168 | -1,000** | 1,000 | | |
| ACT | -0,098 | -0,097 | 0,872** | 0,956** | 0,345 | -0,605* | -0,532* | 0,296 | 0,047 | -0,047 | 1,000 | |
| TNF- α | 0,050 | 0,306 | 0,159 | 0,270 | -0,028 | -0,318 | -0,101 | 0,146 | 0,175 | -0,175 | 0,339 | 1,000 |

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

| | |
|--|------------------------|
| | Correlação de Pearson |
| | Correlação de Spearman |

Fonte: o próprio autor

Tabela 3 - Correlações das variáveis do grupo JR

| | AF | Idade | Estatura | Massa Corporal | IMC | Resistência | Reactância | Capacitância do Corpo | Massa Magra % | Massa Gorda % | ACT | TNF- α |
|-----------------------|---------|----------|----------|----------------|---------|-------------|------------|-----------------------|---------------|---------------|--------|---------------|
| AF | 1,000 | | | | | | | | | | | |
| Idade | -0,103 | 1,000 | | | | | | | | | | |
| Estatura | -0,499 | -0,555* | 1,000 | | | | | | | | | |
| Massa Corporal | -0,211 | -0,419 | 0,767** | 1,000 | | | | | | | | |
| IMC | 0,153 | -0,122 | 0,261 | 0,814** | 1,000 | | | | | | | |
| Resistência | -0,619* | 0,678* | 0,005 | -0,115 | -0,201 | 1,000 | | | | | | |
| Reactância | 0,064 | 0,741** | -0,393 | -0,333 | -0,158 | 0,707** | 1,000 | | | | | |
| Capacitância do Corpo | 0,857** | -0,434 | -0,253 | -0,048 | 0,185 | -0,889** | -0,309 | 1,000 | | | | |
| Massa Magra % | 0,042 | -0,421 | 0,026 | -0,406 | -0,602* | -0,322 | -0,237 | 0,237 | 1,000 | | | |
| Massa Gorda % | -0,042 | 0,440 | -0,205 | 0,324 | 0,712** | 0,169 | 0,216 | -0,060 | -1,000** | 1,000 | | |
| ACT | 0,080 | -0,729** | 0,718** | 0,875** | 0,681* | -0,530* | -0,614* | 0,333 | -0,030 | 0,103 | 1,000 | |
| TNF- α | -0,013 | -0,674* | 0,568* | 0,422 | 0,115 | -0,353 | -0,565* | 0,098 | 0,225 | -0,166 | 0,581* | 1,000 |

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

| | |
|--|------------------------|
| | Correlação de Pearson |
| | Correlação de Spearman |

Fonte: o próprio autor

Partindo do pressuposto de que o objetivo geral do estudo é verificar a correlação entre o ângulo de fase e as demais variáveis, foram feitos gráficos de dispersão simples, para analisar a distribuição dos dados em um eixo x e y. Portanto, foi colocado como eixo y a principal variável do estudo, e no eixo x, foram aplicadas as variáveis com dados antropométricos, dados indicativos de composição corporal e também o marcador TNF- α , para ambos os grupos.

Observando as informações dadas nas tabelas, tendo como base a classificação proposta por Dancey e Reidy (2006), observamos que há correlação forte entre ângulo de fase/reactância e ângulo de fase/capacitância corporal em AAP, e ângulo de fase/capacitância em JR, sendo positiva em todas as três condições. Essa correlação é fortalecida quando analisamos, no apêndice B, o R^2 das figuras 29 (ângulo de fase/reactância; $R^2 = 0,460$) e 31 (ângulo de fase/capacitância do corpo; $R^2 = 0,606$) representando o grupo AAP, e figura 32 (ângulo de fase/capacitância do corpo; $R^2 = 0,601$) representando o grupo JR, demonstrando maior qualidade na explicação entre as variáveis, pois se aproxima da perfeição de $R^2 = 1$. Dentre várias informações dadas nas tabelas, algumas devem ser apuradas.

Foi verificado que o ângulo de fase tem uma forte e significativa correlação positiva com a capacitância do corpo em ambos os grupos (AAP $r=0,779$; JR $r=0,857$), sustentando a ideia de que quanto maior o ângulo de fase, maior a condutibilidade corporal do sujeito. Vale verificar também que a capacitância teve forte correlação negativa com a resistência, tanto no AAP ($r=-0,719$) como em JR ($r=-0,889$), mostrando que a resistência provocada por camadas lipídicas, camadas essas que apresentam baixa condutibilidade de energia (KYLE *et al.*, 2004a), podem influenciar negativamente na condutibilidade de energia caso apresentarem altos índices, sendo um empecilho direto na melhoria do ângulo de fase, conseqüentemente, na saúde celular do sujeito. Monteiro *et al.* (2018), comentaram que quanto maior a quantidade de eletrólitos, melhor é a condutividade elétrica, e menor a resistência oferecida à passagem da corrente elétrica emitida em testes de bioimpedância.

O grupo JR apresentou correlação da variável reactância com a variável ângulo de fase praticamente nula ($r=0,064$). Entretanto, o grupo AAP apresentou uma forte e significativa correlação entre as mesmas variáveis ($r=0,678$), concordando com o estudo de Sardinha (2018), em que cita que quanto mais

treinado for o indivíduo, maior é a reactância, e com o destreino, o decréscimo também ocorre. Esse fato pode ser explicado pela rotina de treinamento dos atletas, pois a reactância é a capacidade de atraso em que as membranas celulares podem impor contra a corrente elétrica. Outro ponto a verificar é que a resistência dos JR apresentou uma significativa e negativa concordância com AF ($r=-0,619$), enquanto nos AAP, a mesma correlação se mostrou baixa ($r=-0,128$). Sendo assim, quanto maior o AF, pode-se sugerir que a saúde da célula se encontra em melhores condições de retenção de nutrientes dentro dela própria, sendo considerada mais saudável do que células que constam baixa reactância, concordando com a explicação de Santos (2015) em um estudo com idosos, em que diz que quanto menor o ângulo de fase obtido, pode-se sugerir menor volume de membranas em sua total saúde, tendo um volume de massa celular reduzido justamente pela perda de nutrientes a partir da parede, ocasionando morte celular.

Os dados referentes à idade dos indivíduos apresentaram baixa correlação com AF em ambos os grupos. Importante recordar que Baumgartner *et al.* (1988), em estudo pioneiro envolvendo AF e composição corporal, não acharam diferenças entre ângulo de fase e idade. Entretanto, outros estudos mostram que há uma diminuição significativa no ângulo de fase no decorrer da idade (BARBOSA-SILVA *et al.*, 2005; BUFFA *et al.*, 2003; KYLE *et al.*, 2004b). Essa proporcionalidade inversa do AF nesses estudos se explica pois, com o envelhecimento, ocorre a perda de massa muscular, conseqüentemente, perdem-se capacidades e funções celulares (BARBOSA-SILVA *et al.*, 2005., BOSY-WESTPHAL *et al.*, 2006; KYLE *et al.*, 2001).

Na variável ACT, não ocorreram correlações com AF em ambos os grupos. Em contrapartida, Monteiro *et al.* (2018) verificaram se havia alguma correlação entre AF e alguns aspectos nutricionais, e também, com percentual de água corporal em atletas de um time de atletismo do sexo masculino e feminino, e constataram uma forte e significativa correlação positiva entre essas duas variáveis.

Outra discordância com a literatura se encontra com a variável IMC. Aqui, verificamos que tanto o grupo AAP como JR não apresentam correlação significativa com ângulo de fase, sendo que nos jogadores recreacionais a correlação é considerada nula ($r=0,153$) e nos futebolistas de alta performance é moderada ($r=0,378$). Dittmar (2003), em estudo com adultos saudáveis, encontrou uma correlação positiva entre ângulo de fase e IMC. Provavelmente, o tamanho da

amostra seja um fator crucial para verificação dessa correlação, haja visto que o índice de massa corporal é mais aconselhado para medidas populacionais com um n maior do que o da atual pesquisa.

Podemos verificar uma informação importante, quando analisamos a estatura e a massa corporal de ambos os grupos quando se correlaciona com AF. Tanto no grupo AAP como no grupo JR, as variáveis de estatura apresentam-se mais fortes do que as variáveis de massa corporal, sendo AAP ($r=-0,282$) e JR ($r=-0,499$) em estatura, e AAP ($r=-0,034$) e JR ($r=-0,211$) em massa corporal. Não foi encontrado nenhum estudo que verifica a correlação entre AF e estatura, porém, é provável que essa propensão a correlação entre variáveis se deve ao fato da ocorrência de maior massa óssea em indivíduos mais altos, retardando assim a condutibilidade elétrica (Tang *et al.*, 1997).

A variável TNF- α também foi avaliada em ambos os grupos. Em AAP, verifica-se uma correlação, com ângulo de fase, considerada nula, porém positiva de $r=0,050$. Em JR, a correlação entre as mesmas variáveis é negativa, mas continua sendo considerada nula, tendo seu $r=-0,013$. Sendo assim, se faz necessário o levantamento de outros estudos para fazer uma verificação com maior quantidade amostral.

Ainda nessa variável, foi verificada significância entre TNF- α e ACT no grupo JR com correlação positiva e significativa entre as variáveis com $r=0,581$, e no grupo AAP, a correlação é dada como moderada, com o $r=0,339$. Verificamos também que na equação feita entre reactância e TNF- α , o grupo AAP consta com $r=-0,101$, correlação negativa mais fraca que no grupo JR, que apresenta o $r=-0,565$, sendo significativa no nível $p=0,05$. Isso mostra que os níveis de TNF- α presente no sangue do grupo JR eram mais altos, e assim, enquanto a reactância estava alta, os níveis de TNF- α eram mais baixos, e vice-versa, explicando a dinâmica da saúde celular.

Mesmo que nesse presente estudo, as correlações entre TNF- α e % Massa Gorda e Massa Magra tenham sido apresentadas como baixas e negativas, Silveira *et al.* (2009), em um estudo de revisão, constataram que vários artigos nos levam a conclusão de que os níveis de algumas adipocinas conhecidas, como a TNF- α , estão diretamente associadas ao grau de obesidade do indivíduo. Pode ser que pelo fato de tanto o IMC como o % massa gorda dos AAP estarem classificados como normal, e dos JR estarem dentro da margem de classificação de normal e

sobrepeso, a correlação não tenha sido considerada tão forte.

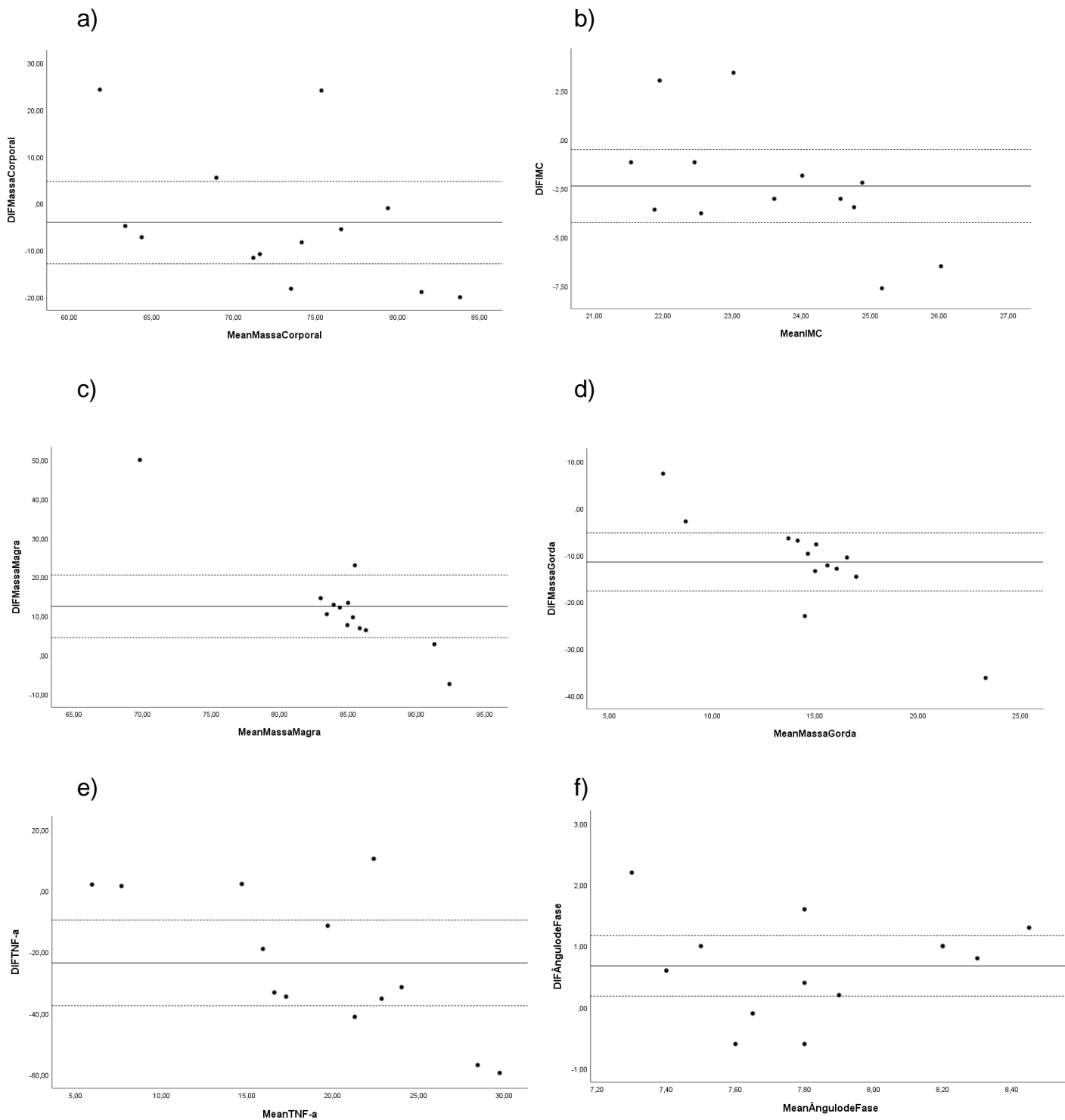
Para que possa ser vista a concordância das medidas entre os grupos, o método de Bland-Altman busca verificar a diferença das médias entre duas variáveis distintas do mesmo grupo, ou até mesmo, a diferença da média de uma variável comum de dois grupos distintos. Essa metodologia, primeiramente apresentada por Eksborg (1981), ficou conhecida por esse nome pois os pesquisadores Bland e Altman apresentaram uma análise alternativa para verificação de concordância entre variáveis, partindo da diferença média de duas medidas quantitativas (ALTMAN & BLAND, 1983). Posteriormente, Bland e Altman estabeleceram um novo método que estabelecia limites de concordância entre duas variáveis quantitativas, usando média e desvio padrão das diferenças entre as duas medidas (BLAND & ALTMAN, 1999). Sendo assim, e de acordo com Hirakata e Camey (2009), com o tipo de gráfico gerado por este método, é possível visualizar as diferenças que se afastam do valor zero, as dispersões das amostras ao redor das médias, outliers e possíveis tendências.

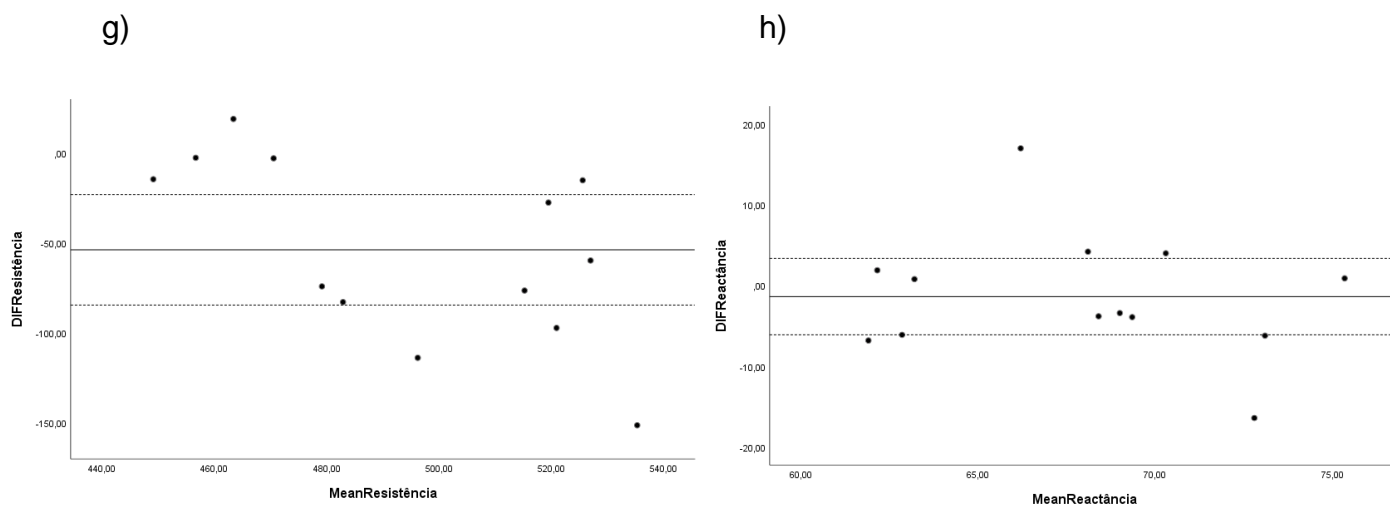
Zagatto *et al.* (2009) fizeram testes e retestes de corrida anaeróbica para verificar se haveria correlação, confiabilidade e concordância entre o teste RAST e teste de Wingate. Utilizando outros meios estatísticos, e também o Bland-Altman, trouxeram a informação de que o RAST era confiável e apresentava dados bem próximos aos de Wingate, podendo ser usado para medir performance anaeróbica e prever intensidades de curta distância.

Sirotic e Coutts (2008), verificaram se havia confiabilidade de uma esteira não-motorizada em parâmetros fisiológicos e motores em atletas. Para isso, alguns testes foram aplicados e doses de sangue e dados de VO₂ também fizeram parte do estudo, tendo como uma das etapas de verificação de concordância entre métodos o Bland-Altman. E com esses testes foi constatado que esteira desse porte auxilia na atividade esportiva de atletas, sendo um importante aliado no treinamento.

