

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA**

**DOUGLAS SILVA ALVES**

**CONSISTÊNCIA DA MEDIDA DE ATIVIDADE FÍSICA SEMANAL DE ADULTOS  
OBTIDA POR MEIO DO IPAQ E SMARTPHONE**

**SÃO PAULO**

**2022**

DOUGLAS SILVA ALVES

**CONSISTÊNCIA DA MEDIDA DE ATIVIDADE FÍSICA SEMANAL DE ADULTOS  
OBTIDA POR MEIO DO IPAQ E SMARTPHONE**

Projeto de pesquisa apresentado à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo como requisito para o exame de qualificação em nível de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração: Atividade Física e Saúde

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Yukio Asano

SÃO PAULO

2022

Nome: ALVES, Douglas Silva

Título: Consistência da medida de atividade física semanal de adultos obtida por meio do IPAQ e smartphone.

Projeto de pesquisa apresentado à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo como requisito para o exame de qualificação em nível de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração: Atividade Física e Saúde

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Yukio Asano

Aprovado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### **Banca Examinadora**

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura:	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura:	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura:	_____

## LISTA DE FIGURAS, TABELAS E EQUAÇÕES

Figura 1 - Delineamento experimental da fase piloto do estudo

Figura 2 - Delineamento experimental da fase principal do estudo

Figura 3 - Comportamento do nível de atividade física de intensidade moderada, vigorosa e caminhada ao longo de três semanas, expresso em esperança e intervalo de confiança (coluna da esquerda) e dados individuais (coluna da direita)

Figura 4 - Comportamento do nível de atividade física de intensidade leve, moderada e vigorosa ao longo de três semanas, expresso em esperança e intervalo de confiança (coluna da esquerda) e dados individuais (coluna da direita)

Figura 5 - Distribuição do nível de caminhada obtido pelo IPAQ ao longo das três semanas

Figura 6 - Distribuição do nível de atividade física de intensidade moderada obtido pelo IPAQ ao longo das três semanas

Figura 7 - Distribuição do nível de atividade física de intensidade vigorosa obtido pelo IPAQ ao longo das três semanas

Figura 8 - Distribuição do nível de atividade física de intensidade leve obtido pelo *Fleem System*<sup>®</sup> ao longo das três semanas

Figura 9 - Distribuição do nível de atividade física de intensidade moderada obtido pelo *Fleem System*<sup>®</sup> ao longo das três semanas

Figura 10 - Distribuição do nível de atividade física de intensidade vigorosa obtido pelo *Fleem System*<sup>®</sup> ao longo das três semanas

Figura 11 - Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de caminhada obtidas através do IPAQ

Figura 12 - Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade moderada obtidas através do IPAQ

Figura 13 - Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade vigorosa obtidas através do IPAQ

Figura 14 - Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade leve obtidas através do *Fleem System*<sup>®</sup>

Figura 15 - Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade moderada obtidas através do *Fleem System*<sup>®</sup>

Figura 16 - Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade vigorosa obtidas através do *Fleem System*<sup>®</sup>

Tabela 1 - Consistência relativa e absoluta das medidas obtidas através do IPAQ, considerando 2 e 3 semanas de monitoramento

Tabela 2 - Consistência relativa e absoluta das medidas obtidas através do *Fleem System*<sup>®</sup>, considerando 2 e 3 semanas de monitoramento

Tabela 3 - Valores observados e intervalos de confiança de 95% para os possíveis valores “reais” das medidas de atividade física obtidas através do IPAQ

Tabela 4 - Valores observados e intervalos de confiança de 95% para os possíveis valores “reais” das medidas de atividade física obtidas através do *Fleem System*<sup>®</sup>

Tabela 5 - Cronograma de trabalho para o Mestrado

Equação 1 - Vetor magnitude de aceleração

Equação 2 - Erro padrão da medida

Equação 3 - Intervalo de confiança de 95% para cada uma das medidas obtidas para cada um dos indivíduos em cada uma das semanas

## SUMÁRIO

1.	RESUMO .....	1
2.	ABSTRACT .....	2
3.	INTRODUÇÃO .....	3
4.	OBJETIVOS .....	6
4.1.	Objetivos Gerais .....	6
4.2.	Objetivos Específicos .....	6
5.	HIPÓTESES .....	7
6.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	7
6.1.	Amostra .....	7
6.2.	Desenho experimental .....	8
6.2.1.	<i>Fase Piloto</i> .....	9
6.2.2.	<i>Fase Principal</i> .....	10
6.3.	Dados demográficos .....	11
6.4.	Nível de atividade física semanal .....	11
6.5.	Atividades físicas não captadas pelo Fleem System .....	13
7.	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	13
7.1.	Efeito do tempo sobre as medidas de atividade física da fase piloto .....	14
7.2.	Efeito do tempo sobre as medidas de atividade física da fase principal....	16
7.3.	Análise da consistência relativa das medidas de atividade física das fases piloto e principal .....	17
7.4.	Análise da consistência absoluta das medidas de atividade física das fases piloto e principal .....	17
7.5.	Análise do impacto da consistência absoluta sobre o nível de precisão das medidas de atividade física das fases piloto e principal .....	18
7.6.	Avaliação e comparação dos diferentes modelos gerados para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física .....	18
8.	RESULTADOS .....	19
8.1.	Fase Piloto .....	19
9.	OBSERVAÇÕES PARCIAIS .....	26
10.	REFERÊNCIAS .....	27
11.	RELATÓRIO DE ATIVIDADES .....	34
12.	PLANO DE TRABALHO E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	37
	APÊNDICE A – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (CAMINHADA – IPAQ) .....	38

<b>APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA – IPAQ) .....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE C – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA – IPAQ) .....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE D – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE LEVE – FLEEM SYSTEM) .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE E – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA – FLEEM SYSTEM) .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE F – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA – FLEEM SYSTEM)...</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE G – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (CAMINHADA - IPAQ) .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE H – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA - IPAQ) .....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE I – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA - IPAQ) .....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE J – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE LEVE - FLEEM) .....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE K – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA - FLEEM) .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE L – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA - FLEEM) .....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE M – LINK PARA ACESSO AOS DADOS OBTIDOS NA FASE PILOTO .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE N – LINK PARA ACESSO AOS CÁLCULOS AMOSTRAIS DO ESTUDO .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE O – LINK PARA ACESSO AOS ALGORITMOS UTILIZADOS NOS DADOS DA FASE PILOTO .....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE P – LINK PARA ACESSO AOS OUTPUTS DAS ANÁLISES DOS DADOS DA FASE PILOTO.....</b>	<b>53</b>

## 1. RESUMO

Alves, Douglas Silva. Consistência da medida de atividade física semanal de adultos obtida por meio do IPAQ e smartphone. 2022. XX p. Qualificação do projeto (Mestrado em Ciências da Atividade Física) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

A medida do nível de Atividade Física (AF) tem sido utilizada pela comunidade científica para diversos fins, principalmente na área da saúde, tornando essencial que a classificação de seus diferentes níveis de prática seja precisa e confiável. Neste sentido, atualmente existem diferentes estudos que pautam-se em medidas de AF obtidas ao longo de 7 dias por meio de questionários como o IPAQ ou acelerômetros, assumindo tal medida como representativa do comportamento habitual dos indivíduos. Entretanto, tendo em vista que o nível de AF de um indivíduo está sujeito a influência de aspectos sociais, psicológicos e ambientais, coloca-se em dúvida se 7 dias são de fato o suficiente para se obter uma medida consistente ao ponto de ser considerada habitual, destacando assim a importância de que se haja uma maior compreensão acerca da consistência da medida do nível de AF de indivíduos adultos ao longo de diferentes semanas. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é analisar a consistência da medida de AF semanal de adultos obtida por meio do IPAQ e smartphone. Para tal, serão recrutados 71 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 18 e 44 anos, estes serão instruídos a instalar em seu smartphone um aplicativo que será utilizado para monitorar o nível de AF diário deles ao longo de cinco semanas, sendo orientados também a responderem o IPAQ ao final de cada uma destas cinco semanas. Tendo os dados de AF semanal obtidos através do IPAQ e acelerômetros, será analisado o efeito do tempo sobre a AF de diferentes intensidades por meio de Modelos Generalizados Mistos, assim como, será estimada a consistência relativa e absoluta da AF de diferentes intensidades, considerando os dados obtidos ao longo de 2, 3, 4 ou 5 semanas isoladamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** confiabilidade, comportamento, bioestatística, telemonitoramento, atividade física.