A figura 5 mostra as concordâncias entre as médias de algumas das variáveis analisadas entre os dois grupos. Os demais testes de concordância de Bland-Altman estão presentes no apêndice C.

Figura 5 - Testes de Concorrência de Bland-Altman entre os grupos. a) Massa Corporal; b) IMC; c) % Massa Magra; d) % Massa Gorda; e) TNF- α ; f) Ângulo de Fase; g) Resistência; h) Reactância.





Como podemos observar, as figuras 5c e 5d mostram os resultados da análise de Bland-Altman dos dois grupos para as variáveis % Massa Magra e % Massa Gorda, respectivamente. Como o grupo AAP continha quatro sujeitos a mais que no grupo JR, o programa estatístico igualou o n, retirando aleatoriamente os indivíduos excedentes para a análise de concordância. A concordância entre esses dados dos AAP e dos JR é notável e já era esperada, já que o % Massa Magra e % Massa Gorda são variáveis inversamente proporcionais uma a outra. Importante ressaltar que em todos os testes, para delimitar as médias, foi utilizado a fórmula a qual insere 1,96DP para mais e para menos (ESCO & FLATT, 2014).

Partindo ainda desse princípio, vemos algumas particularidades, como as médias dos percentuais de massa gorda e massa magra, 5c e 5d, apresentando concordância entre si. Temos também algumas médias mais dispersas no gráfico, mas que ainda assim, são concordantes, casos de 5b, IMC, e 5h, Reactância. Vemos também a presença de variáveis que são totalmente dispersas, casos de 5e, TNF- α , e 5g, Resistência.

Portanto, verificamos que, pela gama de variáveis neste presente estudo, e pela heterogeneidade claramente apresentada, a concordância entre os grupos pode ser considerada presente, visto que, nessas variáveis, a grande maioria dos pontos de média estão presente entre a *upper line* e a *lower line*, e a linha central não se encontra tão longe do ponto zero, salvo as exceções.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há um leque de possibilidades para se pesquisar acerca do ângulo de fase e de variáveis que estão intrinsecamente associadas a ele. A literatura traz muita informação sobre essa variável em populações que não se enquadram na categoria de esportistas, fisicamente ativos, e/ou jogadores recreacionais. Portanto, assim como nesse presente estudo, é necessário que haja mais pesquisas no que se refere a ângulo de fase e indivíduos de variadas condições de aptidão física.

Todos os indivíduos coletados, foram avaliados em três âmbitos concernentes ao corpo humano (antropometria, dados indicadores de composição corporal, marcador inflamatório). Com os resultados encontrados e análises feitas, é possível afirmar que existe correlações entre algumas variáveis. Entretanto, não são todas que são consideradas fortes pela estatística. Mas há a necessidade de novos estudos para revisão desses valores.

Algumas variáveis, como Capacitância e Reactância mostraram correlação com ângulo de fase. Para correlações entre as variáveis que não se referiam ao ângulo de fase, algumas mostraram resultados estatisticamente significativos, tais como IMC e ACT.

Há concordância de algumas variáveis entre os dois grupos, entretanto, assim como na correlação, não é de muita expressividade. Isso pode ter ocorrido pois o grupo JR era mais heterogêneo, comparado ao grupo AAP.

É importante considerar que há algumas limitações nesse estudo, tais quais: o número de indivíduos, haja visto que a precisão seria muito maior com um n maior; a diferença climática na avaliação entre os grupos, pois ainda que a escolha foi feita para que todos os sujeitos fossem coletados na mesma semana, a diferença de turnos trouxe uma variação da temperatura; a condição dos sujeitos na avaliação com a bioimpedância elétrica, já que os atletas estavam em fase de pré-temporada, e as condições alimentares e de exercício físico não foram atendidas; a retirada de forma aleatória de alguns sujeitos no teste de Bland-Altman por parte do programa estatístico.

Portanto, há correlações entre variáveis, e concordância entre alguns dados do grupo, entendendo assim que o ângulo de fase é um importante indicador de saúde, como também de performance.

REFERÊNCIAS

ABBAS, A. K. ; LICHTMAN, A. H. & POBER, J.S. **Imunologia celular e molecular**. 4ª ed., Rio de Janeiro, Revinter, 2003.

ACSM Position Stand: **the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults**. Med Sci Sports Exerc, 1998.

AGOSTINIS SOBRINHO, C. A.; MOREIRA, C. M. M.; MOTA, J. A. P. da S.; SANTOS, R. M. R. **Proteína C-reativa, atividade física e aptidão cardiorrespiratória em adolescentes portugueses: um estudo transversal**. Cadernos de Saúde Pública, 31(9), 2015.

AGUIAR, F. J. B.; FERREIRA-JÚNIOR, M.; SALES, M. M.; CRUZ-NETO, L. M.; FONSECA, L. A. M.; SUMITA, N. M.; DUARTE, N. J. C.; LICHTENSTEIN, A.; DUARTE, A. J. S. **Proteína C reativa: aplicações clínicas e propostas para utilização racional**. Revista Da Associação Médica Brasileira, 2013.

ALTMAN, D. G.; BLAND, J. M. **Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies**. Statistician 1983;32:307–17.

BANNER, D. W.; D'ARCY, A.; JANES, W.; GENTZ, R.; SCHOENFELD, H.-J., BROGER, C.; LOETSCHER, H.; LESSLAUER, W. **Crystal structure of the soluble human 55 kd TNF receptor-human TNF β complex: Implications for TNF receptor activation**. Cell, 73(3), 431–445, 1993.

BAPTISTELLA, M. F. **Atividade sérica das enzimas aspartato aminotransferase, creatinoquina e lactato desidrogenase em equinos submetidos a diferentes intensidades de exercícios**. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente. Vol. XII, n.13, p.33-42, 2009.

BARBOSA-SILVA, M. C. G.; BARROS, A. J.; WANG, J.; HEYMSFIELD, S. B.; PIERSON, R. N. **Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex**. The American Journal of Clinical Nutrition, 2005 82(1), 49–52.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. **Bioelectric impedance phase angle and body composition**. Am J Clin Nutr 1988;48:16 –23.

BEBERASHVILI, I.; AZAR, A.; SINUANI, I.; KADOSHI, H.; SHAPIRO, G.; FELDMAN, L.; SANDBANK, J.; AVERBUKH, Z. **Longitudinal changes in bioimpedance phase angle reflect inverse changes in serum IL-6 levels in maintenance hemodialysis patients**. Nutrition 2014: 30: 297– 304.

BHANGLE, S.; KOLASINSKI, S. L. **Fish oil in rheumatic diseases**. Rheum Dis Clin N Am. 2011;37:77–84. 3.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. **Measuring agreement in method comparison studies.** Stat Methods Med Res 1999.

BOSY-WESTPHAL, A.; DANIELZIK, S.; DÖRHÖFER, R. P.; LATER, W.; WIESE, S.; MÜLLER, M. J. **Phase angle from bioelectrical impedance analysis:** population reference values by age, sex, and body mass index. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, v. 30, n. 4, p. 309-316, 2006.

BUFFA, R.; FLORIS, G.; MARINI, E. **Migration of the bioelectrical impedance vector in healthy elderly subjects.** Nutrition 2003;19:917–21. 27.

CAMPANA, A. O.; PAIVA, S. A. R. **Body composition:** methods of assessment. Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 99-120, jun. 2005.

CAPODAGLIO, P.; CAPODAGLIO EDDA, M.; FACIOLI, M.; SAIBENE, F. **Long-term strength training for communitydwelling people over 75:** impact on muscle function, functional ability and life style. Eur J Appl Physiol, 2006.

COSTA, R. D.; COSTAL, R. D.; MENDONÇA, V. A.; LYON, S.; PENIDO, R. A.; DIAS COSTA, A. M. D.; DIAS COSTA, M.; NISHI, M. P.; TEIXEIRA, M. M.; TEIXEIRA, A. L.; ANTUNES, C. M. F. **Avaliação da expressão de interleucina 1 beta (IL-1 β) e antagonista do receptor de interleucina 1 (IL-1Ra) em pacientes com hanseníase.** Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 41(suppl 2), 99–103, 2008.

CRAIG, C. L.; MARSHALL, A. L.; SJÖSTRÖM, M.; BAUMAN, A. E.; BOOTH, M. L.; AINSWORTH, B. E.; PRATT, M.; EKELUND, U.; YNGVE, A.; SALLIS, J. F.; OJA, P. **International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity.** Medicine & Science in Sports & Exercise, 2003, 35(8), 1381–1395.

CULLEN, T.; THOMAS, A. W.; WEBB, R.; HUGHES, M. G. **Interleukin-6 and associated cytokine responses to an acute bout of high-intensity interval exercise:** the effect of exercise intensity and volume. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 41(8), 803–808, 2016.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia:** Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed, 2006.

DINARELLO, C. A. **A clinical perspective of IL-1 β as the gatekeeper of inflammation.** European Journal of Immunology, 41(5), 1203–1217, 2011.

DITTMAR, M. **Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults:** effects of age, gender, and body mass. Am J Phys Anthropol 2003;122:361–70.

EKSBORG, S. **Evaluation of method-comparison data.** Clin Chem 1981;27:1311–2.

EL AYADI, A.; HERNDON, D. N.; FINNERTY, C. C. *In*: HERNDON, D. N. **Total Burn Care**, e.2. Elsevier, 2018. cap. 21, p. 232–235.

ESCO, M. R.; FLATT, A. A. **Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Indexes at Rest and Post-Exercise in Athletes**: Evaluating the Agreement with Accepted Recommendations. *Journal of Sports Science and Medicine* (2014) 13, 535-541.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. **Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio**. *Revista Brasileira Cineantropom.* vol.9, n.1, p. 101-106, 2007.

FOSS, M.; KETHEYIAN, S. F. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

FOSTER, R.; VAISBERG, M.; BACHI, A. L. L.; DOS SANTOS, J. M. B.; DE PAULA VIEIRA, R.; LUNA-JUNIOR, L. A.; ARAÚJO, M. P.; PARMIGIANO, T. R.; BORGES, F.; DI-BELLA, Z. I. K. J. **Premenstrual Syndrome, Inflammatory Status, and Mood States in Soccer Players**. *Neuroimmunomodulation*, 1–6, 2019.

GAERTNER, P.H.; FIROR, W.B.; EDOUARD, L.I. **Physical Inactivity among physicians**. *Can Med Assoc J*, 1991.

GARSON, G. D. **Statnotes**: Topics in Multivariate Analysis. 2009. Disponível em: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>. Acesso em: 22/03/2012.

GONÇALVES, G. C. **Avaliação da composição corporal por diferentes métodos e análise antropométrica em tenistas** – Dissertação de mestrado – Faculdade de Ciências do desporto e educação física – Universidade de Coimbra, 2012.

GONZALEZ, M. C.; BARBOSA-SILVA, T. G.; BIELEMANN, R. M.; GALLAGHER, D.; HEYMSFIELD, S. B. **Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition**. *Am J Clin Nutr*, 2016.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. Perfil Bioquímico no Exercício. *In*: **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

GUEDES, D. P. Atividade física, aptidão física e saúde. *In* Carvalho T, Guedes DP, Silva JG. **Orientações Básicas sobre atividade física e saúde para profissionais da área da educação física e saúde**. Brasília: Ministério da Saúde e Ministério da Educação e do Desporto, 1996.

HIRAKATA, V. N.; CAMEY, S. A. **Análise de concordância entre métodos de Bland-Altman**. *Rev HCPA*. 2009; 29(3): 261-268.

HUANG, Y-C.; MALINA, R. M. **Body mass index and individual physical fitness tests in Taiwanese youth aged 9 -18 years**. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5:404-11.

HUANG, Y-C., MALINA, R. M. **BMI and health-related physical fitness in Taiwanese youth 9 -18 years**. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:701-8.

JACOB, C. O.; AISO, S.; MICHIE, S. A.; MCDEVITT, H. O.; ACHA-ORBEA, H. **Prevention of diabetes in nonobese diabetic mice by tumor necrosis factor (TNF): similarities between TNF-alpha and interleukin 1.** Proc Natl Acad Sci USA, 1990.

KASSIOTIS, G.; KOLLIAS, G. **TNF and receptors in organ-specific autoimmune disease: multilayered functioning mirrored in animal models.** J Clin Invest, 2001.

KYLE, U. G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A. D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; GÓMEZ, J. M.; HEITMANN, B. L.; KENT-SMITH, L.; MELCHIOR, J. C.; PIRLICH, M.; SCHARFETTER, H.; SCHOLS, A. M.; PICHARD, C.; & Composition of the ESPEN Working Group. **Bioelectrical impedance analysis: part I: review of principles and methods.** Clin Nutr, 2004a.

KYLE U. G.; GENTON, L.; KARSEGARD, V. L.; RAGUSO, C. A.; DUPERTUIS, Y. M.; PICHARD, C. **Percentiles (10, 25, 75 and 90th) for phase angle (PhA), determined by bioelectrical impedance (BIA), in 2740 healthy adults aged 20 – 75 yr.** Clin Nutr 2004b.

KYLE, U. G.; GENTON, L.; SLOSMAN, D.O.; PICHARD, C. **Fat-Free and Fat Mass Percentiles in 5225 Healthy Subjects Aged 15 to 98 Years.** Nutrition, 17:534-541, 2001.

LI, K.; HUANG, T.; ZHENG, J.; WU, K.; LI, D. **Effect of marine-derived n-3 polyunsaturated fatty acids on C-reactive protein, interleukin 6 and tumor necrosis factor alfa: a meta-analysis.** PLOS One. 2014.

LUKASKI, H. C.; KYLE, U. G.; KONDRUP, J. **Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis.** Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care 20 (5), 330–339, 2017.

MARINS, J. C. B., GIANNICHI, R. S. **Avaliação e Prescrição de Atividade Física: Guia Prático.** 2 ed. Shape. Rio de Janeiro, 1998.

MARTIN, A. D.; DRINKWATER, D. T. **Variability in the measures of body fat: Assumptions or techniques?** Sports Medicine. 11: 277-288, 1991.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2008.

MENDALL, M. A.; PATEL, P.; BALLAM, L.; STRACHAN, D.; NORTHFIELD, T. C. **C-reactive protein and its relation to cardiovascular risk factors: a population based cross sectional study.** BMJ, 1996.

MONTEIRO, E. A. C.; BENITEZ, M. F.; ORDOÑEZ, A. M.; BRANDÃO, G. C.; FERNANDES, I. **Ângulo de Fase como Marcador de Nutrição e Força Máxima em Atletas de Alto Rendimento.** Pleiade, 12(26): 156-164, Jul/Dez, 2018.

MURPHY, K. **Imunologia de Janeway**. 8ª Edição. Editora Artmed. Porto Alegre, 2014.

NAHAS, M. V. **Atividade Física, Saúde e Qualidade de Vida**. Editora Midiograf, 2ª Edição, Londrina, 2001.

NORMAN, K.; STOBÄUS, N.; PIRLICH, M.; BOSY-WESTPHAL, A. **Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis** - clinical relevance and applicability of impedance parameters. Clin. Nutr., 31 (6), 854–861, 2012.

PITTHAN, E.; MARTINS, O. M. O. **Marcadores inflamatórios e de disfunção endotelial: qual o papel na predição de risco?** Rev Soc Card Rio Grande do Sul, Ano XVIII nº 20, 2010.

REIHMANE, D.; DELA, F. **Interleukin-6: possible biological roles during exercise**. Eur J Sport Sci. 14(3): 242-250, 2014.

RIBEIRO, A. S.; AVELAR, A.; DOS SANTOS, L.; SILVA, A. M.; GOBBO, L. A.; SCHOENFELD, B. J.; SARDINHA, L. B.; CYRINO, E. S. – **Hipertrophy-type resistance training improves phase angle in young adult men and women** – Int. J. Sports Medicine 2017; 38: 35 – 40.

ROSIQUE-ESTEBAN, N.; BABIO, N.; DÍAZ-LÓPEZ, A.; ROMAGUERA, D.; MARTÍNEZ, J. A.; SANCHEZ, V. M.; SCHRODER, H.; ESTRUCH, R.; VIDAL, J.; Pilar BUIL-COSIALES, P.; KONIECZNA, J.; ABETE, I; SALAS-SALVADÓ, J. **Leisure-time physical activity at moderate and high intensity is associated with parameters of body composition, muscle strength and sarcopenia in aged adults with obesity and metabolic syndrome from the PREDIMED-Plus study**. Clinical Nutrition, 2018.

ROSSETTI, M. B.; BRITTO, R. R.; NORTON, R. de C. **Prevenção primária de doenças cardiovasculares na obesidade infantojuvenil: efeito anti-inflamatório do exercício físico**. Revista Brasileira de Medicina Do Esporte, 15(6), 472–475, 2009.

SANTOS, S. I.; **Ângulo de fase como indicador do estado funcional em idosos**. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa, Portugal, 2015.

SARDINHA, L. B. **Physiology of exercise and phase angle: another look at BIA**. European Journal of Clinical Nutrition, 72(9), 1323–1327, 2018.

SATOH, J.; SEINO, H.; ABO T.; TANAKA, S.; SHINTANI, S.; OHTA, S.; TAMURA, K.; SAWAI, T.; NOBUNAGA, T.; OTEKI, T. **Recombinant human tumor necrosis factor alpha suppresses autoimmune diabetes in nonobese diabetic mice**. J Clin Invest, 1989.

SATOH, J.; SEINO, H.; SHINTANI, S; TANAKA, S.; OHTTEKI, T.; MASUDA, T.; NOBUNAGA, T.; TOYOTA, T. **Inhibition of type 1 diabetes in BB rats with recombinant human tumor necrosis factor-alpha**. J Immunol, 1990.

SCHMIDT, S. C. E.; TITTLBACH, S.; BÖS, K.; WOLL, A. **Different Types of Physical Activity and Fitness and Health in Adults: An 18-Year Longitudinal Study.** BioMed Research International, 2017, 1–10.

SELL, S. **Immunology, immunopathology, and immunity.** Elsevier Science Publishing Company, Inc. New York, 1987.

SHEN W.; ST-ONGE M. P.; WANG, Z.; HEYMSFIELD, S. B. **Study of Body Composition: An Overview.** In. S. B. Heymsfield, T. G. Lohman, Z. Wang & S. B. Going (Eds.), Human body composition (pp. 3-14). Champaign: Human Kinetics; 2005.

SHEPHARD, R. J.; BALADY, G. **Exercise as cardiovascular therapy.** Circulation, 1999

SILJEE, J. E.; WORTELBOER, E. J.; KOSTER, M. P.; IMHOLZ, S.; RODENBURG, W.; VISSER, G. H.; DE VRIES, A.; SCHIELEN, P. C.; PENNING, J. L. **Identification of interleukin-1 beta, but no other inflammatory proteins, as an early onset pre-eclampsia biomarker in first trimester serum by bead-based multiplexed immunoassays.** Prenatal Diagnosis, 33(12), 1183–1188, 2013.

SILVEIRA, M. R. S.; FROLLINI, A. B.; VERLENGIA, R.; CAVAGLIERI, C. R. **Correlação entre obesidade, adipocinas e sistema imunológico.** Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum, 2009.

SIROTIC, A. C.; COUTTS, A. J. **The reliability of physiological and performance measures during simulated team-sport running on a non-motorised treadmill.** Journal of Science and Medicine in Sport, 2008, 11(5), 500–509.

SLJIVANCANIN JAKOVLJEVIC, T.; KONTIC-VUCINIC, O.; NIKOLIC, N.; CARKIC, J.; SOLDATOVIC, I.; MILASIN, J. **Glutathione-S-transferase M1 polymorphism and proinflammatory cytokines tumor necrosis factor- α and interleukin-1 β are associated with preeclampsia in Serbian women.** American Journal of Reproductive Immunology, 2019.

SOUZA, M. F.; TOMELERI, C. M.; RIBEIRO, A. S.; SCHOENFELD, B. J.; SILVA, A. M.; SARDINHA, L. B.; CYRINO, E. S.; **Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial.** Scand J Med Sci Sports, 2016.

SPERETTA, G. F.; LEITE, R. D.; DUARTE, A. C. D. O. **Obesidade, inflamação e exercício: foco sobre o TNF-alfa e IL-10.** Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto, 2014, 13(1).

STEENSBERG, A.; VAN HALL, G.; OSADA, T.; SACCHETTI, M.; SALTIN, B.; PEDERSEN, B. K. **Production of interleukin-6 in contracting human skeletal muscles can account for the exercise-induced increase in plasma interleukin-6.** J Physiol. 529 Pt 1(237-242), 2000.

TANG, W.; RIDOUT, D.; MODI, N. **Assessment of total body water using bioelectrical impedance analysis in neonates receiving intensive care.** Arch Dis Child. 1997.

TAVARES, O. M.; DUARTE, J. P.; WERNECK, A. O.; COSTA, D. C.; SOUSA-E-SILVA, P.; MARTINHO, D.; LUZ, L. G. O.; MOROUÇO, P.; VALENTE-DOS-SANTOS, J.; SOLES-GONÇALVES, R.; CONDE, J.; CASANOVA, J. M.; COELHO-E-SILVA, M. J. **Body composition, strength static and isokinetic, and bone health: comparative study between active adults and amateur soccer players.** Einstein (São Paulo), São Paulo, v. 17, n. 3, 2019.

TEIXEIRA, J. A. A.; MAGOSSO R. F.; PIRES, C. M. R.; TEIXEIRA, K. K. L.; BALDISSERA, V.; PEREZ, S. E. A. **Determinação dos níveis de aptidão física para indivíduos treinados e destreinados a partir do Índice de Força Máxima Relativa (IFMR).** Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, 2019. v.13. n.82. p.182-188.

TOMELERI, C. M.; CAVAGLIERI, C. R., DE SOUZA, M. F.; CAVALCANTE, E. F.; ANTUNES, M.; NABBUCO, H. C. G.; VENTURINI, D.; BARBOSA, D. S.; SILVA, A. M.; CYRINO, E. S. **Phase angle is related with inflammatory and oxidative stress biomarkers in older women.** Experimental Gerontology, 2018.

UTHEIM, T. P. Why Test BCG in Sjögren's Syndrome? *In*: FAUSTMAN, D. **The Value of BCG and TNF in Autoimmunity.** Academic Press, 2014. cap. 7, p. 105-125

VAN AGGEL-LEIJSSSEN, D. P.; SARIS, W. H.; WAGENMAKERS, A. J.; SENDEN, J.M.; VAN BAAK, M. A. **Effect of exercise training at different intensities on fat metabolism of obese men.** J Appl Physiol, v. 92, p. 1300-1309, 2002.

WHO. **Global Recommendations on Physical Activity for Health.** Geneva; 2011.

ZAGATTO, A. M.; BECK, W. R.; GOBATTO, C. A. **Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances.** J Strength Cond Res 23(6): 1820–1827, 2009

ZHANG, H. X.; WU, C; ZHANG, C.; DUAN, Z. **A bioelectrical impedance phase angle measuring system for assessment of nutritional status.** Biomed Mater Eng 2014; 24: 3657– 3664.

ZHANG, J.-M.; AN, J. **Cytokines, Inflammation, and Pain.** International Anesthesiology Clinics, 45(2), 27–37, 2007.

ZOCCALI C.; BENEDETTO, F. A.; MALLAMACI, F.; TRIPEPI, G.; FERMO, I.; FOCÀ, A.; PARONI, R.; MALATINO, L. S. **Inflammation is associated with carotid atherosclerosis in dialysis patients.** Creed investigators. Cardiovascular Risk Extended Evaluation in Dialysis Patients. J Hypertens, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Boxplots de medidas de tendências centrais das variáveis nos grupos

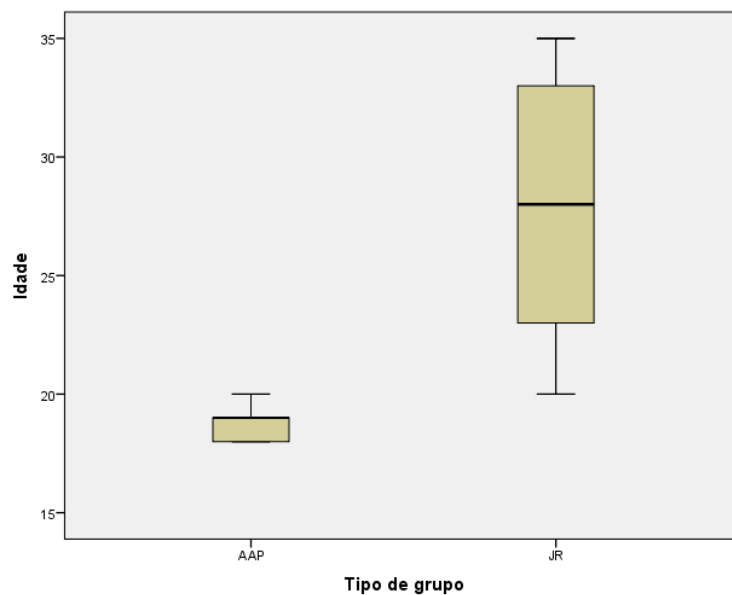
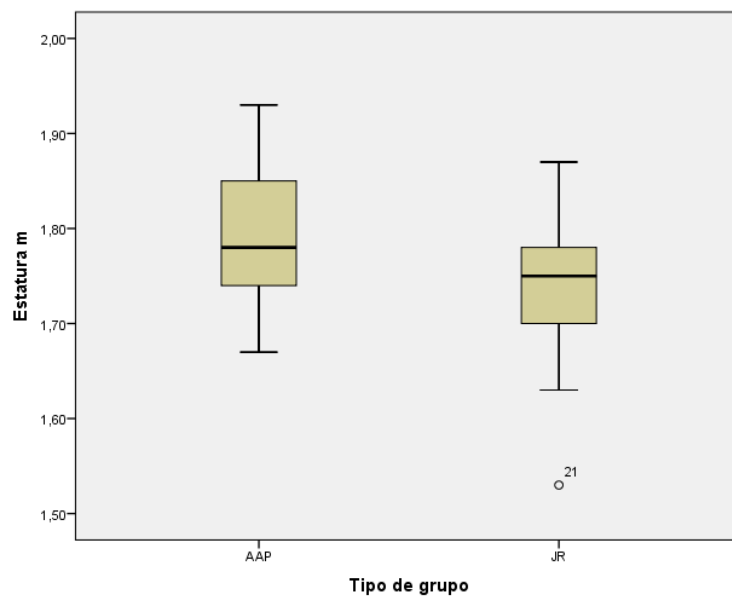
Figura 6 - Boxplot de medidas lineares – Idade**Figura 7 - Boxplot de medidas lineares – Estatura**

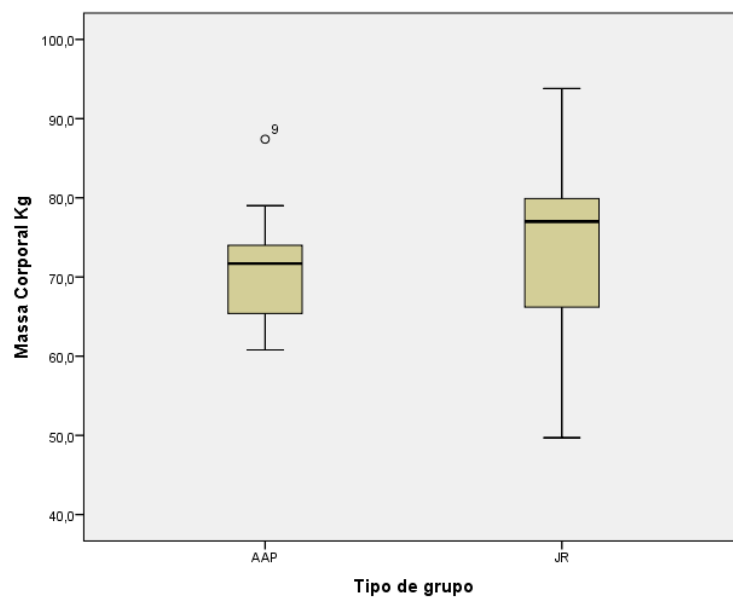
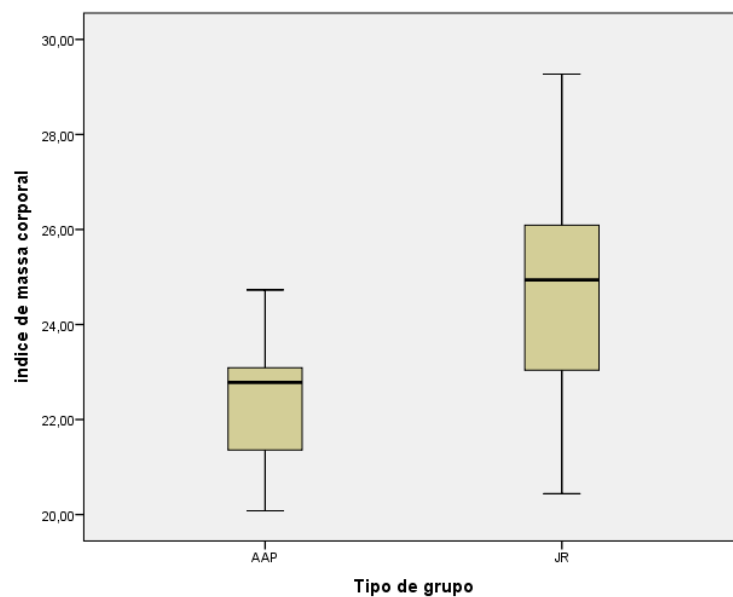
Figura 8 - Boxplot de medidas lineares – Massa Corporal**Figura 9 - Boxplot de medidas lineares – Índice de Massa Corporal**

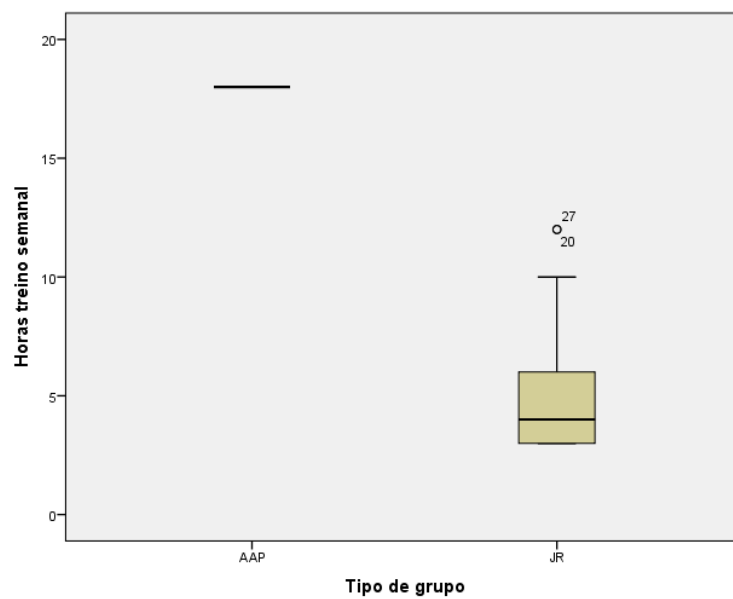
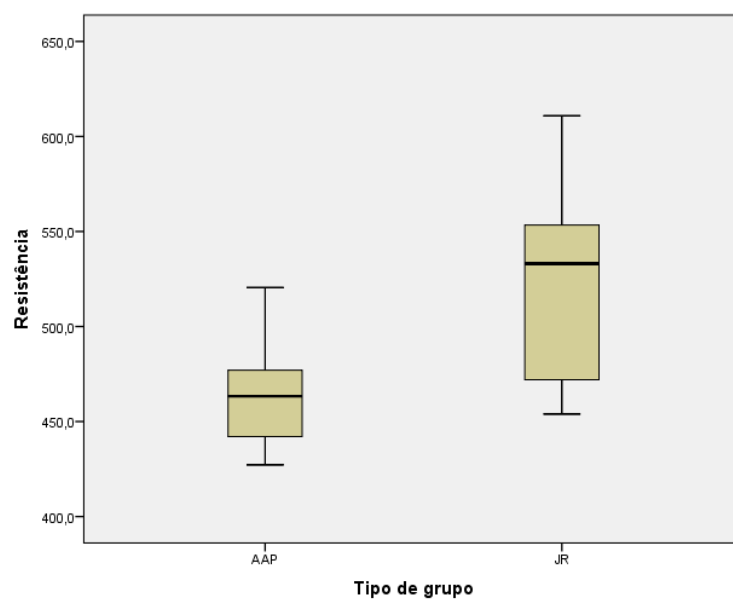
Figura 10 - Boxplot de medidas lineares – Horas treino semanal**Figura 11** - Boxplot de medidas lineares – Resistência

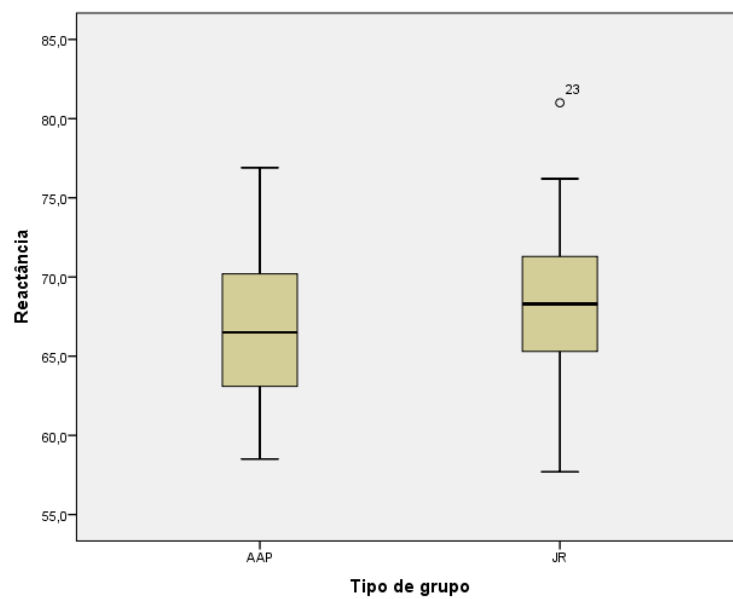
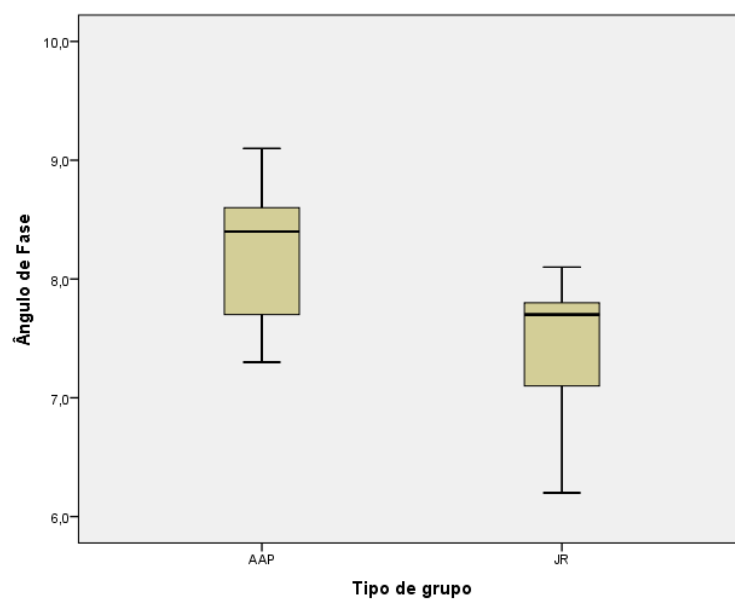
Figura 12 - Boxplot de medidas lineares – Reactância**Figura 13 - Boxplot de medidas lineares – Ângulo de Fase**