## 2. ABSTRACT

Alves, Douglas Silva. Consistência da medida de atividade física semanal de adultos obtida por meio do IPAQ e smartphone. 2022. XX p. Qualificação do projeto (Mestrado em Ciências da Atividade Física) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

The physical activity (PA) measure has been used by the scientific community in different ways, especially in the health area, making essential a precise and accurate measurement of their levels. In this way, actually exists different studies based in PA measures made by a period of seven days by means of questionnaires such IPAQ or accelerometers, assuming this measure as representative of the habitual behavior of the individuals. However, having in mind that physical activity level it is subjected to social, psychological and environmental influences, puts itself in doubts if seven days it is in fact enough to obtain a reliable measure, rising the importance of to have a better comprehension about the reliability of PA measures of adults. Thus, the aim of the present study it is to analyze the reliability of the PA measure of adults obtained through IPAQ and smartphone. For such, 71 individuals of both sexes will be recruited, with age varying between 18 and 44 years, these will be instructed to install an application in their smartphones, that will be used to monitor their daily physical activity level during five weeks, these being oriented to answer the IPAQ in the end of each week. Having the data collected, the effect of the weeks upon the physical activity measures obtained through IPAQ and accelerometers will be analyzed through Generalized Mixed Models, as well as, the relative and absolute reliability of the physical activity measures will be estimated to 2, 3, 4 and 5 weeks isolated.

**KEYWORDS:** reliability, behavior, biostatistics, telemonitoring, physical activity.

### 3. INTRODUÇÃO

A atividade física (AF) é um fenômeno complexo e multifatorial, isto é, composto por diferentes facetas e influenciado por aspectos sociais (KIM; SO, 2014; ZAPATA-LAMANA et al., 2021), psicológicos (ANDERSON; FELDMAN, 2019; RHODES; KATES, 2015) e ambientais (CLELAND et al., 2019; LANZA; STONE; HAARDÖRFER, 2019).

Atualmente este fenômeno é conceitualizado de acordo com a definição sugerida por Caspersen, Powell e Christenson em 1985, na qual o mesmo é definido como “qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que resulte em um gasto energético” (CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSON, 1985).

A determinação da AF vem sendo utilizada pela comunidade científica para diversos fins, principalmente na área da saúde. Nesse sentido, estudos apresentam evidências de que a prática suficiente de AF, seja na forma de exercícios físicos ou na quantidade e intensidade de movimento realizada por um indivíduo semanalmente seja um método promissor para a prevenção e tratamento de inúmeras doenças crônicas (ASANO, 2014; ASANO et al., 2017; O’NEAL et al., 2020; SAINT-MAURICE et al., 2020), sintomas psicossomáticos (BAILEY et al., 2018; JOSEFSSON; LINDWALL; ARCHER, 2014; KANDOLA et al., 2020; MCDOWELL; MACDONNCHA; HERRING, 2017), tal como diferentes tipos de neoplasias (FUND, 2018; KYU et al., 2016; RANA et al., 2020).

Portanto, a determinação precisa e confiável da AF diária/semanal em estudos científicos torna-se um elemento essencial. Para tal, atualmente existem diferentes ferramentas, que dividem-se em uma classe de ferramentas consideradas de autorrelato - isto é, que o indivíduo precisa reportar verbalmente ou por escrito o que se lembra/consegue observar do seu próprio comportamento - e outra de medidas consideradas diretas ou objetivas (AINSWORTH et al., 2015).

Dentre a classe de ferramentas de autorrelato, as que mais se destacam são questionários como o Questionário Internacional de atividade física (IPAQ) (HAGSTRÖMER; OJA; SJÖSTRÖM, 2006; MATSUDO et al., 2012), já dentre as ferramentas diretas, as mais convencionalmente utilizadas são sensores inerciais como os

pedômetros e acelerômetros (AINSWORTH et al., 2015), sejam esses últimos os comercialmente disponíveis ou os presentes em *smartphones*.

Neste sentido, mesmo com as diferenças conceituais geradas por estes diferentes métodos, é importante que se seja capaz de coletar medidas confiáveis, consistentes e representativas do comportamento dos indivíduos, seja por um período correspondente à 1 (um) dia, uma semana, um mês, um ano ou o comportamento habitual destes, cujo é foco de diferentes pesquisas (CLARK et al., 2021; LEVIN et al., 1999; YASUNAGA et al., 2008), sobretudo as de cunho epidemiológico (HENRIKSEN et al., 2021; MIELGO-AYUSO et al., 2016; MOREIRA et al., 2017).

Com o objetivo de adquirir uma medida de AF que possa ser considerada consistente ao ponto de ser assumida como habitual, observa-se uma variação no número de dias adotados em diferentes estudos que vai de 1 dia (MITCHELL et al., 2018) à 2 anos (AL-MOHANNADI et al., 2016) de monitoramento, entretanto, observa-se que, em média, inúmeros autores utilizam medidas de 7 (sete) dias (TURRISI et al., 2021), havendo autores que justificam este número de dias com base em estudos anteriores que sugerem que essa quantidade seja suficiente para este propósito (BINGHAM et al., 2016; DILLON et al., 2016; HART et al., 2011).

Estes estudos que sugerem que 7 (sete) dias de monitoramento sejam o suficiente para se estimar um nível de AF consistente ao ponto de poder ser considerado habitual, convencionalmente se baseiam no uso da fórmula de Spearman-Brown, cuja é uma equação convencionalmente adotada na psicometria para se estimar o número de replicações ou itens necessários em um teste para se obter um dado nível de consistência da medida, dado o nível de consistência obtido através de uma aplicação única ou um dado número de itens neste questionário/ferramenta (ALLEN; YEN, 1979).

Entretanto, o uso dessa equação para estimar o número de dias de monitoramento necessários para se obter uma medida de AF considerada habitual, convencionalmente é feito desconsiderando-se o pressuposto de equivalência paralela do fenômeno, pressuposto este necessário para o uso da fórmula de Spearman-Brown (ALLEN; YEN, 1979; DE VET et al., 2017; WARRENS, 2015).

Este pressuposto sugere que, dado que um teste seja repetido  $n$  vezes ou seja particionado em  $n$  partes equivalentes, seja plausível considerar que o valor “real” e sua respectiva variância para cada uma dessas repetições/subdivisões seja o mais equivalente

o possível (ALLEN; YEN, 1979; DE VET et al., 2017; WARRENS, 2015), o que não se demonstra como plausível de se imaginar quando se referindo ao nível de AF de um indivíduo, que, por estar sujeito à influências sociais (KIM; SO, 2014; ZAPATA-LAMANA et al., 2021), psicológicas (ANDERSON; FELDMAN, 2019; RHODES; KATES, 2015) e ambientais (CLELAND et al., 2019; LANZA; STONE; HAARDÖRFER, 2019), pode estar sujeito à variar ao longo de diferentes dias, semanas, meses ou até anos.

Outra limitação do uso da fórmula de Spearman-Brown para afirmar que sete dias de monitoramento são o suficiente para se obter uma medida consistente o bastante para ser considerada habitual, é que por se basear em medidas de consistência relativa, não fica claro qual é a consistência absoluta da medida de AF, ou seja, qual é o erro padrão associado às medidas que estão sendo convencionalmente feitas na literatura.

Somado aos aspectos supracitados, que colocam em questionamento se de fato 7 (sete) dias de monitoramento são suficientes para se obter uma medida de AF consistente o suficiente para ser considerada habitual, existem evidências que apontam para a existência de um efeito da sazonalidade sobre o nível de AF de diferentes indivíduos (CHAN; RYAN, 2009; SHEPHARD; AOYAGI, 2009; TUCKER; GILLILAND, 2007; TURRISI et al., 2021), destacando que o comportamento destes tende a apresentar uma variação natural em função da época do ano em que são monitorados, reforçando ainda mais o questionamento sobre até que ponto podemos considerar que uma semana pode ser generalizada como representativa do comportamento habitual de uma pessoa e que essa medida se mantenha estável com o decorrer de semanas.

Entretanto, mesmo com essas lacunas, existem diferentes estudos com intervenções sobre o nível de AF que pautam-se em medidas adquiridas ao longo de diferentes semanas (CSAKY et al., 2021; GRAY et al., 2021; SILVA et al., 2020), desconsiderando assim o possível efeito que pode ser gerado em função, não somente da variação no nível de AF mediada pela sazonalidade, mas também por uma possível variação natural que possa existir ao longo de diferentes semanas, como já analisado em um estudo anterior (AADLAND; YLVISÅKER, 2015).

Sendo assim, observa-se a importância de que se haja uma maior compreensão acerca da consistência da medida do nível de AF de indivíduos adultos ao longo de diferentes semanas, seja por meio de questionários como o IPAQ ou por meio de

acelerômetros/*smartphones*, possibilitando assim, não somente que se tenha uma maior compreensão sobre o quão confiável é uma medida de AF adquirida durante uma única semana de monitoramento por meio destas ferramentas ou se uma ferramenta é mais consistente do que outra, mas também com o objetivo de se ter medidas de erro que possibilitem a avaliação de o quanto o efeito observado mediante a aplicação de uma intervenção sobre a AF pode ser atribuído à intervenção em si ou à possíveis erros mediados pela variação natural da medida obtida por meio destas ferramentas.