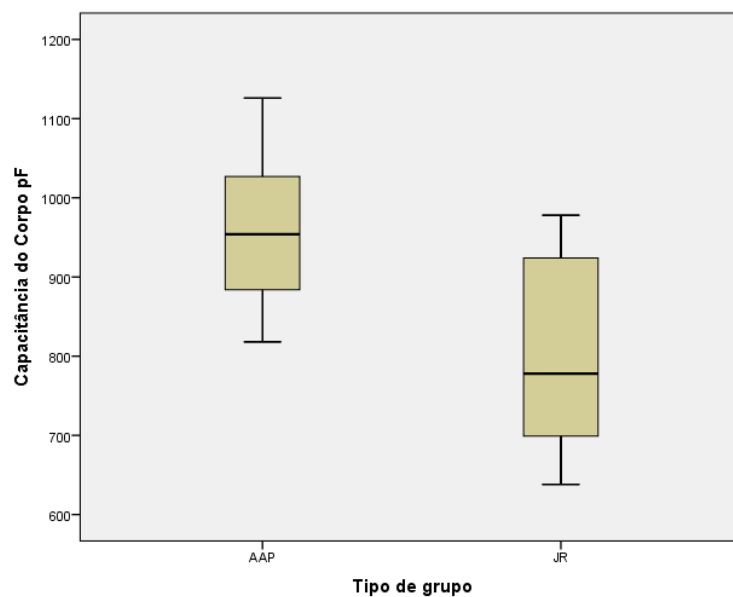
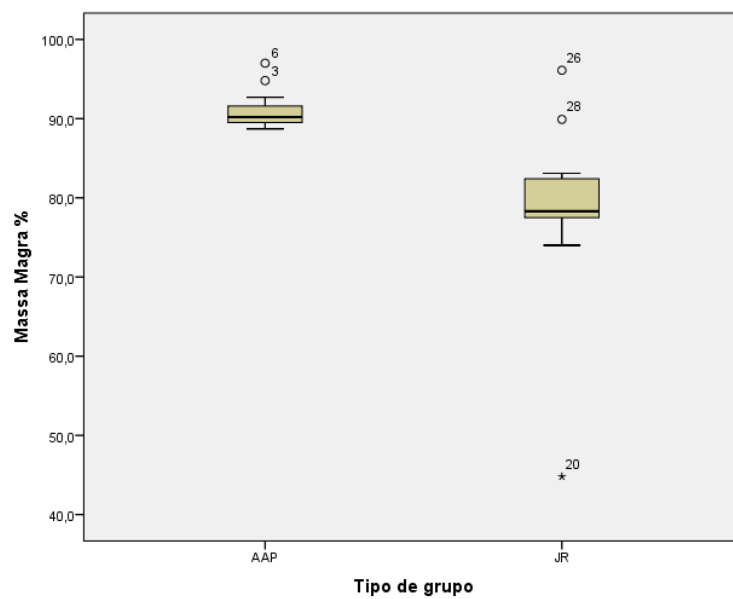
Figura 14 - Boxplot de medidas lineares – Capacitância do Corpo**Figura 15 - Boxplot de medidas lineares – % Massa Magra**

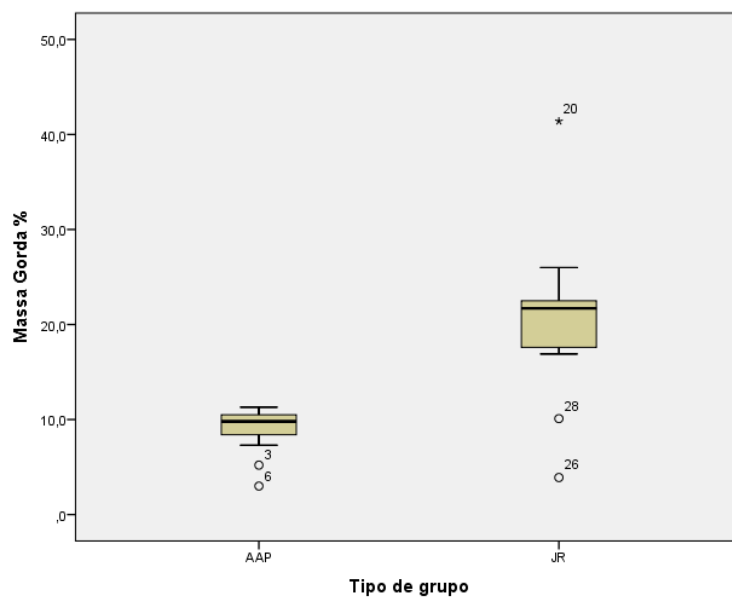
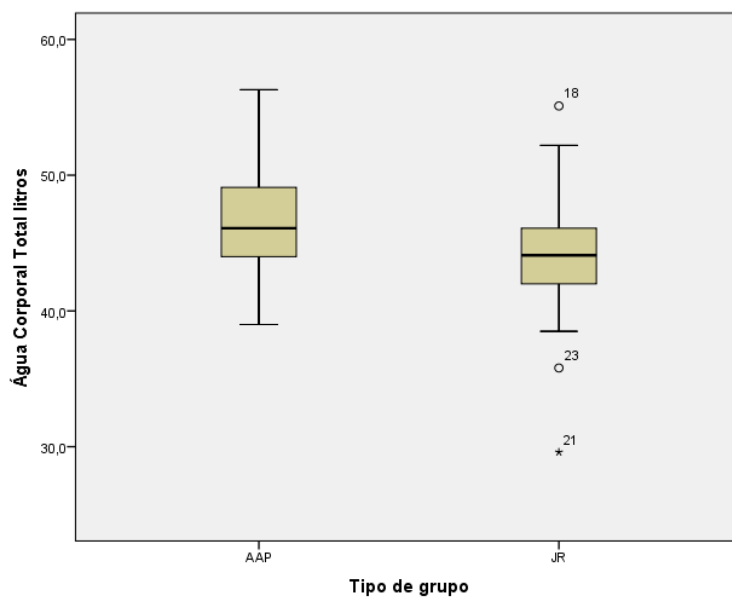
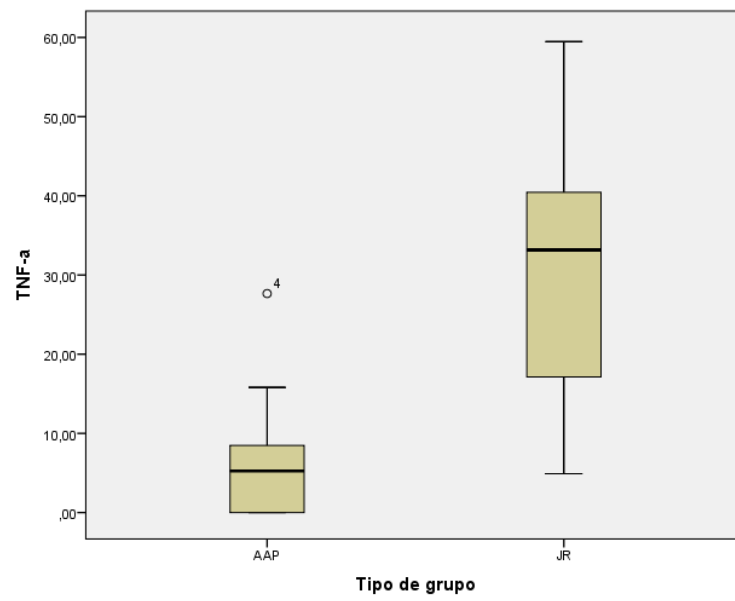
Figura 16 - Boxplot de medidas lineares – % Massa Gorda**Figura 17 - Boxplot de medidas lineares – Água Corporal Total**

Figura 18 - Boxplot de medidas lineares – TNF- α 

APÊNDICE B

Gráficos de Dispersão Simples entre AF e demais variáveis

Figura 19 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por idade - tipo de grupo AAP

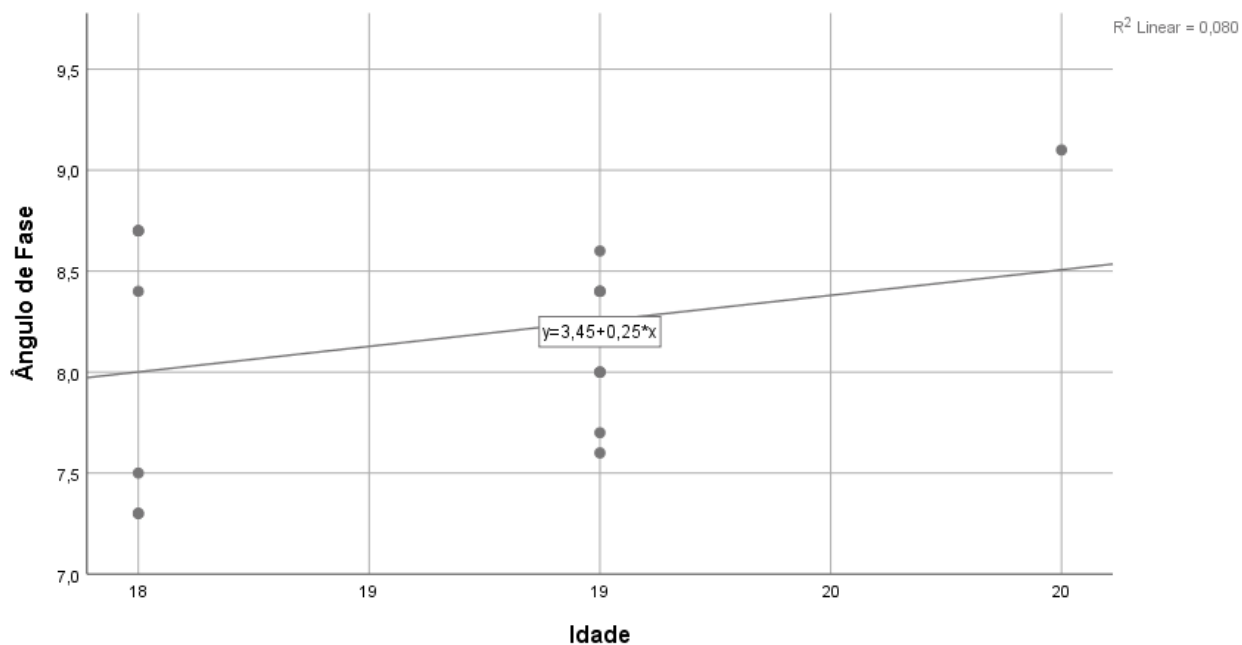


Figura 20 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por idade – tipo de grupo JR

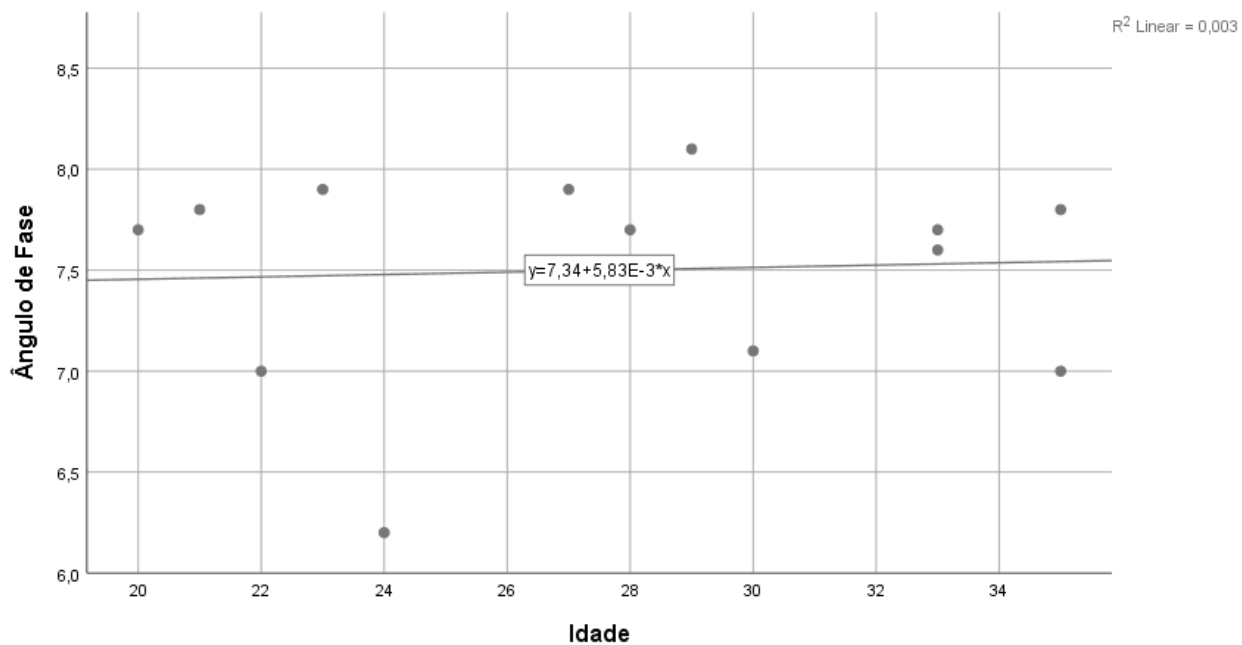


Figura 21 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por estatura m - tipo de grupo AAP

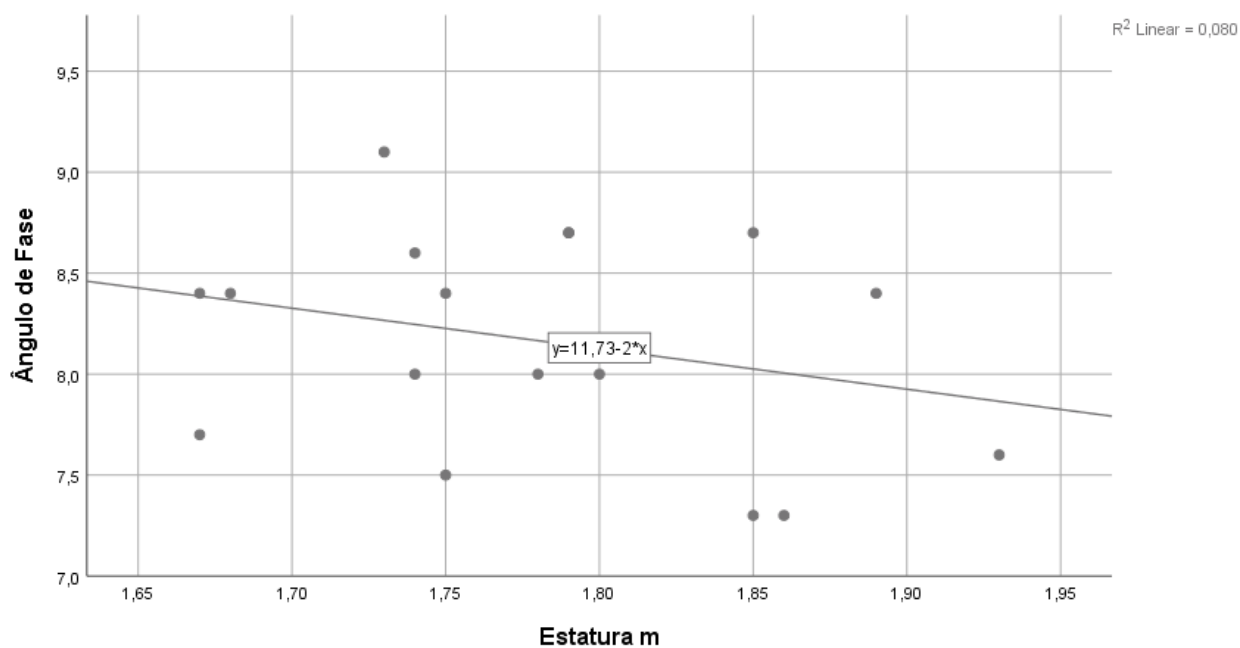


Figura 22 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por estatura m – tipo de grupo JR

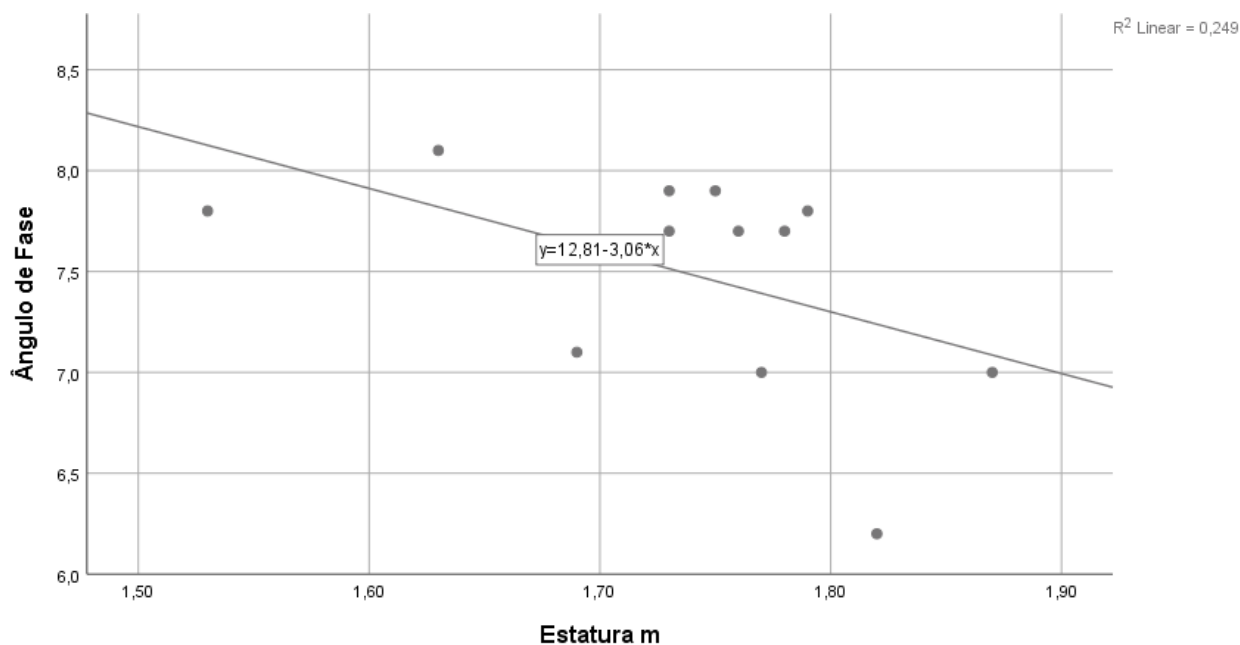


Figura 23 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por massa corporal Kg – tipo de grupo AAP