Tendo como base os aspectos supracitados, foram levantadas as seguintes questões: 1) Qual é o comportamento da AF de indivíduos adultos ao longo de diferentes semanas? 2) Qual é a consistência relativa e absoluta da AF de indivíduos adultos quando medida por meio do IPAQ e *smartphone* ao longo de diferentes semanas? 3) Monitorar os indivíduos por um período superior à 1 semana melhora a consistência relativa e absoluta da medida de AF?

## **4. OBJETIVOS**

### ***4.1. Objetivos Gerais***

Analisar a consistência da medida de atividade física semanal de adultos obtida por meio do IPAQ e *smartphone*.

### ***4.2. Objetivos Específicos***

- 1) Verificar o comportamento da AF obtida pelo IPAQ e *smartphones* ao longo de diferentes semanas;
- 2) Verificar o grau de consistência relativa e absoluta da medida de AF obtida por meio do IPAQ e *smartphones* ao longo de diferentes semanas;
- 3) Verificar o impacto de um período de monitoramento superior à 2 semanas sobre a consistência relativa e absoluta da medida de AF obtida por meio do IPAQ e *smartphones*;

## 5. HIPÓTESES

Hipotetiza-se que a AF obtida por meio do IPAQ e *smartphone* varie ao longo de diferentes semanas, destacando-se a importância de que essa variação “natural” seja levada em conta no momento de se analisar o efeito de intervenções sobre a AF semanal, assim como, destaque a importância de que haja um monitoramento superior à 7 (sete) dias para se garantir uma medida que possa ser considerada habitual.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo será conduzido segundo a resolução 466/2012 do Ministério da saúde e do Conselho Nacional da Saúde. O presente estudo já foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade de São Paulo, sob parecer de número 58187822.5.0000.5390, sendo assim, serão convidados a participar do estudo 71 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 19 e 44 anos, tendo em vista que essa faixa de idade corresponde àqueles que recebem uma classificação etária correspondente à “adulto” (NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION).

Estes indivíduos participarão do estudo de forma voluntária, apenas após os esclarecimentos e posterior assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e do Questionário de Prontidão para Atividade física (PAR-Q).

### 6.1. Amostra

O cálculo de amostra foi conduzido através do site General Linear Mixed Model Power and Sample Size (GLIMMPSE; <https://glimmpse.samplesizeshop.org/>), cujo é um site e plataforma de acesso aberto utilizado para o cálculo amostral de estudos que se utilizam de modelos mistos (KREIDLER et al., 2013).

Para tal, considerou-se um poder ( $1 - \beta$ ) mínimo de 80%, um erro padrão do tipo 1 ( $\alpha$ ) máximo de 5%, utilizou-se o algoritmo Hotelling Lawley Trace, considerando-se assim uma matriz de covariância dos erros não estruturada, tal como a adoção de um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM), objetivando assim observar o efeito do tempo (diferentes semanas) sobre o nível de AF adquirido por meio de *smartphones* e pelo IPAQ, considerando assim os indivíduos como um possível fator aleatório. Adicionalmente, para obter-se as estimativas fornecidas para o site (tais como as medidas

de tendência central e dispersão esperadas para cada uma das semanas), adotou-se as informações obtidas através de um estudo piloto, cujo protocolo encontra-se descrito na seção 4.2.1 (fase piloto).

A partir disso, obteve-se um tamanho amostral de 65 indivíduos, considerando-se uma mortalidade amostral de aproximadamente 10%, optou-se por recrutar 71 indivíduos.

**CrITÉRIOS de inclusão** – Serão incluídos no estudo indivíduos com idade entre 19 e 44 anos, que aceitem participar do mesmo de forma livre e esclarecida, que não apresentem nenhuma complicação de saúde (analisada por meio da aplicação prévia do questionário PAR-Q), que reportem possuir um *smartphone* com sistema Android superior à API 23 (Android 6), tal como que façam uso de seu *smartphone* por um período hábil (> 10 horas diárias) para a aquisição de seu nível de AF diário e que não possuam um dispositivo da marca Xiaomi (tendo em vista problemas de compatibilidade vivenciados durante a fase piloto do estudo).

**CrITÉRIOS de exclusão** – Serão desconsiderados do estudo aqueles que apresentem complicações de saúde adversas que venham a comprometer/modificar a sua prática de atividades físicas diárias – tais como cardiopatias, miopatias, doenças autoimunes e afins -, reportem a presença de qualquer tipo de patologia neurológica – tais como a doença de Parkinson, Esclerose múltipla, Distonia, assim como condições adicionais que possam gerar comprometimentos motores e/ou cognitivos - ou o uso de qualquer medicamento que venha a influenciar na maneira com que compreendam e respondam aos questionários utilizados, que apresentem intercorrências quanto à compatibilidade do *software* disponibilizado para a análise do nível diário de AF ou que apresentem um uso diário insuficiente do mesmo e que reportem terem vivenciado qualquer tipo de alteração na rotina (por exemplo, mudança de emprego, residência, terem tido um filho) anteriormente ao ingresso no estudo ou no decorrer do mesmo.

## **6.2. Desenho experimental**

O presente estudo terá um caráter descritivo e longitudinal. Serão recrutados para participar do estudo 71 indivíduos, por meio de *flyers* disponibilizados em grupos de redes sociais, assim como por meio de contato direto, caracterizando assim uma amostra de

conveniência, tendo como base o objetivo do estudo, que não envolverá nenhum tipo de manipulação que demande cegamento, e/ou aleatorização.

O estudo será desenvolvido em duas etapas, sendo uma intitulada de **fase piloto** (**n = 6**) e outra de **fase principal** (**n = 71**), sendo que, ambas terão o mesmo delineamento experimental, se diferenciando apenas quanto ao tempo que cada uma dessas será conduzida (3 semanas para a piloto e 5 para a fase principal) e o tamanho amostral.

#### **6.2.1. Fase Piloto**

Foram convidados a participar do estudo 10 (dez) indivíduos, destes, 4 (quatro) tiveram problemas de incompatibilidade do *software* utilizado para o monitoramento do nível diário de AF com o *smartphone* que possuíam, sendo assim a amostra dessa etapa constituída por 6 (seis) pessoas.

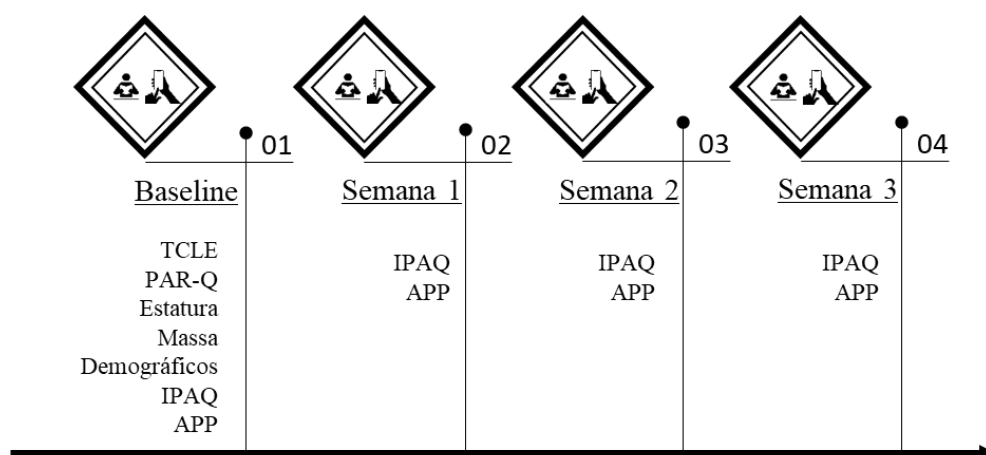
Como demonstrado na figura 1, no primeiro contato (que se deu de forma remota, tendo em vista as restrições impostas pela pandemia de COVID-19) os indivíduos foram orientados à instalar em seu *smartphone* um *software* intitulado de *Free Living Energy Expenditure Monitoring System (Fleem System®)*, desenvolvido e testado para a análise do nível de AF de indivíduos em situações laboratoriais por Ishizaki (ISHIZAKI, 2013), assim como, foram orientados à se manter com o *smartphone* (preferencialmente no bolso da calça) pelo máximo de tempo possível pelas três semanas seguintes.

Adicionalmente, ao término de cada uma das três semanas (aos Domingos), os indivíduos foram orientados a responder a versão longa do Questionário Internacional de Atividade física (IPAQ), devendo assim relatar a quantidade de AF que realizaram em cada uma das três semanas anteriores.

Passadas as três semanas, os indivíduos foram orientados sobre o término do estudo e tiveram acesso aos dados que foram coletados, acrescidos de orientações sobre como atender as recomendações de AF semanal, de acordo com as especificações do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2018), da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2018) e também com base no atual Guia de prática de AF para a população brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2021).



Figura 1. Delineamento experimental da fase piloto do estudo.



IPAQ = Questionário Internacional de Atividade física/ APP = Aplicativo.

### 6.2.2. Fase Principal

Como descrito na figura 2, no primeiro contato com os participantes, estes serão orientados a instalar em seu *smartphone* o *software Fleem System®*, um *software* adicional para analisar, por meio de autorrelato, momentos em que os mesmos não conseguirem se manter com o *smartphone* deles enquanto se movimentarem, tal como farão a leitura e preenchimento do Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), do questionário PAR-Q, da versão longa do IPAQ, tal como serão submetidos a análises ou reportarão seus dados de estatura, massa corporal e dados demográficos.

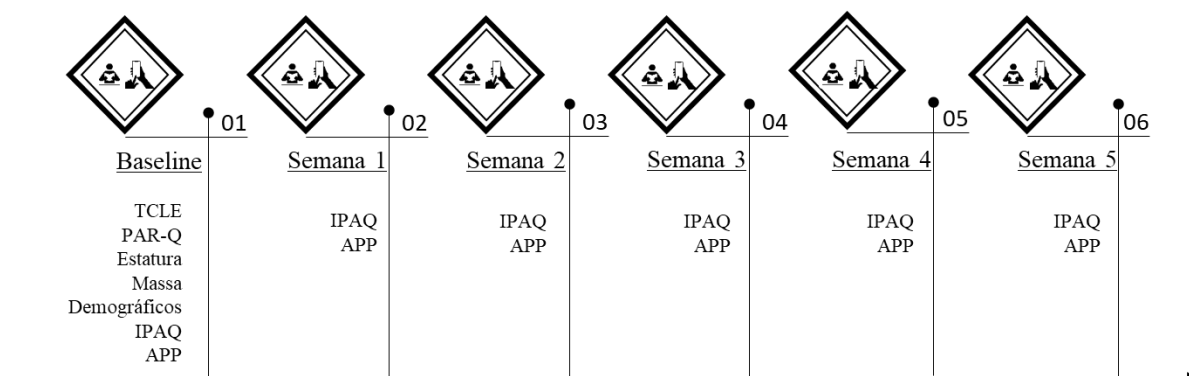
Após o contato inicial, os indivíduos serão orientados a manter-se com seu respectivo *smartphone* pelo máximo de tempo possível por todos os dias das 5 (cinco) semanas seguintes, sendo assim solicitado que ao término de cada uma das semanas (aos Domingos) os mesmos preencham novamente o IPAQ, reportando assim as informações correspondentes ao nível de AF realizado nos 7 (sete) dias anteriores.

Adicionalmente, os indivíduos receberão notificações diárias de um *software* que será utilizado para que os mesmos reportem a quantidade de tempo em minutos que não foram capazes de se manter com o *smartphone* durante aquele dia, possibilitando assim que se saiba o quanto de tempo o indivíduo foi capaz de ser monitorado e o quanto o nível de AF diário obtido pode ser considerado “confiável”.

Ao término do estudo, os indivíduos terão ciência sobre o término da pesquisa, e terão acesso à todos os dados de AF coletados durante o período de estudo em formato de relatórios, tal como receberão orientações sobre como atender as recomendações de

AF semanal, de acordo com as especificações do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2018), da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2018) e também com base no atual Guia de prática de AF para a população brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2021).

Figura 2. Delineamento experimental da fase principal do estudo.



IPAQ = Questionário Internacional de Atividade física/ TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido/ PAR-Q = Questionário de prontidão para a atividade física/ APP = Aplicativo.

### 6.3. Dados demográficos

Para a caracterização dos indivíduos quanto aos dados demográficos, os mesmos fornecerão informações correspondentes à idade (em anos), sexo, estado civil, nível de escolaridade (devendo relatar o maior nível de escolaridade adquirido até o momento em que preencherão os questionários), vínculo empregatício (devendo relatar se estão empregados, e qual ocupação exercem), tal como renda (devendo relatar à quantos salários mínimos corresponde a renda de todos que residem na mesma residência que o indivíduo morar).

### 6.4. Nível de atividade física semanal

Para as medidas correlatas ao nível de AF dos indivíduos incluídos na pesquisa, serão adotadas medidas adquiridas através da aplicação da versão longa do Questionário Internacional de atividade física (IPAQ) (MATSUDO et al., 2012), cujo consiste de um questionário composto por 27 (vinte e sete) questões relacionadas às atividades físicas de

transporte, lazer e domésticas nas intensidades leve, moderada e vigorosa, tal como ao tempo que os indivíduos passam sentados, em que, os mesmos deverão reportar a frequência, tal como o tempo que realizaram cada uma das situações descritas nestas questões nos 7 (sete) dias anteriores ao envio do questionário.

Para estimar o tempo que os indivíduos passaram realizando atividades físicas de intensidade leve, moderada ou vigorosa e nos domínios de AF de transporte, lazer e doméstica, será realizada a multiplicação da frequência que os indivíduos reportarem terem feito cada uma destas atividades nos últimos 7 (sete) dias pelo tempo reportado pelos mesmos, obtendo-se assim um escore semanal para cada uma dessas intensidades e domínios.

Adicionalmente, será adotado o nível diário de AF coletado a partir da plataforma *Fleem System*<sup>®</sup> (ISHIZAKI, 2013). Tal plataforma é capaz de, por meio do acesso às informações coletadas a partir dos sensores inerciais do *Smartphone*, estimar um valor intitulado como “*Counts*”, a partir deste índice é-se possível estimar o tempo e a intensidade de diferentes atividades físicas realizadas durante o dia. Além de sua validação inicial, este *software* tem demonstrado ser eficaz para análise do nível de AF, como reportado em estudos recentes, como o publicado por Zanin e colaboradores em 2019 (ZANIN et al., 2019).

Para se estimar os valores de “*Count*” por minuto adquiridos diariamente, será realizado o cálculo do Vetor Magnitude de Aceleração (VMa), de acordo com a equação 1, assim como, para se estimar o tempo que os indivíduos farão de AF de intensidade leve, moderada e vigorosa, serão adotados os pontos de corte propostos por Freedson em 1998 (FREEDSON; MELANSON; SIRARD, 1998), sendo, respectivamente, intensidade leve = 760 à 1952 *counts*/minuto; intensidade moderada = 1953 à 5724 *counts*/minuto; intensidade vigorosa  $\geq 5725$  *counts*/minuto. Após se estimar o tempo que os indivíduos passaram em cada uma das intensidades diariamente, será realizada uma soma semanal de cada um dos respectivos escores.

$$VMa = \sqrt{(\Delta ax)^2 + (\Delta ay)^2 + (\Delta az)^2} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo que,  $\Delta a$  se refere à diferença entre duas unidades de aceleração subsequentes para cada um dos eixos (x, y, z) do acelerômetro do *smartphone* do indivíduo.

Optou-se por utilizar tanto uma medida de autorrelato quanto uma considerada “direta”, tendo em vista os resultados heterogêneos observados em estudos anteriores que empregaram o uso de *softwares*, a crítica recorrente ao uso de medidas de autorrelato, assim como, devido ao fato de essas serem as maneiras de se monitorar a prática de atividades físicas mais utilizadas na literatura (AINSWORTH et al., 2015).

### **6.5. Atividades físicas não captadas pelo Fleem System**

Tendo em vista que haverá momentos em que os indivíduos inclusos no estudo não conseguirão se manter com o *smartphone* deles enquanto se movimentam (por exemplo, quando praticarem natação), foi desenvolvido um *software* adicional, cujo será utilizado para gerar notificações diárias para os indivíduos, alertando-os para que reportem como terá sido o uso do *smartphone* em cada um dos dias do período de monitoramento. Ao receberem a notificação diária e clicarem nela, os indivíduos serão encaminhados para uma tela na qual deverão reportar se fizeram alguma tarefa no respectivo dia sem estarem em “posse” de seu *smartphone*, assim como qual foi essa tarefa e por quanto tempo ela foi realizada.

Tendo ciência do tempo que os indivíduos não conseguirem se manter com o celular enquanto se movimentarem, o tempo relatado por eles será somado ao coletado através do *Fleem System*®, possibilitando assim o acesso à uma medida mais “confiável” de AF diária.

## **7. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Primeiramente, a distribuição de todos os dados do estudo será analisada por meio de histogramas com curvas de densidade de probabilidade, gráficos quantil-quantil e com o auxílio da biblioteca “distfit” (TASKESSEN, 2020), disponível em linguagem Python.