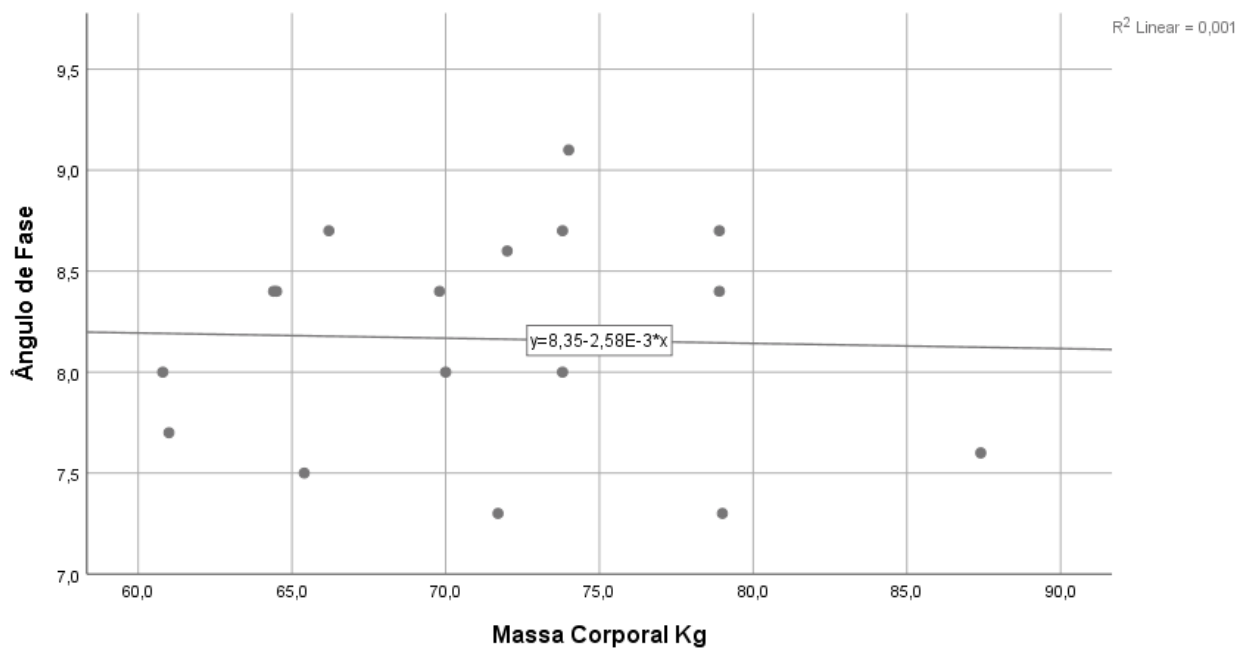


Figura 24 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por massa corporal Kg – tipo de grupo JR

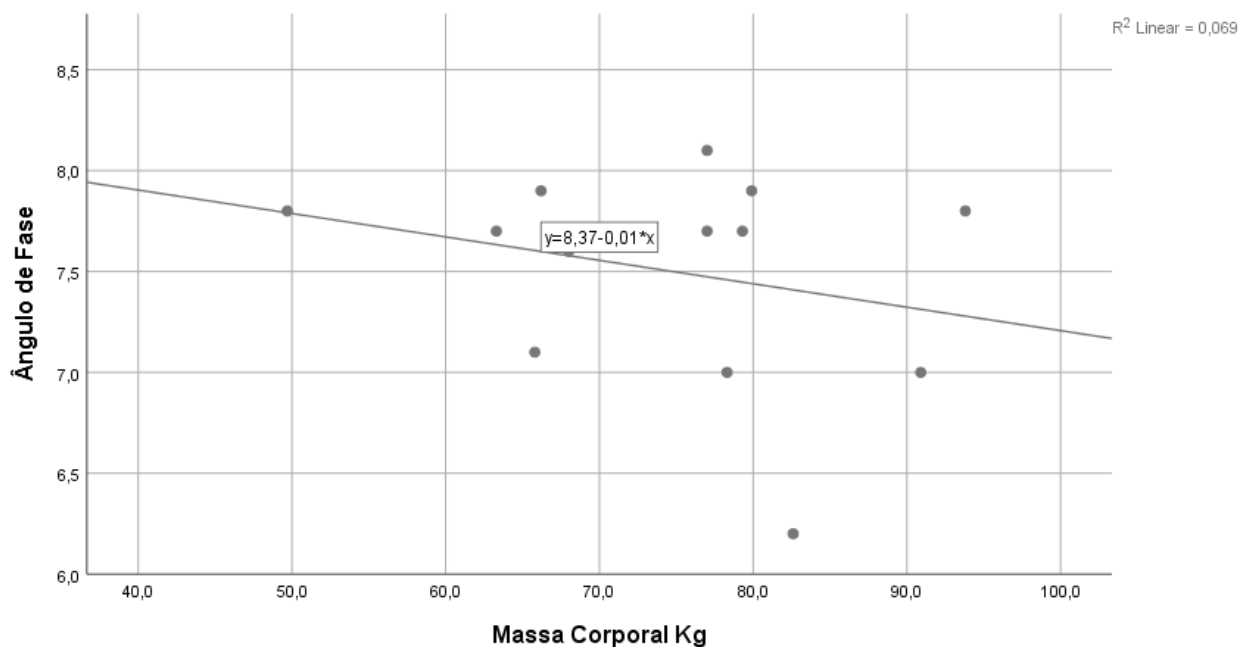


Figura 25 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase índice de massa corporal – tipo de grupo AAP

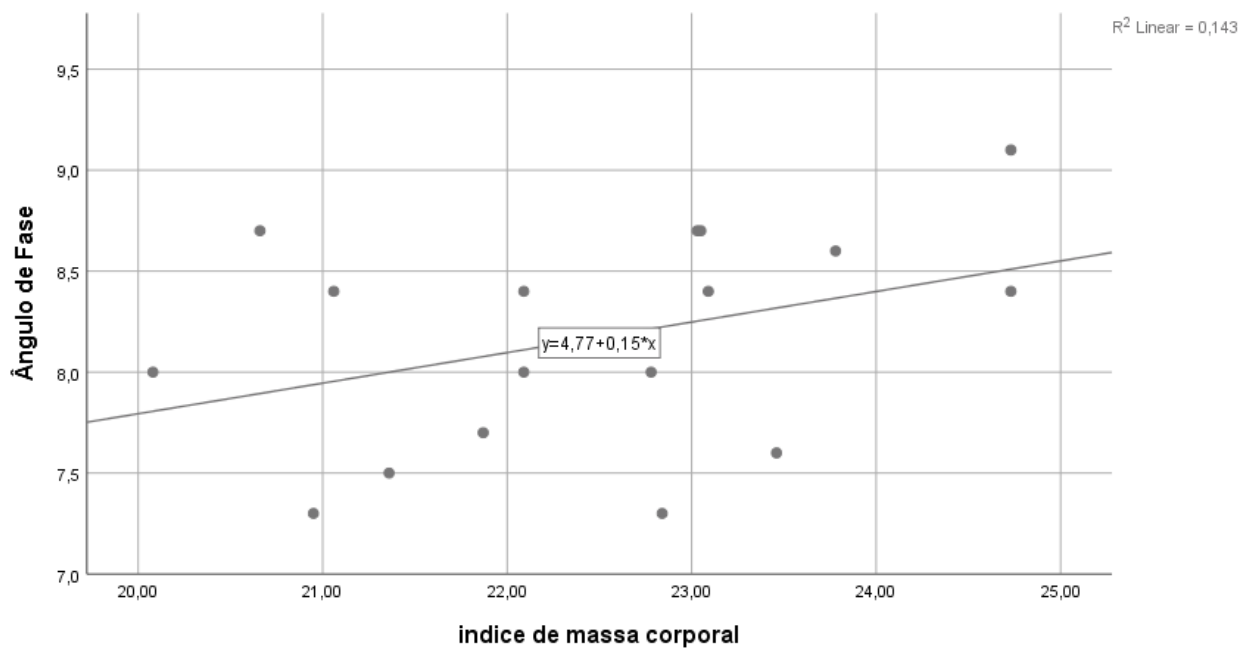


Figura 26 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase índice de massa corporal – tipo de grupo JR

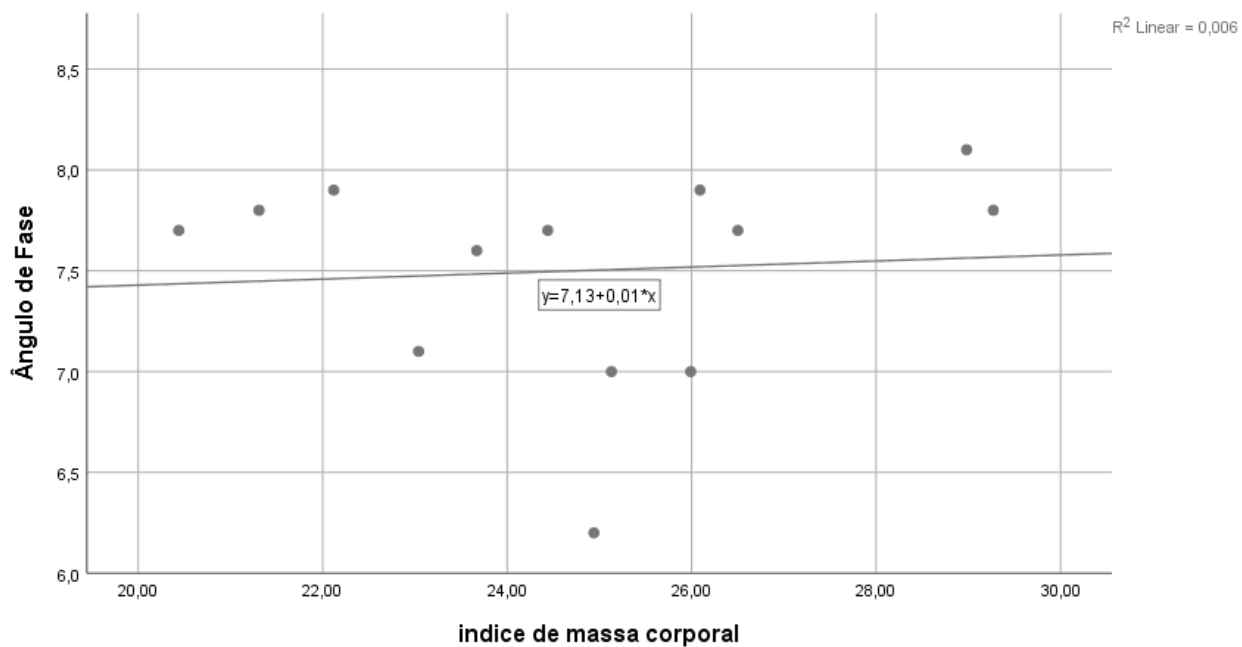


Figura 27 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por resistência – tipo de grupo AAP

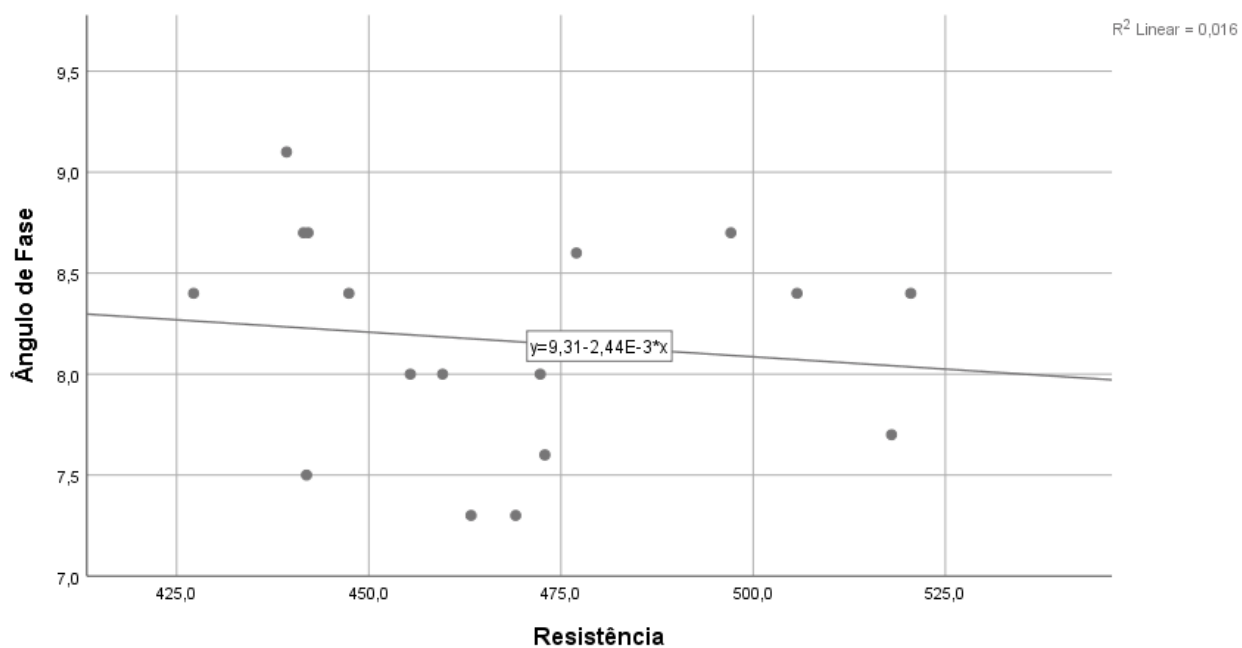


Figura 28 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por resistência – tipo de grupo JR

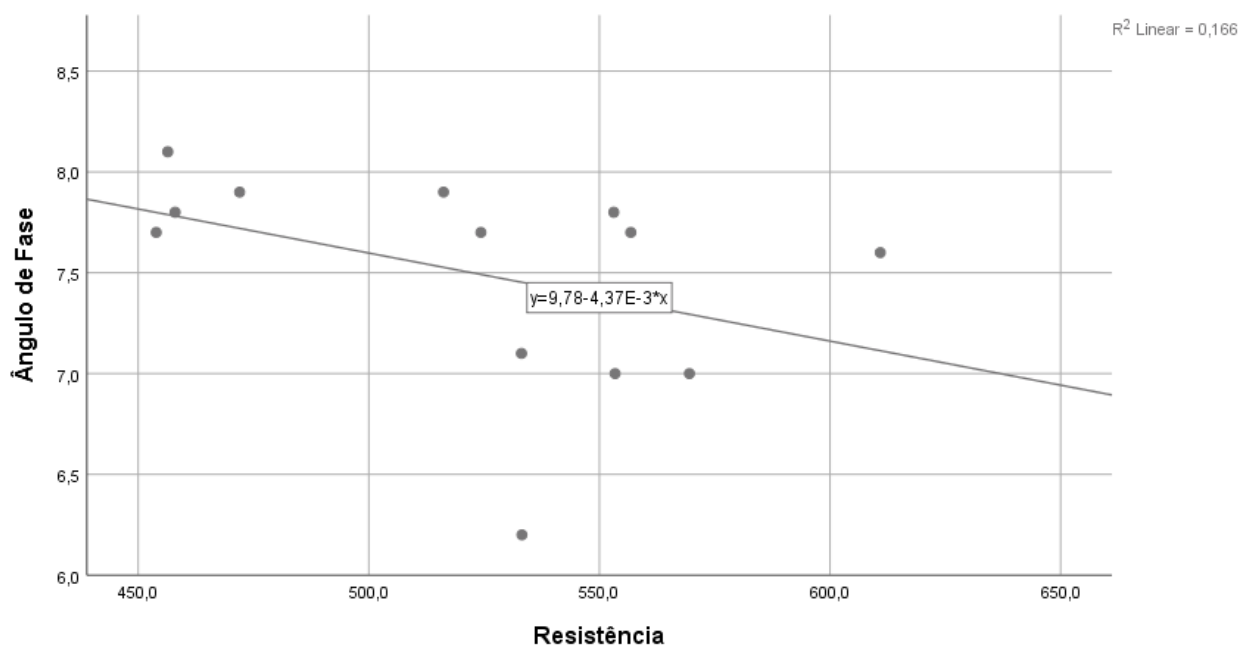


Figura 29 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por reactância – tipo de grupo AAP

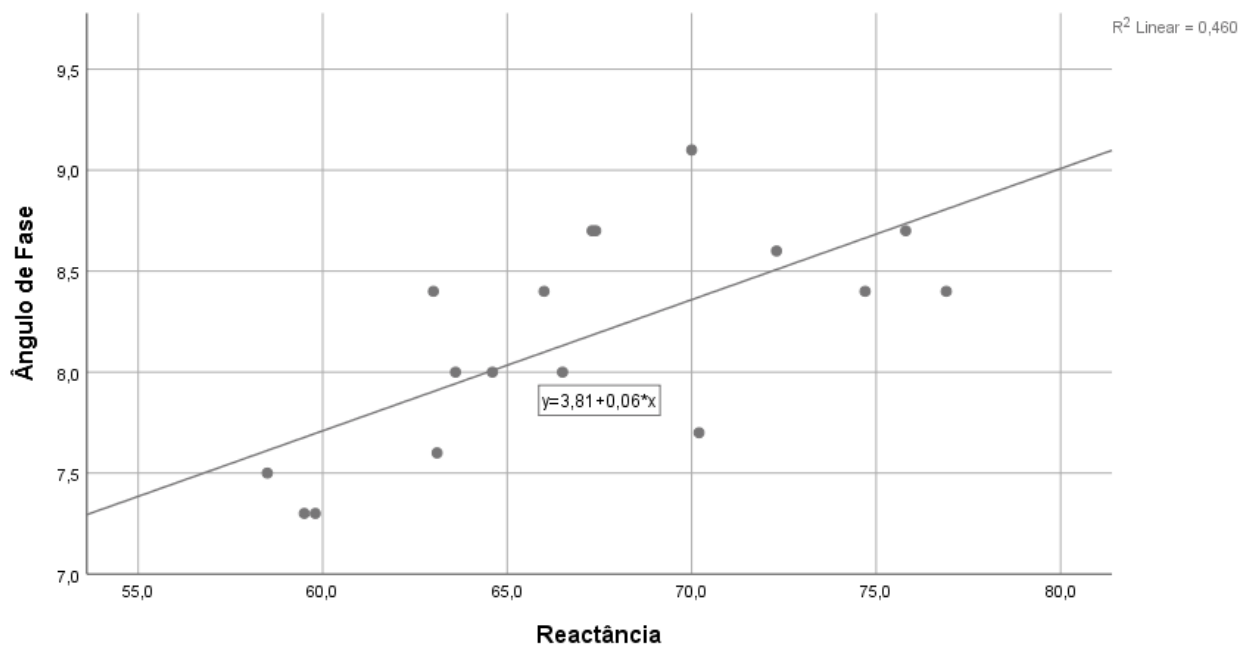


Figura 30 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por reactância – tipo de grupo JR