Para a caracterização da amostra quanto aos dados coletados na primeira visita (idade, sexo, renda, escolaridade, estatura, massa e demográficos), serão utilizados histogramas, assim como a esperança, desvio padrão e intervalo de confiança de cada uma das variáveis quantitativas serão estimadas de acordo com a distribuição de probabilidade

que melhor se ajustar aos dados. Adicionalmente, as variáveis categóricas serão expressas por meio de contagem e distribuição percentual.

### ***7.1. Efeito do tempo sobre as medidas de atividade física da fase piloto***

Para analisar o efeito do tempo sobre as medidas de AF da fase piloto obtidas através do IPAQ e do *Fleem System*® fragmentadas nas intensidades leve, moderada e vigorosa, foram construídos diferentes modelos com diferentes distribuições de probabilidade (seguindo a distribuição que melhor aderiu aos dados e se baseando na distribuição dos mesmos, expressa nos apêndices A, B, C, D, E e F), cujas distribuições dos resíduos encontram-se expressas nos apêndices G, H, I, J, K e L.

Adicionalmente, antes da construção de cada um dos modelos, foi somado uma constante (10) à todas as intensidades de AF adquiridas através do IPAQ, tendo em vista a existência de valores 0 (zero) no banco de dados, cujos não são bem “modelados” através de algumas distribuições de probabilidade, como é o caso da Gamma.

Para verificar o efeito do tempo sobre as medidas de caminhada obtidas através do IPAQ, observou-se que o Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com distribuição Gamma apresentou um AIC de 231.340, inferior ao observado para o modelo com distribuição Linear (246.520), assim como, observou-se que a distribuição dos resíduos do modelo com distribuição Gamma aderiu melhor à uma distribuição normal do que a do modelo com distribuição Linear (apêndice G). Sendo assim, optou-se pela adoção de um Modelo Linear Generalizado Misto (tendo em vista o ICC de 0.99 observado) ajustado com uma distribuição de probabilidade do tipo Gamma (tendo em vista a distribuição assimétrica dos dados) e alocando um fator aleatório no intercepto, tendo em vista o ganho na variância explicada pelo modelo ao considerar os indivíduos como um fator aleatório.

Para verificar o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade moderada obtidas através do IPAQ, optou-se por um GLMM com distribuição linear, considerando os indivíduos como fator aleatório (tendo em vista o ICC de 0.30 obtido) e uma matriz de covariância dos erros do tipo AR(1), tendo em vista que nenhum modelo convergiu com uma matriz de covariância não-estruturada, além disso, considerou-se o valor de AIC inferior (225.79) ao obtido através de um modelo com uma distribuição de probabilidade

do tipo Gamma ( $AIC = 226.32$ ), assim como, tendo como base a distribuição dos resíduos do modelo que aderiu melhor à uma distribuição normal (apêndice H).

Para verificar o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade vigorosa obtidas através do IPAQ, optou-se pela adoção de um GLMM, considerando os indivíduos como fator aleatório e uma distribuição de probabilidade do tipo Gamma para a variável dependente, tendo em vista, não somente o padrão de distribuição assimétrico observado para essa variável (apêndice C), como também o menor valor de AIC (245.84) observado para esse modelo quando comparado ao modelo com distribuição Linear (253.16), assim como, tendo como base o padrão de distribuição dos resíduos mais “aderente” à uma distribuição normal apresentado por este modelo (apêndice I).

Para verificar o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade leve obtidas através do *Fleem System*®, optou-se por um GLMM, alocando um fator aleatório no intercepto do modelo (tendo em vista o ICC observado de 0.99) e considerando uma distribuição de probabilidade do tipo Gamma para a variável dependente, tendo em vista o AIC inferior (251.35) que este modelo apresentou, quando comparado à um modelo com distribuição Linear (257.14), assim como, tendo em vista o padrão de distribuição dos resíduos deste modelo, que aderiu melhor à um padrão de distribuição considerado “normal” (apêndice J).

Para verificar o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade moderada obtidas através do *Fleem System*®, optou-se por um GLMM, alocando um fator aleatório no intercepto do modelo (tendo em vista o ICC observado de 0.99) e considerando uma distribuição de probabilidade do tipo Gamma para a variável dependente, tendo em vista o AIC inferior (226.33) que este modelo apresentou, quando comparado à um modelo com distribuição Linear (229.25), assim como, tendo em vista o padrão de distribuição dos resíduos deste modelo, que aderiu melhor à um padrão de distribuição considerado “normal” (apêndice K).

Para verificar o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade vigorosa obtidas através do *Fleem System*®, optou-se por um GLMM, alocando um fator aleatório no intercepto do modelo (tendo em vista o ICC observado de 0.99) e considerando uma distribuição de probabilidade do tipo Gamma para a variável dependente, tendo em vista o AIC inferior (209.29) que este modelo apresentou, quando comparado à um modelo com distribuição Linear (219.86), assim como, tendo em vista o padrão de distribuição

dos resíduos deste modelo, que aderiu melhor à um padrão de distribuição considerado “normal” (apêndice L).

## ***7.2. Efeito do tempo sobre as medidas de atividade física da fase principal***

Para verificar o efeito do tempo sobre as medidas de AF de acordo com domínios de intensidade específicos, assim como, com base nos dados de acelerometria brutos (VMa), primeiramente será realizada a análise de o quanto a adição dos indivíduos como fator aleatório contribui para a redução da variância do modelo, por meio da análise do coeficiente de correlação intraclasse (ICC) do Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM), sendo considerado que, um ICC maior que 0.10 é um indicativo de que a alocação de um fator aleatório no intercepto do modelo gera uma redução na variância não explicada pelo mesmo.

Caso os dados apresentem um padrão de distribuição simétrico e aderente à distribuição normal e a adição dos indivíduos como fator aleatório contribua “pouco” para a redução da variância do modelo, será adotado um Modelo de estimativa generalizada (GEE), considerando uma distribuição de probabilidade do tipo Linear, considerando o tempo (variação semanal) como variável independente e as medidas de AF obtidas por meio do *smartphone* e IPAQ fragmentadas em intensidades como variável dependente.

Caso os dados apresentem um padrão de distribuição assimétrico e a adição dos indivíduos como fator aleatório contribua “pouco” para a redução da variância do modelo, será adotado um Modelo de estimativa generalizada (GEE), considerando uma distribuição de probabilidade do tipo Gamma, considerando o tempo (variação semanal) como variável independente e as medidas de AF obtidas por meio do *smartphone* e IPAQ fragmentadas em intensidades como variável dependente.

Caso os dados apresentem um padrão de distribuição simétrico e aderente à distribuição normal e a adição dos indivíduos como fator aleatório contribua de forma considerável ( $ICC > 10\%$ ) para a redução da variância do modelo, será adotado um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM), considerando uma distribuição de probabilidade do tipo Linear, considerando o tempo (variação semanal) como variável independente e as medidas de AF obtidas por meio do *smartphone* e IPAQ fragmentadas

em intensidades como variável dependente, adicionando assim os indivíduos como fator aleatório e optando-se por uma matriz de correlação dos erros não estruturada.

Caso os dados apresentem um padrão de distribuição assimétrico e a adição dos indivíduos como fator aleatório contribua de forma considerável ( $ICC > 10\%$ ) para a redução da variância do modelo, será adotado um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM), considerando uma distribuição de probabilidade do tipo Gamma, considerando o tempo (variação semanal) como variável independente e as medidas de AF obtidas por meio do *smartphone* e IPAQ fragmentadas em intensidades como variável dependente, adicionando assim os indivíduos como fator aleatório e optando-se por uma matriz de correlação dos erros não estruturada.

### ***7.3. Análise da consistência relativa das medidas de atividade física das fases***

#### ***piloto e principal***

Para avaliar a consistência relativa das medidas de AF coletadas no estudo (tanto para as três e cinco semanas totais, quanto para duas, três, quatro e cinco semanas, individualmente), será adotado o coeficiente de correlação intraclasse (ICC), por meio da adoção de um modelo de efeitos mistos de duas vias, baseando-se na medida única de AF de cada uma das semanas e optando-se por um modelo de “concordância absoluta”, seguindo as recomendações dadas por Koo e Li (KOO; LI, 2016).

Adicionalmente, para a interpretação do ICC, seguindo as recomendações do mesmo autor, um valor de ICC menor que 0.5 será considerado um indicativo de baixa consistência/confiabilidade, um valor entre 0.5 e 0.75 será um indicativo de consistência/confiabilidade moderada, valores entre 0.75 e 0.90 serão um indicativo de boa consistência/confiabilidade e valores superiores à 0.90 serão um indicativo de uma consistência/confiabilidade considerada excelente.