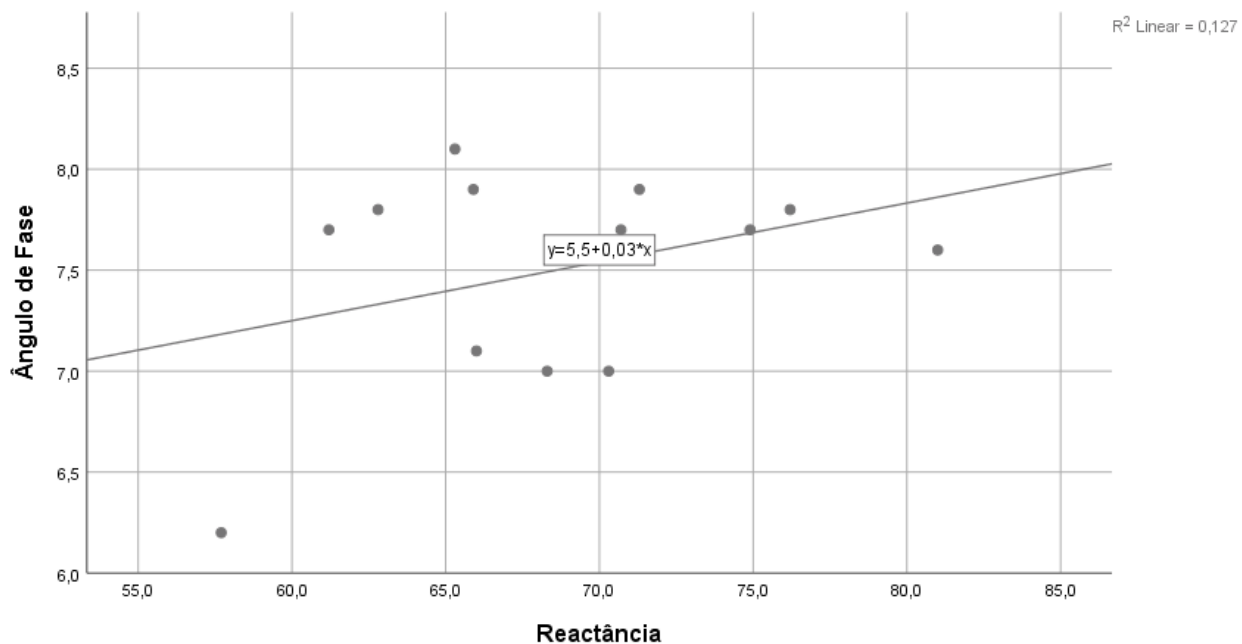


Figura 31 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Capacitância do Corpo pF – tipo de grupo AAP

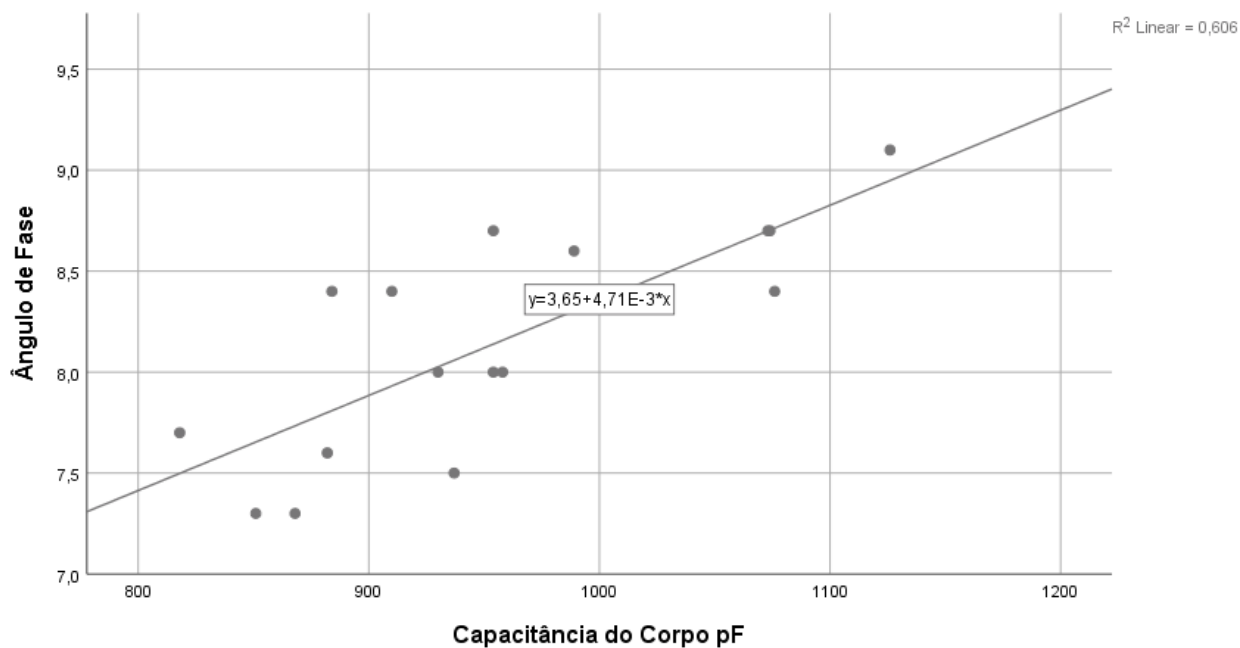


Figura 32 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Capacitância do Corpo pF – tipo de grupo JR

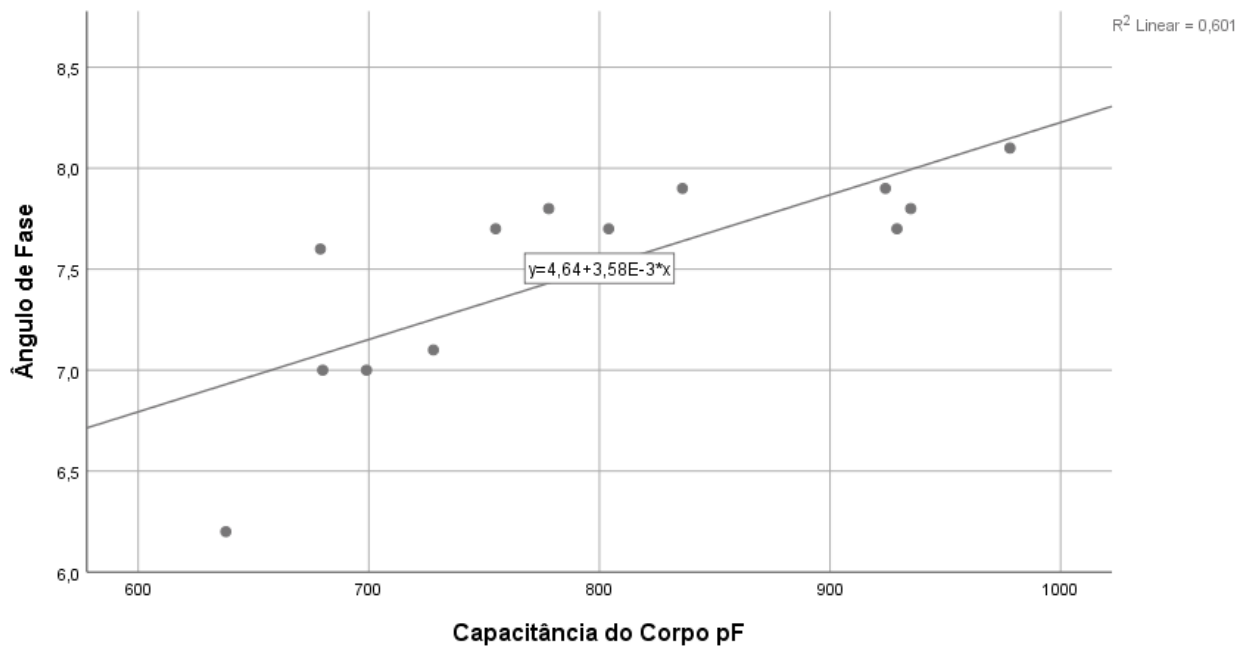


Figura 33 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Massa Magra % - tipo de grupo AAP

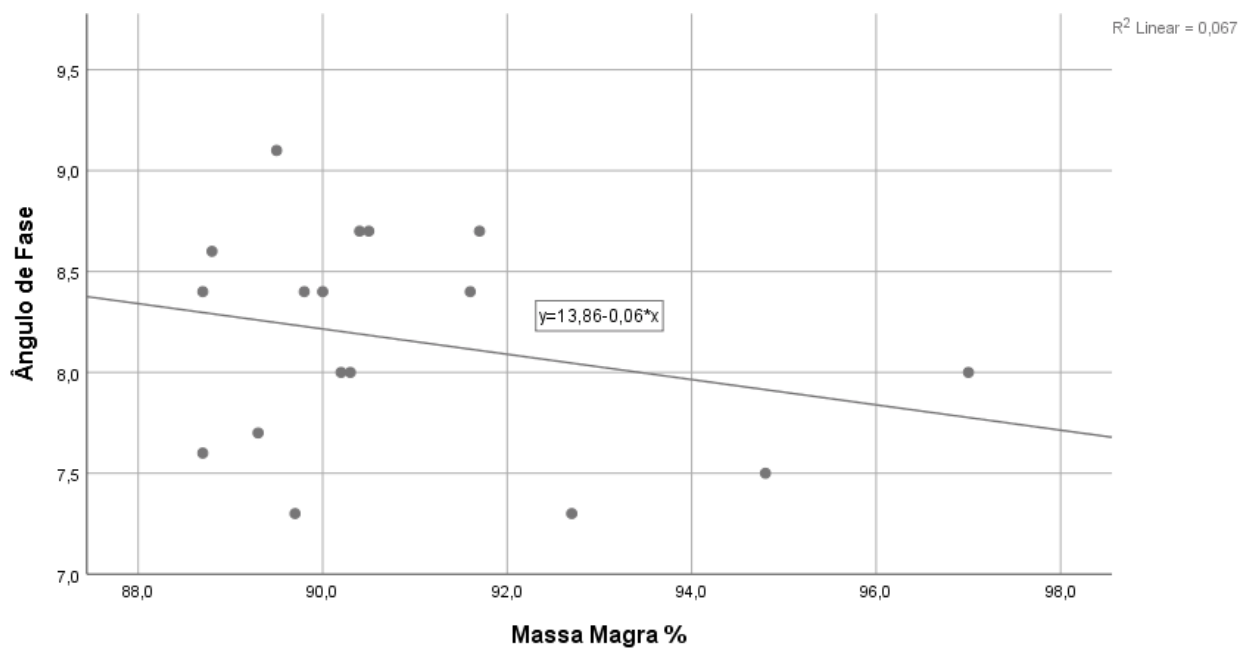


Figura 34 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Massa Magra % - tipo de grupo JR

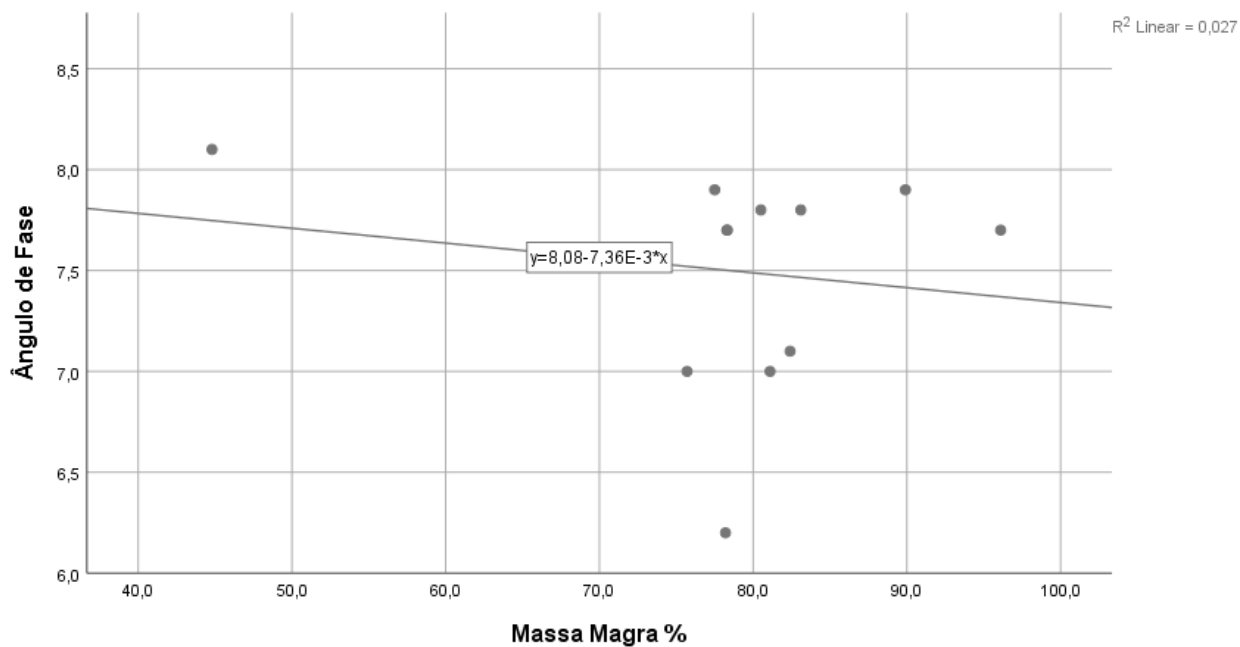


Figura 35 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Massa Gorda % - tipo de grupo AAP

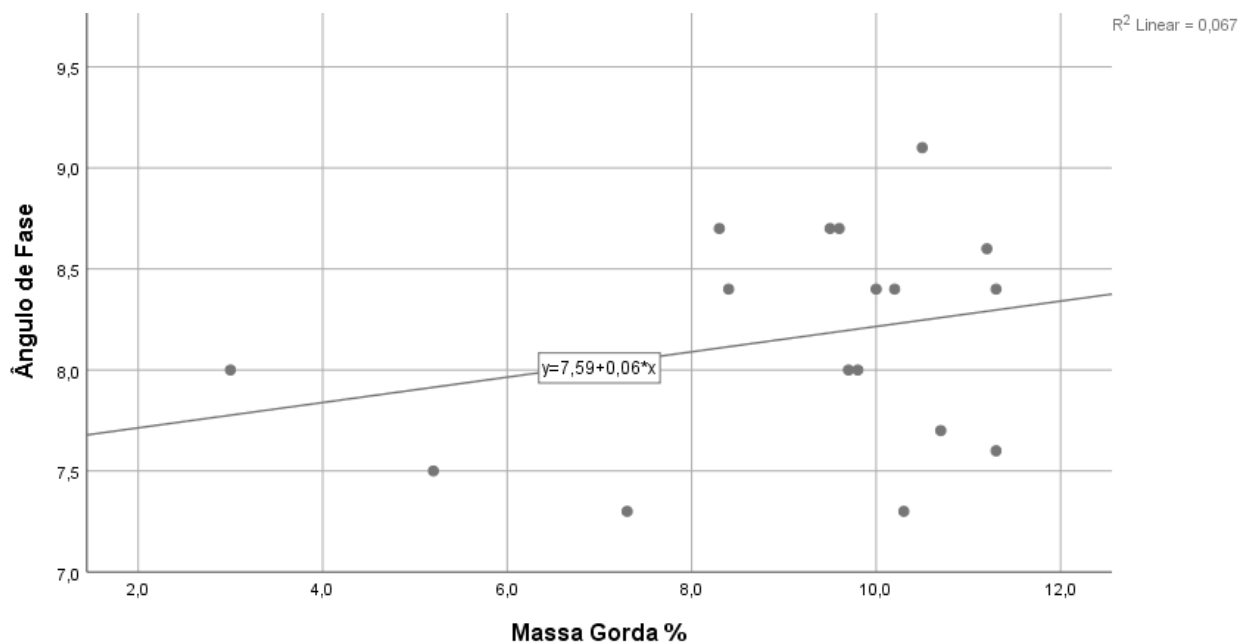


Figura 36 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Massa Gorda % - tipo de grupo JR

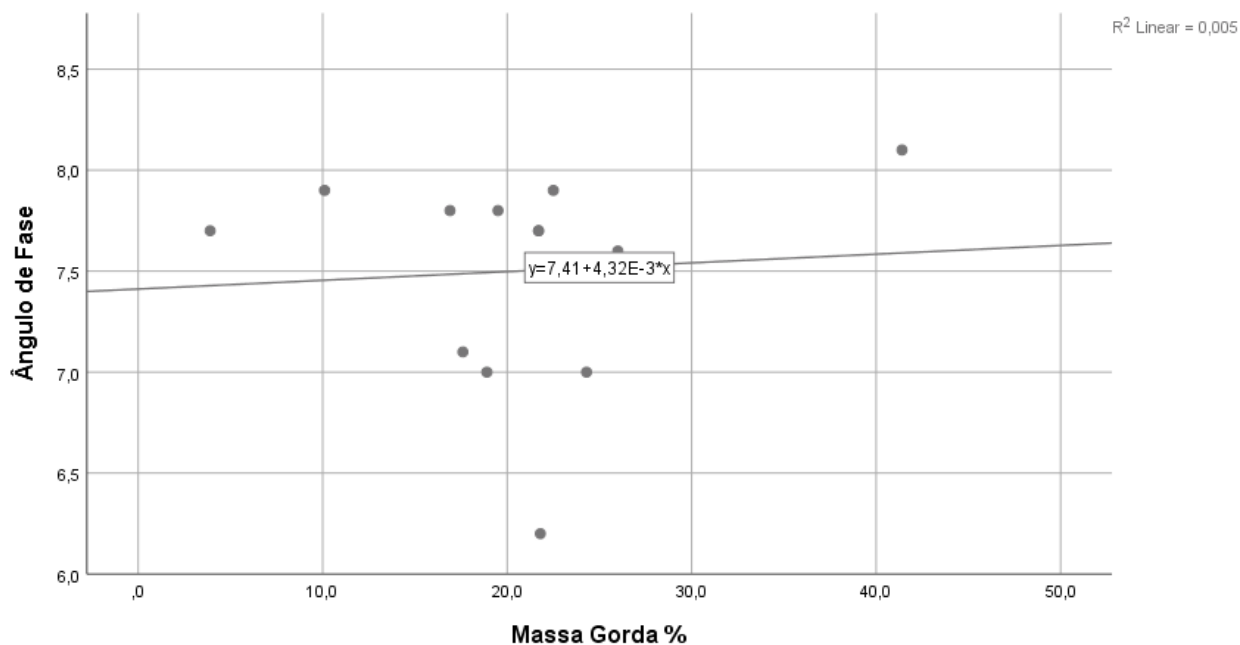


Figura 37 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Água Corporal Total litros - tipo de grupo AAP

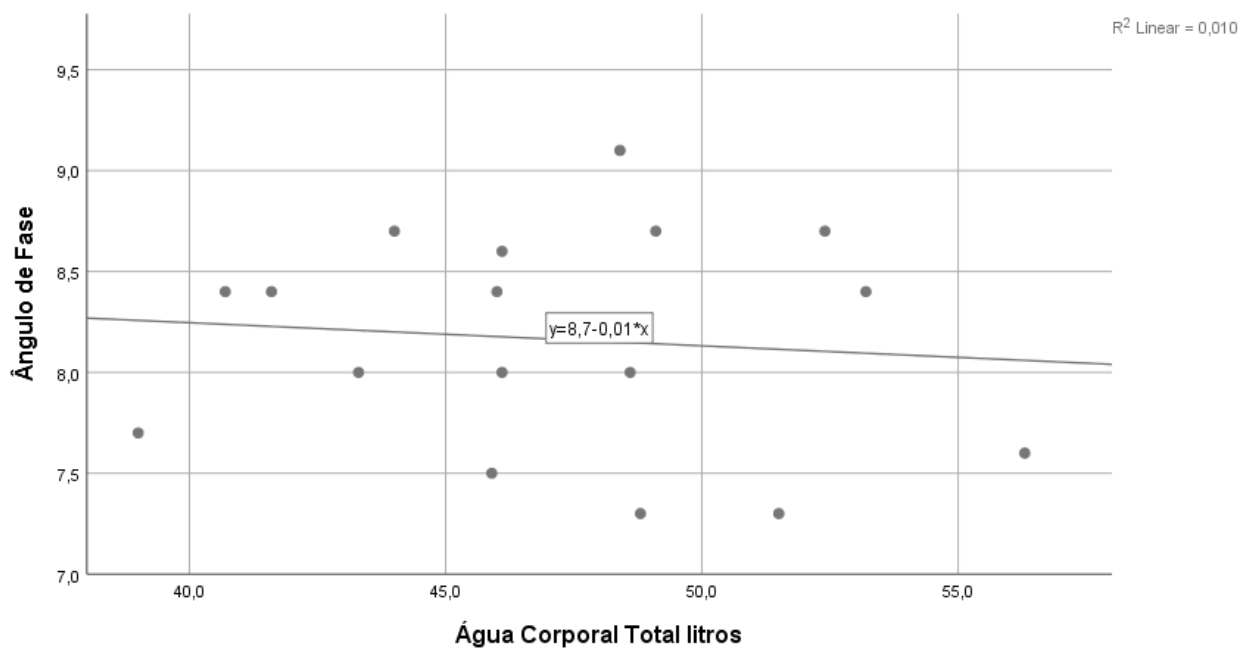


Figura 38 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Água Corporal Total litros - tipo de grupo JR

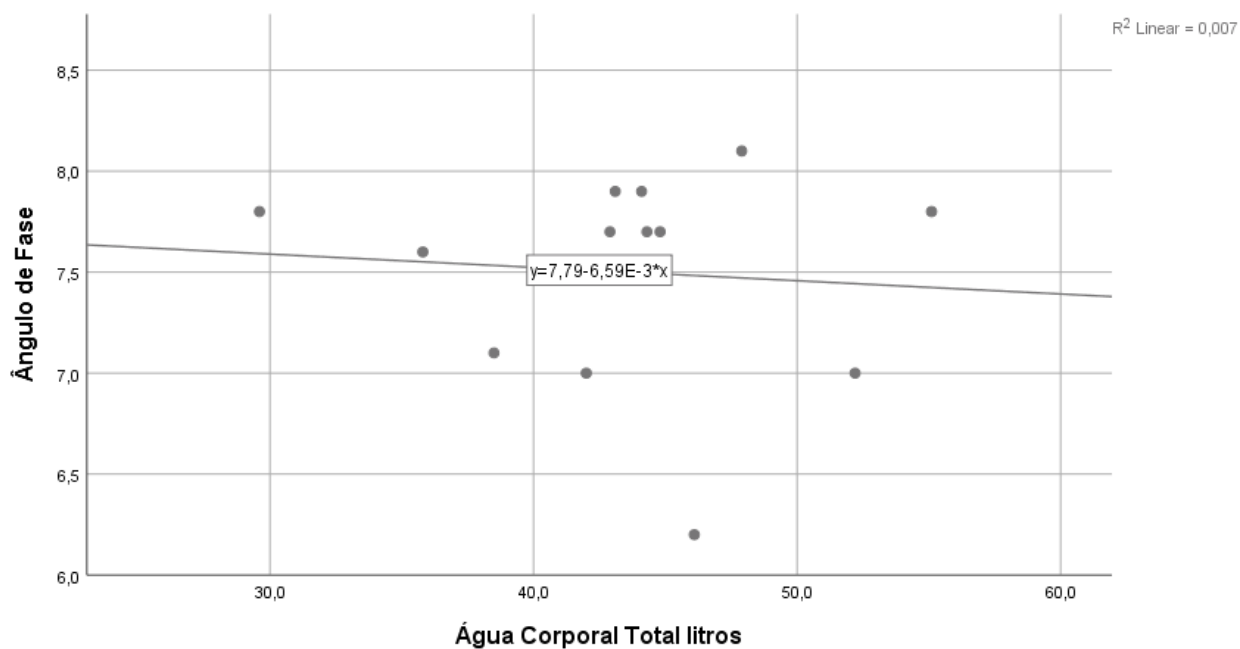


Figura 39 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por TNF-a - tipo de grupo

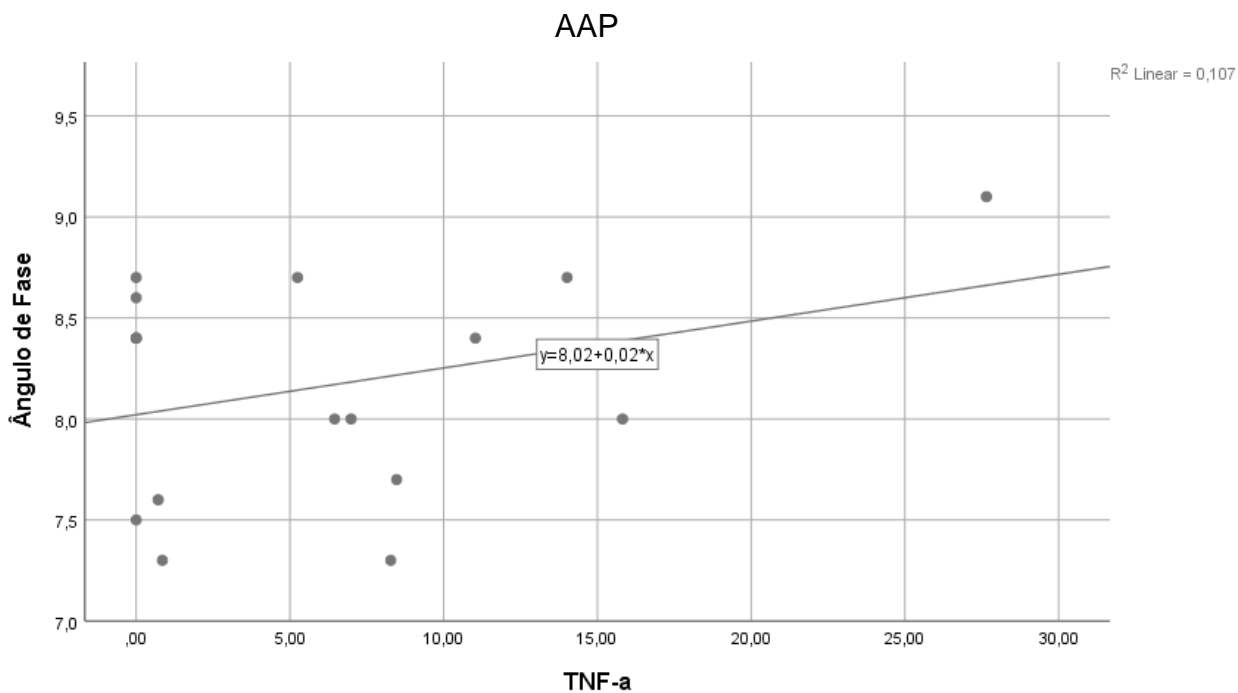


Figura 40 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por TNF-a - tipo de grupo JR

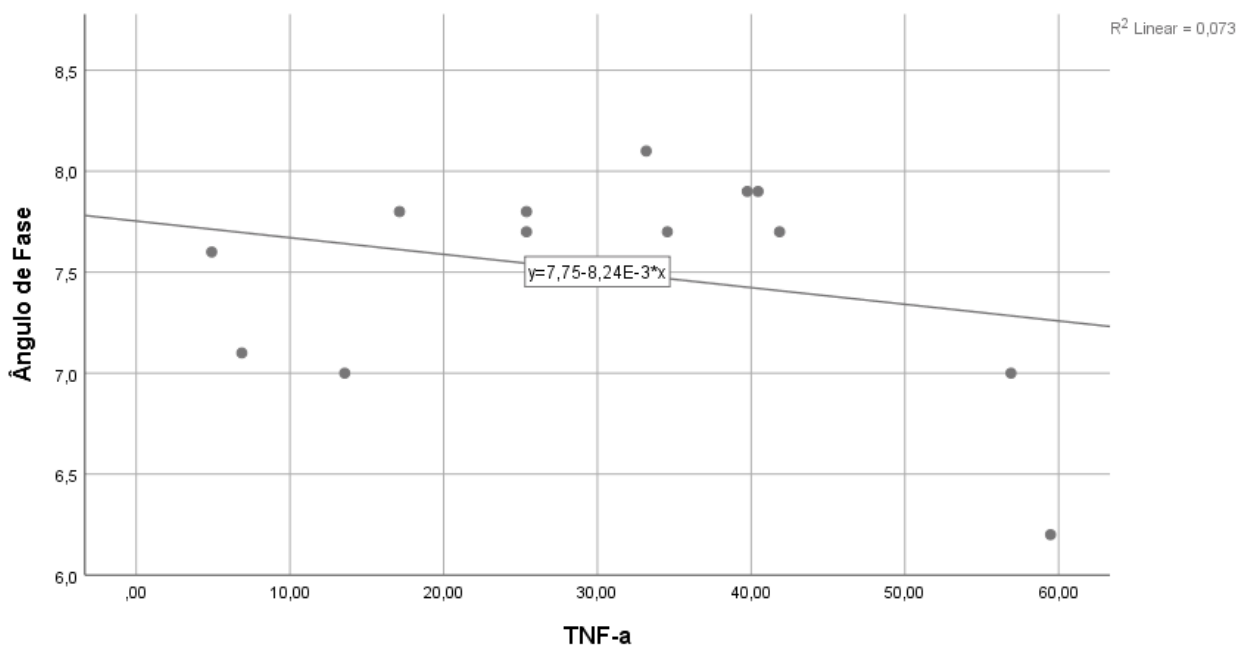
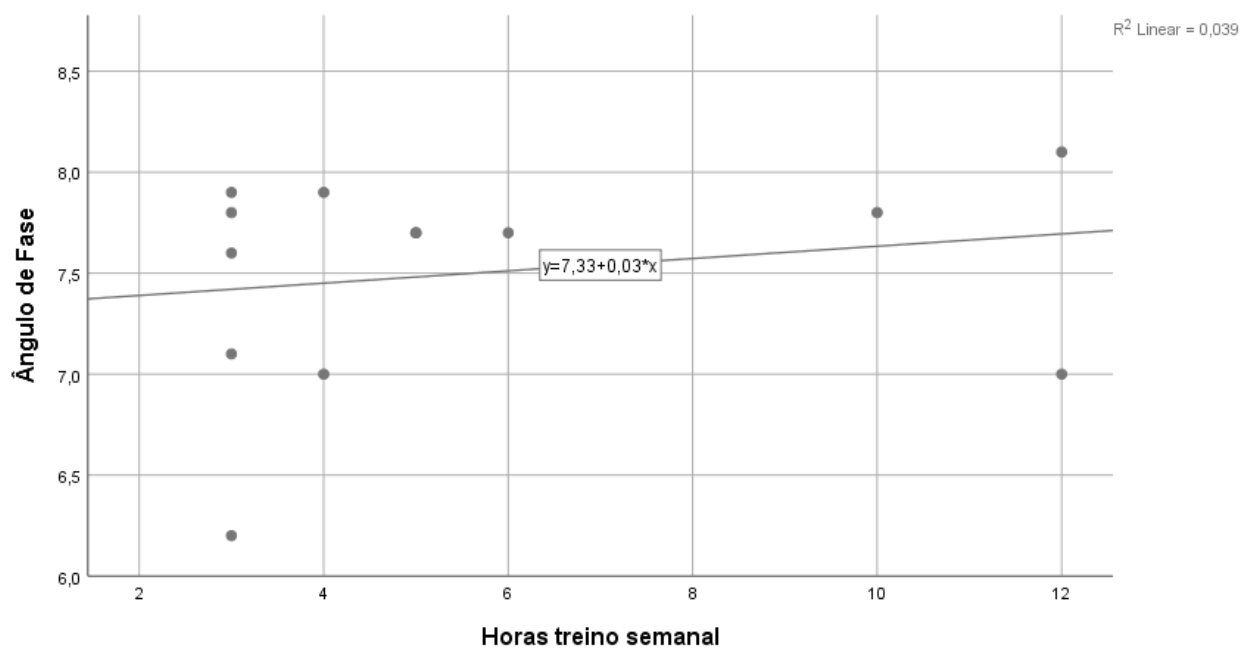


Figura 41 - Gráfico disperso simples de ângulo de fase por Horas Treino Semanal - tipo de grupo JR



APÊNDICE C

Gráficos complementares de Concordância de Bland-Altman

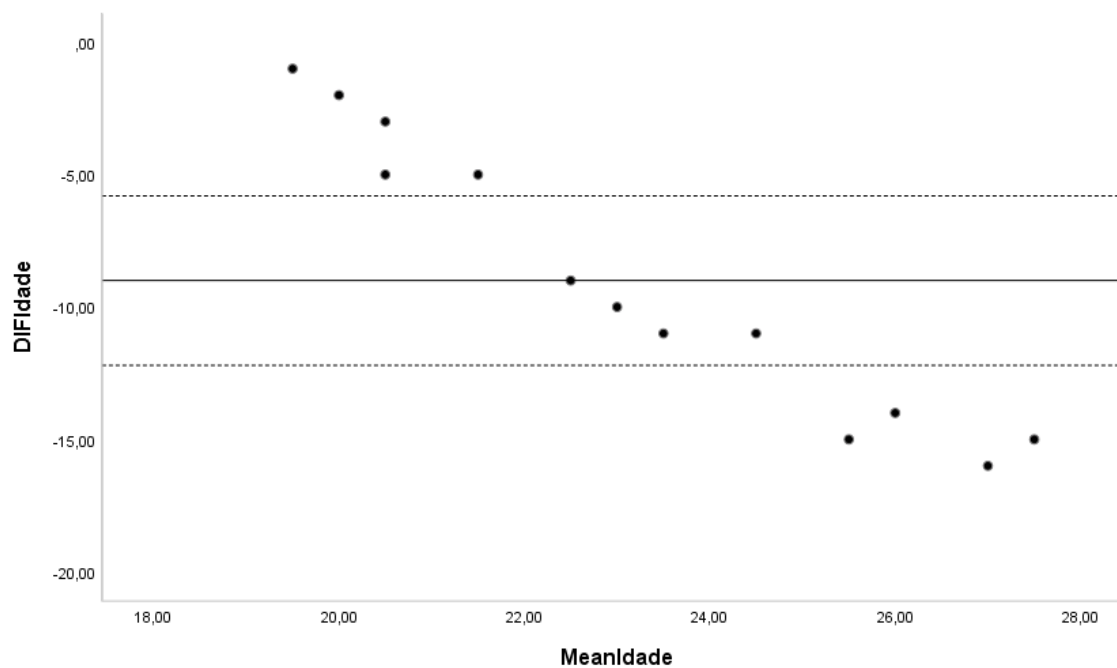
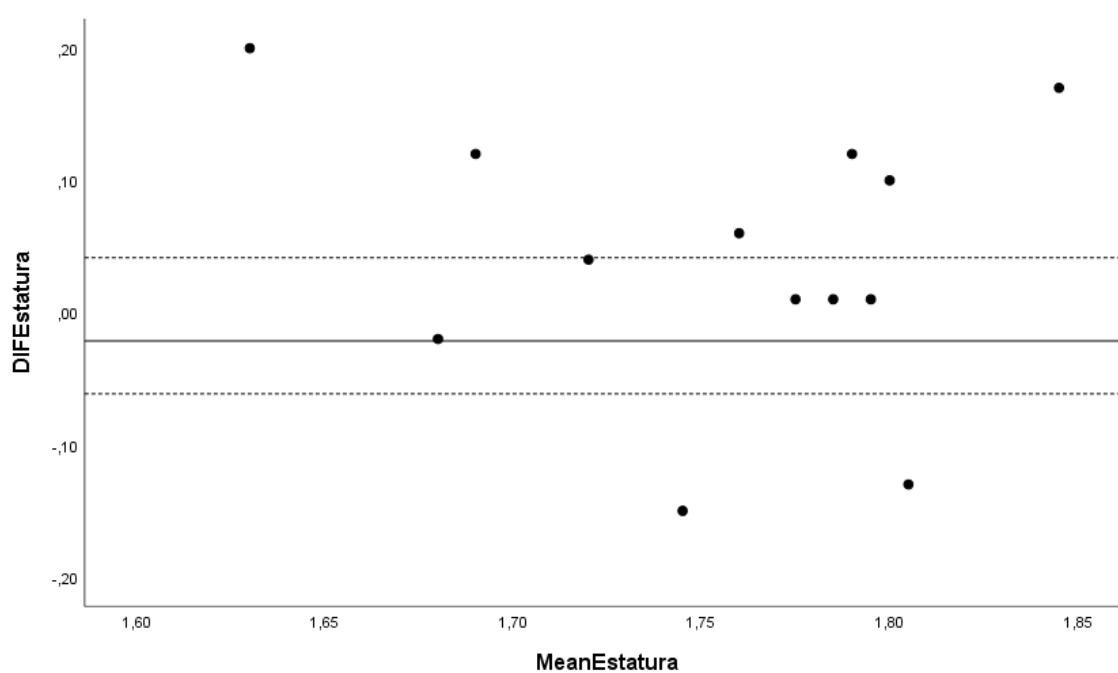
Figura 42 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Idade**Figura 43** - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável E