### ***7.4. Análise da consistência absoluta das medidas de atividade física das fases***

#### ***piloto e principal***

Para avaliar a consistência absoluta da medida de AF (tanto para as três e cinco semanas totais, quanto para duas, três, quatro e cinco semanas, individualmente), será



utilizado o Erro Padrão da Medida (EPM). Para tal, será adotada a equação 2, baseando-se em equações sugeridas e utilizadas em estudos anteriores (AADLAND; YLVISÅKER, 2015; DE VRIES et al., 2019). Optou-se por estimar, tanto a consistência relativa quanto absoluta para todas as semanas do estudo, assim como variando o número de semanas, com o objetivo de observar o quanto um período superior à 2 (duas) semanas de monitoramento pode impactar a consistência da medida de AF e a magnitude do EPM.

$$EPM = DP\sqrt{1 - ICC} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo que, DP = desvio padrão (ajustado de acordo com a distribuição de probabilidade que seja melhor aderente aos dados); ICC = coeficiente de correlação intraclass.

### ***7.5. Análise do impacto da consistência absoluta sobre o nível de precisão das medidas de atividade física das fases piloto e principal***

Para avaliar o impacto do EPM sobre o nível de precisão das medidas de AF obtidas para cada um dos indivíduos, serão calculados intervalos de confiança para as mesmas, por meio da equação 3, seguindo as recomendações de estudos anteriores (WEIR, 2005).

$$95\% CI = S \pm 1.96(EPM) \quad \text{Equação 3}$$

Sendo que, S = Valor observado para o indivíduo i no tempo j; EPM = Erro padrão da medida obtido para cada intensidade de atividade física.

### ***7.6. Avaliação e comparação dos diferentes modelos gerados para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física***

Para a comparação dos modelos de GEE e GLMM gerados serão adotados o critério de quasi-verossimilhança sob o modelo de independência (QIC) (PAN, 2001) ou o critério de informação de Akaike (AIC) (PAN, 2001), à depender do *output* fornecido pelos *softwares* adotados para a análise, sendo que, considera-se que quanto menor estes índices, maior a qualidade do modelo, tal como será analisada a normalidade dos resíduos de cada um dos modelos, sendo que, considera-se que quanto mais aderente à uma distribuição “normal”, maior a aderência dos dados ao modelo.

Adicionalmente, todas as análises estatísticas supracitadas serão conduzidas a partir dos *softwares* SPSS versão 25 e Jamovi 2.2.5, sendo assumido um erro padrão do tipo I mínimo de 5% ( $p < 0,05$ ) para todas as hipóteses testadas. Todos os gráficos serão construídos através da biblioteca *Matplotlib*, e todas as esperanças e desvios padrões dos dados que possuírem uma distribuição assimétrica serão estimados através da biblioteca *Scipy*, utilizando-se da plataforma *spyder* para desenvolvimento em *Python*.

## 8. RESULTADOS

### 8.1. Fase Piloto

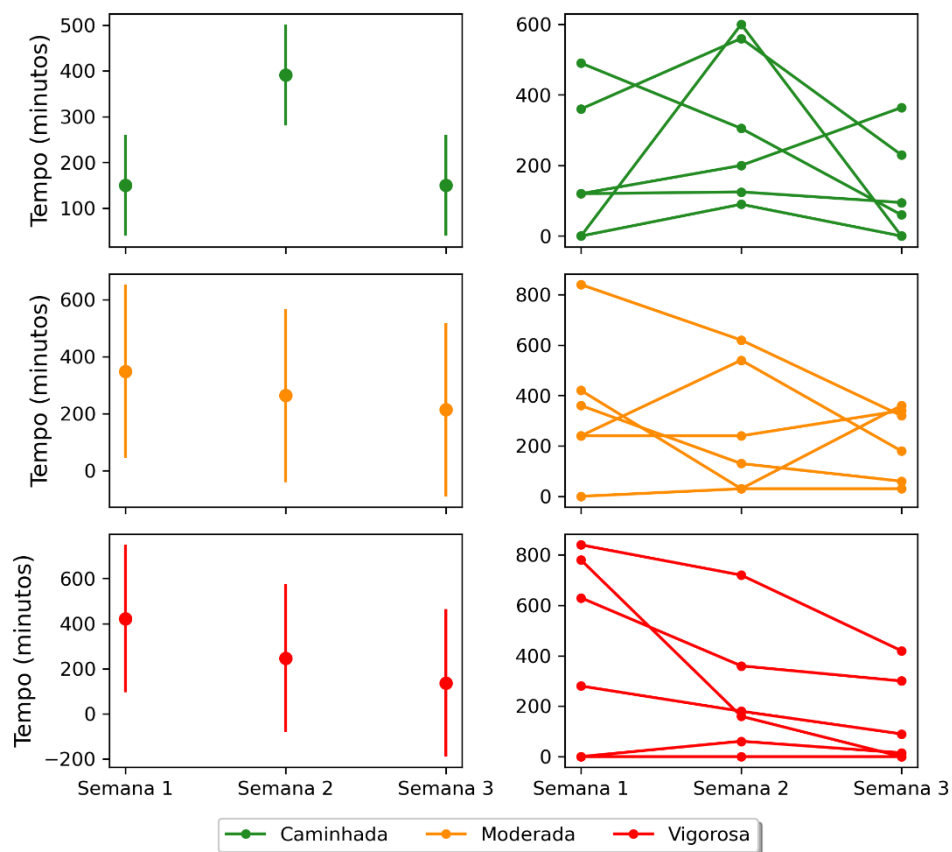
Em média (aritmética), os indivíduos inclusos na **fase piloto** apresentaram uma idade de 23.8 ( $\pm 4.38$ ; CI 95% = 20.3 – 27.3) anos, são todos homens, 50% (3) reportaram não exercer nenhuma atividade remunerada, 2 indivíduos reportaram ter ensino médio completo, 2 reportaram ter ensino superior completo e 2 reportaram ter pós-graduação completa. Adicionalmente, em média (aritmética), o *Fleem System*® se manteve coletando dados por 1290 ( $\pm 347$ ; CI 95% = 1230 – 1350) minutos diários, demonstrando que o *software* se manteve coletando dados por um período superior à 20 horas diárias.

A partir do GLMM utilizado para observar o efeito do tempo sobre as medidas de caminhada obtidas através do IPAQ, pôde-se observar um efeito significativo do tempo ( $X^2 (2) = 11.5$ ;  $p = 0.003$ ), sendo que, observou-se que os indivíduos apresentaram um maior volume de caminhada na semana 2 (401; 95% CI = 226.1 – 576) quando comparada à 1 (160; 95% CI = 49.5 - 271) e a 3 (160; 95% CI = 48.9 - 271).

A partir do GLMM utilizado, não se foi possível observar um efeito significativo do tempo ( $F (2) = 0.564$ ;  $p = 0.581$ ) sobre as medidas de AF de intensidade moderada obtidas através do IPAQ ao longo das três semanas.

A partir do GLMM utilizado, não se foi possível observar um efeito significativo do tempo sobre as medidas de AF de intensidade vigorosa obtidas através do IPAQ ( $X^2 (2) = 2.64$ ;  $p = 0.267$ ) ao longo das três semanas. Todos os dados correspondentes às medidas de AF obtidas através do IPAQ encontram-se expressos na figura 3.

Figura 3. Comportamento do nível de atividade física de intensidade moderada, vigorosa e caminhada ao longo de três semanas, expresso em esperança e intervalo de confiança (coluna da esquerda) e dados individuais (coluna da direita).



Analisando-se a consistência relativa das medidas de AF obtidas através do IPAQ, observou-se um ICC de 0.126 (95% CI = -0.225 – 0.721) para as medidas de caminhada obtidas ao longo das três semanas, um ICC de 0.302 (95% CI = -0.183 – 0.827) para as medidas de AF de intensidade moderada e um ICC de 0.562 (95% CI = 0.099 – 0.908) para as medidas de AF de intensidade vigorosa, demonstrando assim uma consistência relativa ao longo das semanas que variou entre baixa e moderada.