Figura 44 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Horas treino semanal

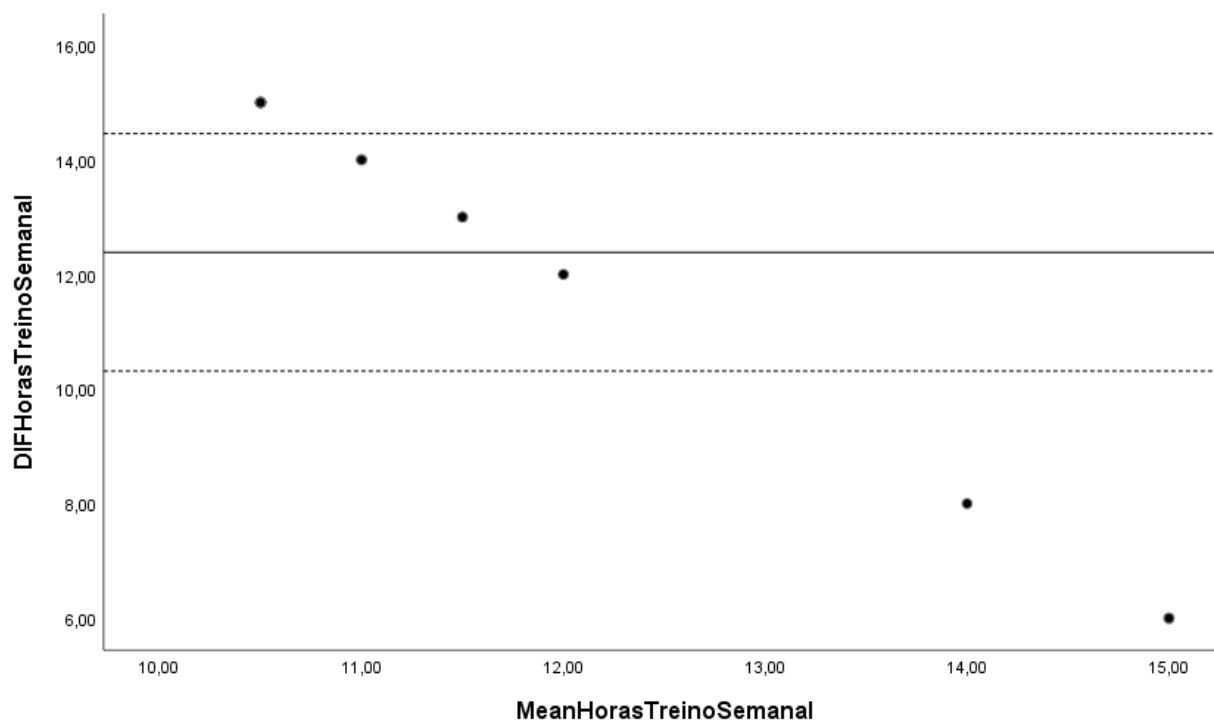


Figura 45 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Capacitância do Corpo

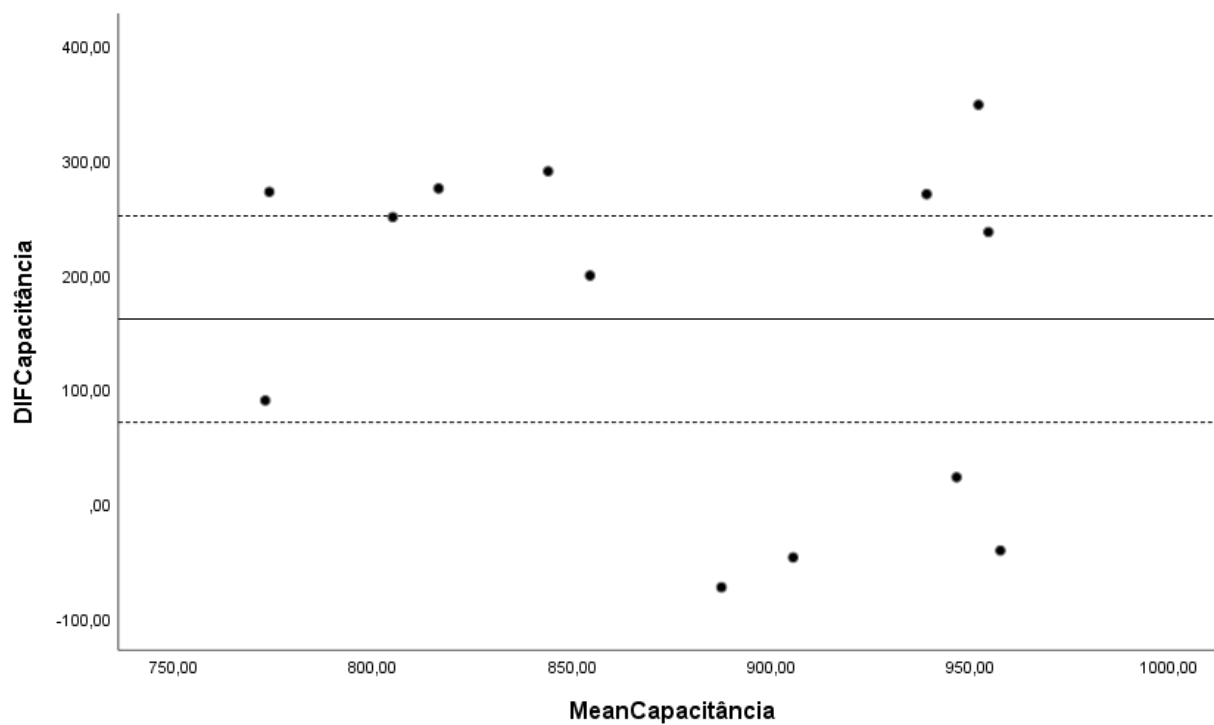
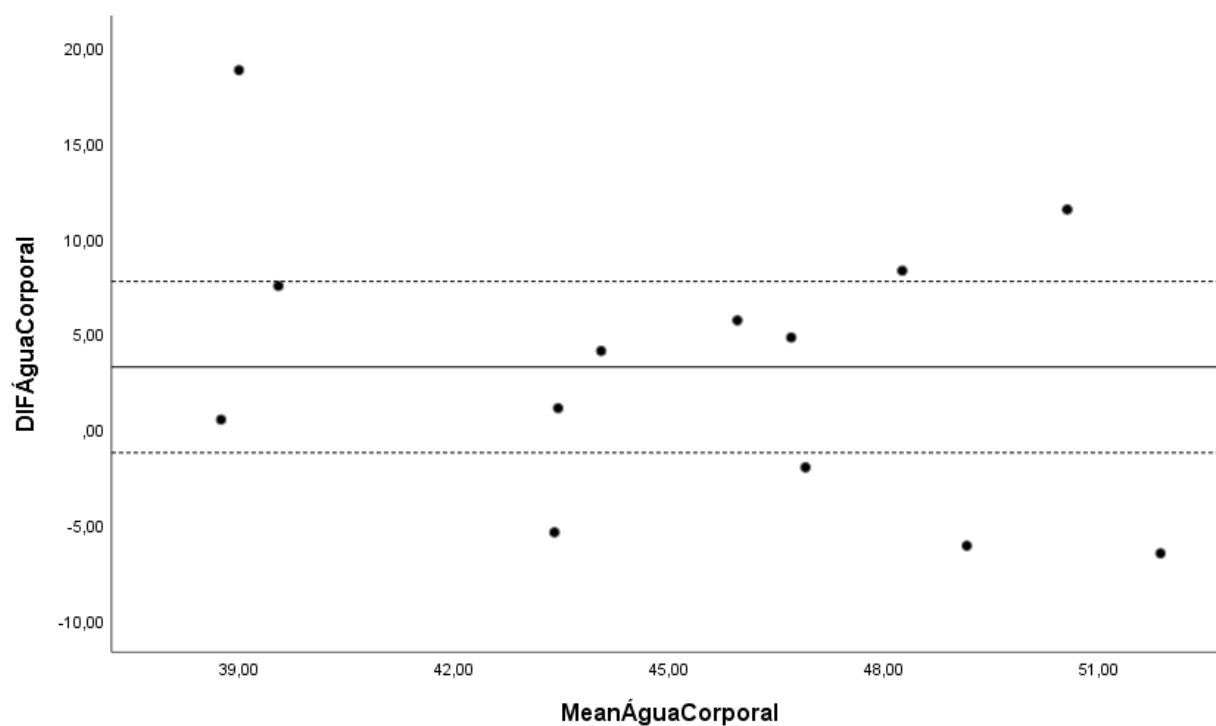


Figura 46 - Gráfico de Teste de Concordância de Bland-Altman entre os grupos para variável Água Corporal Total



APÊNDICE D

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL, MARCADORES INFLAMATÓRIOS, POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES E ÂNGULO DE FASE EM ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE E HOMENS FISICAMENTE ATIVOS”

Prezado treinador ou participante:

Gostaríamos de te convidar para participar da pesquisa “RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL, MARCADORES INFLAMATÓRIOS, POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES E ÂNGULO DE FASE EM ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE E HOMENS FISICAMENTE ATIVOS”.

Estaremos em três pontos de coletas, sendo: a) na academia Edge, em Londrina/Pr; b) na Chácara da Receita Associação dos Funcionários Fiscais do Estado do Paraná, em Cambé/Pr; c) no estádio Vitorino Gonçalves Dias, em Londrina/PR. O local será escolhido de acordo com a sua fácil acessibilidade ao local e concordado com o participante previamente. A participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: o participante passará por uma bateria de testes, sendo: a) coleta de dados antropométricos de massa corporal e estatura; b) teste de bioimpedância; c) coleta de um tubo de 5ml de sangue; d) teste de saltos verticais, com três tipos de movimentos, sendo salto com contramovimento, squatjump e salto livre. Esclarecemos que a participação é totalmente voluntária, podendo o senhor recusar a participação, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e de uma possível necessidade de análise dos dados do atleta de seu clube, sendo tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade do avaliado.

Esclarecemos, ainda, que o participante não pagará e nem será remunerado por sua participação.

Por ser um estudo que tem em seu conteúdo a coleta sanguínea, os possíveis riscos são leves, tal como indisposição do sujeito, queda de pressão ou náusea. Entretanto, na equipe avaliadora haverá, entre os membros, pelo menos um profissional da área de Enfermagem, para possíveis primeiros socorros. No mais, todas as seringas, agulhas e luvas que serão utilizadas na coleta estarão lacradas e esterilizadas, sendo abertas apenas no momento do uso, e descartadas após o uso durante a bateria de testes como lixo hospitalar. Nos testes motores, os riscos são mínimos, visto que o esforço solicitado durante as realizações é

inferior aos que eles são submetidos nos treinamentos e atividades de lazer. Caso venha ocorrer algum desconforto, este será de origem muscular de grau leve. Mesmo assim, haverá um profissional da enfermagem e fisioterapia para primeiros socorros.

Os benefícios esperados são de contribuição com o feedback sobre a condição física dos atletas na etapa de treinamento pré-temporada; e conscientização da importância da constância de exercícios físicos durante a rotina do praticante fisicamente ativo. Quanto aos riscos em relação à participação nos testes, esses são minimizados pois nenhum dos testes requer esforços físicos superiores aos níveis de esforço que são submetidos durante treinamento ou mesmo no momento de competição ou prática. Todos os equipamentos de coleta sanguínea são lacrados, esterilizados e descartados após o uso.

Caso o senhor participante ou treinador tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá entrar em contato com o pesquisador, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone (43) 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao senhor.

Londrina, ____ de _____ de 2019.

Renan Luidgi Alves e Silva

Mestrando - UEL

Telefone: (43) 33377886 / (43) 996645354

E-mail: renan.luidgi@gmail.com

RG: 12371009-6

Eu _____, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

APÊNDICE E

Termo de Confidencialidade e Sigilo

Eu, Renan Luidgi Alves e Silva, **CPF nº** 092.551.129-37, abaixo firmado, assumo o compromisso de manter confidencialidade e sigilo sobre todas as informações técnicas e outras relacionadas ao projeto de pesquisa intitulado “**RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL, MARCADORES INFLAMATÓRIOS, POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES E ÂNGULO DE FASE EM ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE E HOMENS FISICAMENTE ATIVOS**”, a que tiver acesso nas dependências do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina.

Por este termo de confidencialidade e sigilo comprometo-me:

- 1.** A não utilizar as informações confidenciais a que tiver acesso, para gerar benefício próprio exclusivo e/ou unilateral, presente ou futuro, ou para o uso de terceiros;
- 2.** A não repassar o conhecimento das informações confidenciais, responsabilizando-me por todas as pessoas que vierem a ter acesso às informações, por meu intermédio, e obrigando-me, assim, a ressarcir a ocorrência de qualquer dano e / ou prejuízo oriundo de uma eventual quebra de sigilo das informações fornecidas.

Neste Termo, as seguintes expressões serão assim definidas:

Informação Confidencial significará toda informação revelada através da apresentação da tecnologia, a respeito de, ou, associada com a Avaliação, sob a forma escrita, verbal ou por quaisquer outros meios.

Informação Confidencial inclui, mas não se limita, à informação relativa às operações, processos, planos ou intenções, informações sobre produção, instalações, equipamentos, segredos de negócio, segredo de fábrica, dados, habilidades especializadas, projetos, métodos e metodologia, fluxogramas, especializações, componentes, fórmulas, produtos, amostras, diagramas, desenhos de esquema industrial, patentes, oportunidades de mercado e questões relativas a negócios revelados da tecnologia supra mencionada.

Avaliação significará todas e quaisquer discussões, conversações ou negociações entre, ou com as partes, de alguma forma relacionada ou associada com a apresentação dos itens “1 e 2”, acima mencionados.

Pelo não cumprimento do presente Termo de Confidencialidade e Sigilo, fica o abaixo assinado ciente de todas as sanções judiciais que poderão advir.

Londrina, __/__/2019.

Ass. _____

RENAN LUIDGI ALVES E SILVA

APÊNDICE F**Declaração de Concordância dos Serviços Envolvidos e/ou de Instituição Co-
Participante (I)**

Londrina, 01 de Março de 2019.

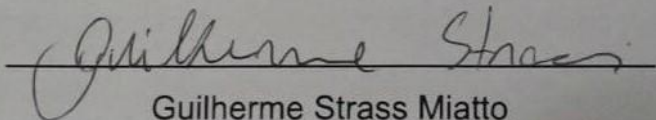
Ilma. Sra. Profa. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel
Cardelli Coordenadora do CEP/UEL

Senhora Coordenadora

Declaramos que nós, do Londrina Esporte Clube, estamos de acordo com a condução do projeto de pesquisa “RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL, MARCADORES INFLAMATÓRIOS, POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES E ÂNGULO DE FASE EM ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE E HOMENS FISICAMENTE ATIVOS” sob a responsabilidade do pesquisador “Renan Luidgi Alves e Silva”, no local de coletas designado para sua pesquisa, sendo no estádio Vitorino Gonçalves Dias, em Londrina/PR, tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, até o seu final em março de 2020.

Estamos cientes que as unidades de análise da pesquisa serão os jovens atletas de um clube de futebol junior que disputará o campeonato nacional da categoria, bem como de que o presente trabalho deve seguir a Resolução 466/2012 do CNS e complementares.

Atenciosamente,



Guilherme Strass Miatto
Preparador Físico do time sub20 do Londrina Esporte Clube

APÊNDICE G**Declaração de Concordância dos Serviços Envolvidos e/ou de Instituição Co-Participante (II)**

Londrina, 04 de Abril de 2019.

Ilma. Sra. Profa. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel
Cardelli Coordenadora do CEP/UEL

Senhora Coordenadora

Declaramos que nós, da SINDAFEP REGIONAL LONDRINA, estamos de acordo com a condução do projeto de pesquisa “RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL, MARCADORES INFLAMATÓRIOS, POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES E ÂNGULO DE FASE EM ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE E HOMENS FISICAMENTE ATIVOS” sob a responsabilidade do pesquisador “Renan Luidgi Alves e Silva”, no local de coletas designado para sua pesquisa, sendo RUA DO SOL, S/ Nº, CHÁCARA 9, CAMBÉ -PARANÁ, tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, até o seu final em março de 2020.

Estamos cientes que as unidades de análise da pesquisa serão jovens amadores fisicamente ativos, praticantes de futebol, bem como de que o presente trabalho deve seguir a Resolução 466/2012 do CNS e complementares.

Atenciosamente,



CARLA SANTOS CODATO DOS SANTOS
DIRETORA FINANCEIRA DA SINDAFEP REGIONAL LONDRINA