Analisando-se a consistência absoluta das medidas de AF obtidas através do IPAQ, pôde-se observar um EPM equivalente à 160.68 minutos para a quantidade de caminhada semanal reportada pelos indivíduos, um EPM de 185.33 minutos para a AF de intensidade moderada e um EPM de 177.80 minutos para a AF de intensidade vigorosa,

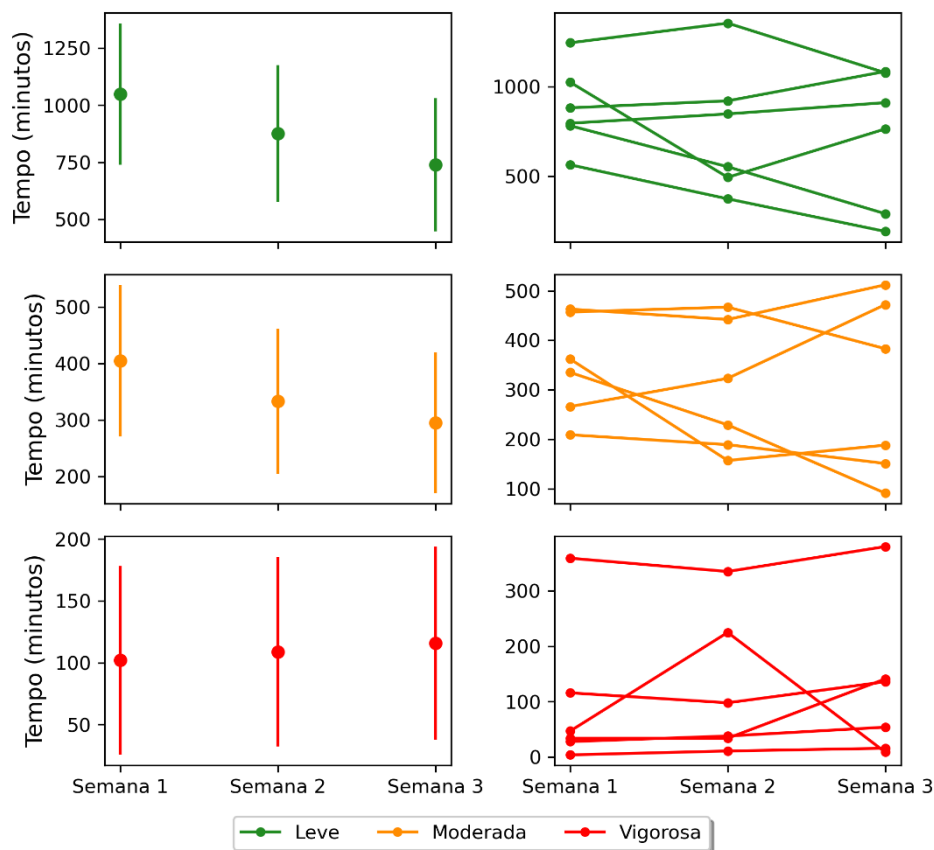
demonstrando assim uma possível incerteza associada as medidas de tendência central semanais obtidas superior à 100 minutos ( $> 1$  hora).

A partir do GLMM utilizado para observar o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade leve obtidas através do *Fleem System*®, observou-se um efeito significativo do tempo ( $X^2(2) = 19.9$ ;  $p = < 0,001$ ), sendo que, observou-se um nível de AF de intensidade leve em média 174 unidades inferior na semana 2 (876; 95% CI = 576 – 1176) quando comparada à 1 (1050; 95% CI = 740 – 1360;  $p = 0,023$ ) e em média 309 unidades inferior na semana 3 (740; 95% CI = 449 – 1031) quando comparada à 1 ( $p = < 0,001$ ).

Analisando-se o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade moderada obtidas através do *Fleem System*®, pôde-se observar um efeito significativo ( $X^2(2) = 7.59$ ;  $p = 0.022$ ) do tempo sobre as medidas, sendo que, observou-se que, em média, os indivíduos apresentaram um nível de AF de intensidade moderada 110.6 unidades menor na semana 3 (295; 95% CI = 170 - 419) quando comparada à 1 (405; 95% CI = 271 – 540;  $p = 0.006$ ).

Por fim, analisando-se o efeito do tempo sobre as medidas de AF de intensidade vigorosa obtidas através do *Fleem System*®, não se foi possível observar um efeito significativo ( $X^2(2) = 1.76$ ;  $p = 0.415$ ). Todos os dados correspondentes ao nível de AF obtido através do *smartphone* dos indivíduos encontram-se disponíveis na figura 4.

Figura 4. Comportamento do nível de atividade física de intensidade leve, moderada e vigorosa ao longo de três semanas, expresso em esperança e intervalo de confiança (coluna da esquerda) e dados individuais (coluna da direita).



Analisando-se a consistência relativa das medidas de AF obtidas através do *Fleem System*®, obteve-se um ICC de 0.708 (95% IC = 0.281 – 0.946) para as medidas de AF de intensidade leve obtidas ao longo das três semanas, obteve-se um ICC de 0.632 (95% CI = 0.143 – 0.930) para as medidas de AF de intensidade moderada e um ICC de 0.827 (95% CI = 0.477 – 0.971) para as medidas de AF de intensidade vigorosa, demonstrando assim uma consistência relativa que variou entre moderada e boa.

Analisando-se as medidas de consistência absoluta da AF obtida através do *Fleem System*®, observou-se um EPM de 168.23 minutos para as medidas de AF de intensidade leve obtidas ao longo das três semanas, um EPM de 91.08 minutos para a AF de intensidade moderada, assim como um EPM de 46.05 minutos para as medidas de AF de intensidade vigorosa, demonstrando que o erro da medida foi maior para as atividades

físicas de intensidade leve e moderada (> 1 hora) do que para as medidas de intensidade vigorosa.

Com o objetivo de observar o possível impacto de um tempo de monitoramento maior (ou menor) sobre a consistência das medidas de AF obtidas pelo IPAQ e pelo *Fleem System*®, nas tabelas 1 e 2 estão expressos o ICC e o EPM para as diferentes intensidades de AF obtidas, porém para os dados correspondentes à 2 e 3 semanas de coleta, individualmente.

Pôde-se observar que, para os dados do IPAQ (expressos na tabela 1), considerando os dados de 3 (três) semanas de monitoramento, o ICC para todas as intensidades foi inferior aos valores obtidos quando se considerando os dados das duas primeiras semanas de monitoramento. Já para o EPM, considerando os dados de 3 (três) semanas de monitoramento, observou-se uma redução no EPM da intensidade vigorosa e na caminhada reportada pelos indivíduos, quando comparados aos dados obtidos em apenas duas semanas de monitoramento, sendo possível observar que, apesar de um tempo maior de monitoramento ter reduzido a consistência relativa de algumas das medidas, para outras gerou um aumento na consistência absoluta.

Tabela 1. Consistência relativa e absoluta das medidas obtidas através do IPAQ, considerando 2 e 3 semanas de monitoramento.

	2 semanas			3 semanas		
	ICC	95% CI	EPM	ICC	95% CI	EPM
<b>Caminhada</b>	0,206	-0,529 – 0,821	194.29	0,126	-0,225 – 0,721	160.68
<b>Moderada</b>	0,595	-0,254 – 0,931	158.50	0,302	-0,183 – 0,827	185.33
<b>Vigorosa</b>	0,654	-0,047 – 0,940	196.61	0,562	0,099 – 0,908	177.80

Notas: ICC = Coeficiente de correlação intraclasse/ 95% CI = Intervalo de confiança de 95% para o ICC/ EPM = Erro padrão da medida.

Já para as medidas obtidas através do *Fleem System*® (tabela 2), pôde-se observar que um tempo de monitoramento equivalente à 3 (três) semanas gerou um maior valor de ICC para a AF de intensidade leve, enquanto fez com que o EPM associado a todas as intensidades de AF fossem maiores quando comparados aos obtidos para duas semanas de monitoramento. Sendo assim, pôde-se observar que, apesar de um maior tempo de monitoramento ter melhorado a consistência relativa de uma das intensidades de AF, gerou uma redução na consistência absoluta para todas as intensidades de AF obtidas através do *Fleem System*®.

Tabela 2. Consistência relativa e absoluta das medidas obtidas através do *Fleem System*®, considerando 2 e 3 semanas de monitoramento.

	2 semanas			3 semanas		
	ICC	95% CI	EPM	ICC	95% CI	EPM
<b>Leve</b>	0,661	-0,059 – 0,942	165.45	0,708	0,281 – 0,946	168.23
<b>Moderada</b>	0,663	-0,059 – 0,943	61.44	0,632	0,143 – 0,930	91.08
<b>Vigorosa</b>	0,840	0,295 – 0,976	48.21	0,827	0,477 – 0,971	46.05

Notas: ICC = Coeficiente de correlação intraclasse/ 95% CI = Intervalo de confiança de 95% para o ICC/ EPM = Erro padrão da medida.

Por fim, observando-se o impacto do EPM sobre o nível de “confiança” /precisão das medidas obtidas através do IPAQ e do *Fleem System*®, nas tabelas 3 e 4 estão expressos os valores observados para cada uma das medidas obtidas para cada um dos indivíduos e seu respectivo intervalo de confiança de 95%, construído através das medidas de EPM de cada uma das intensidades de AF.

Com base nisso, pode-se ter como exemplo a medida de caminhada obtida para o indivíduo 1 na primeira semana, na qual foi reportado um valor equivalente à 120 minutos, entretanto, considerando-se o intervalo de confiança de 95% construído com base no EPM, pode-se dizer que o valor “real” correspondente à caminhada deste

indivíduo na referida semana pode estar contido em um intervalo entre -194.93 e 434.93 minutos, demonstrando a magnitude da incerteza/imprecisão associada às medidas obtidas.

Tabela 3 – Valores observados e intervalos de confiança de 95% para os possíveis valores “reais” das medidas de atividade física obtidas através do IPAQ.

	1 Semana		2 Semana		3 Semana	
	Observado	95% CI	Observado	95% CI	Observado	95% CI
<b>Caminhada</b>						
1	120	-194.93 – 434.93	125	-189.93 - 439.93	95	-219.93 - 409.93
2	120	-194.93 – 434.93	200	-114.93 - 514.93	364	49.06 - 678.93
3	490	175.06 – 804.93	305	-9.93 - 619.93	60	-254.93 - 374.93
4	0	-314.93 – 314.93	90	-224.93 - 404.93	0	-314.93 - 314.93
5	0	-314.93 – 314.93	600	285.06 - 914.93	0	-314.93 - 314.93
6	360	45.06 – 674.93	560	245.06 - 874.93	230	-84.93 - 544.93
<b>Moderada</b>						
1	240	-123.24 - 603.25	340	-23.24 - 703.25	240	-123.24 - 603.24
2	240	-123.24 - 603.25	540	176.75 - 903.25	180	-183.24 - 543.24
3	0	-363.24 - 363.24	30	-333.24 - 393.25	360	-3.24 - 723.24
4	420	56.75 - 783.25	30	-333.24 - 393.25	30	-333.24 - 393.24
5	360	-3.24 - 723.25	130	-233.24 - 493.25	60	-303.24 - 423.24
6	840	476.75 - 1203.20	620	256.75 - 983.25	320	-43.24 - 683.24
<b>Vigorosa</b>						
1	0	-348.48 - 348.48	0	-348.48 - 348.48	0	-348.48 - 348.48
2	0	-348.48 - 348.48	61	-287.48 - 409.49	15	-333.48 - 363.48
3	630	281.51 - 978.49	360	11.51 - 708.49	300	-48.48 - 648.48
4	780	431.51 - 1128.50	160	-188.48 - 508.49	0	-348.48 - 348.48
5	280	-68.48 - 628.49	180	-168.48 - 528.49	90	-258.48 - 438.48
6	840	491.51 - 1188.50	720	371.51 - 1068.5	420	71.51 - 768.48

Notas: Os números correspondem ao ID de cada indivíduo/ 95% CI = Intervalo de confiança de 95% para o valor de atividade física obtido, baseando-se no erro padrão da medida observado.



Tabela 4 – Valores observados e intervalos de confiança de 95% para os possíveis valores “reais” das medidas de atividade física obtidas através do *Fleem System*®.

	1 Semana		2 Semana		3 Semana	
	Observado	95% CI	Observado	95% CI	Observado	95% CI
<b>Leve</b>						
1	795	465.26 - 1124.73	847	517.26 - 1176.73	910	580.26 - 1239.73
2	563	233.26 - 892.73	373	43.26 - 702.73	191	-138.73 - 520.73
3	781	451.26 - 1110.73	552	222.26 - 881.73	290	-39.73 - 619.73
4	1024	694.26 - 1353.73	493	163.26 - 1249.73	763	433.26 - 1092.73
5	881	551.26 - 1210.73	920	590.26 - 1249.73	1084	754.26 - 1413.73
6	1244	914.26 - 1573.73	1354	1024.27 - 1683.73	1077	747.26 - 1406.73
<b>Moderada</b>						
1	266	87.48 - 444.51	323	144.48 - 501.51	472	293.48 - 650.51
2	209	30.48 - 387.51	189	10.48 - 367.51	151	-27.51 - 329.51
3	335	156.48 - 513.51	229	50.48 - 407.51	91	-87.51 - 269.51
4	362	183.48 - 540.51	157	-21.51 - 335.51	188	9.48 - 366.51
5	463	284.48 - 641.51	442	263.48 - 620.51	512	333.48 - 690.51
6	457	278.48 - 635.51	467	288.48 - 645.51	383	204.48 - 561.51
<b>Vigorosa</b>						
1	4	-86.25 - 94.25	11	-79.25 - 101.25	16	-74.25 - 106.25
2	116	25.74 - 206.25	98	7.74 - 188.25	136	45.74 - 226.25
3	47	-43.25 - 137.25	225	134.74 - 315.25	9	-81.25 - 99.25
4	28	-62.25 - 118.25	38	-52.25 - 128.25	54	-36.25 - 144.25
5	34	-56.25 - 124.25	34	-56.25 - 124.25	141	50.74 - 231.25
6	359	268.74 - 449.25	335	244.74 - 425.25	380	289.74 - 470.25

Notas: Os números correspondem ao ID de cada indivíduo/ 95% CI = Intervalo de confiança de 95% para o valor de atividade física obtido, baseando-se no erro padrão da medida observado.

## 9. OBSERVAÇÕES PARCIAIS

A partir dos dados obtidos através da fase piloto do estudo, pode-se ter uma expectativa acerca da exequibilidade do projeto, assim como eventuais dificuldades que venham a surgir durante a fase principal do mesmo, a citar:

- 1) Foi observado um problema de compatibilidade do *Fleem System*® com dispositivos da marca Xiaomi, possivelmente devido a restrições impostas por estes modelos aos recursos que se mantém funcionando em segundo plano, encerrando o *Fleem System*® com o objetivo de evitar um consumo excessivo de

bateria do dispositivo, como já citado em um estudo anterior (WANG; KÖNIG; REITERER, 2021);

- 2) Após instalado o *Fleem System*® no *smartphone* dos participantes, este exibe uma notificação na barra de tarefas indicando que está coletando dados de acelerometria, neste sentido, é importante o monitoramento e contato contínuo com os participantes, para assegurar que de fato essa notificação esteja aparecendo, o que pode vir a ser intrusivo e levar à evasão de alguns indivíduos do estudo;
- 3) Somado à notificação que o *Fleem System*® gera, é importante que haja o monitoramento contínuo do banco de dados ao qual o mesmo envia os dados, para se assegurar de que estes dados estão sendo coletados e efetivamente sincronizados, o que limita o número de indivíduos que podem ser monitorados de uma única vez, fazendo com que o processo de recrutamento dos indivíduos venha a ser feito de forma fragmentada;
- 4) Dada a necessidade de que o processo de recrutamento e monitoramento dos indivíduos venha a ser feito de forma fragmentada, isto é, o recrutamento dos 71 indivíduos estimados tenha que ser feito em diferentes “blocos” de aproximadamente 20 indivíduos, haverá a necessidade de que se haja o devido controle para que essa coleta ocorra em um único período do ano, evitando assim a necessidade de que haja um controle nas análises estatísticas para o possível efeito da sazonalidade.

## 10. REFERÊNCIAS

AADLAND, E.; YLVISÅKER, E. Reliability of objectively measured sedentary time and physical activity in adults. **PLoS ONE**, v. 10, n. 7, p. 1–13, 2015.

AINSWORTH, B. et al. The Current State of Physical Activity Assessment Tools. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 57, n. 4, p. 387–395, 2015.

AL-MOHANNADI, A. S. et al. Impact of climatic conditions on physical activity: A 2-year cohort study in the arabian gulf region. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 13, n. 9, p. 929–937, 2016.

- ALLEN, M. J.; YEN, W. M. **Introduction to Measurement Theory**. 1979.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 2018.
- ANDERSON, C. L.; FELDMAN, D. B. Hope and Physical Exercise: The Contributions of Hope, Self-Efficacy, and Optimism in Accounting for Variance in Exercise Frequency. **Psychological Reports**, 2019.
- ASANO, R. Y. Acute effects of physical exercise in type 2 diabetes: A review. **World Journal of Diabetes**, v. 5, n. 5, p. 659, 2014.
- ASANO, R. Y. et al. Bradykinin, insulin, and glycemia responses to exercise performed above and below lactate threshold in individuals with type 2 diabetes. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 50, n. 11, p. 1–11, 2017.
- BAILEY, A. P. et al. Treating depression with physical activity in adolescents and young adults: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Psychological Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1068–1083, 2018.
- BINGHAM, D. D. et al. Accelerometer data requirements for reliable estimation of habitual physical activity and sedentary time of children during the early years - a worked example following a stepped approach. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 20, p. 2005–2010, 2016.
- CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. 16 abr. 1985.
- CHAN, C. B.; RYAN, D. A. Assessing the effects of weather conditions on physical activity participation using objective measures. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 6, n. 10, p. 2639–2654, 2009.
- CLARK, S. et al. Clustering Accelerometer Activity Patterns from the UK Biobank Cohort. **Sensors**, 2021.
- CLELAND, C. et al. Built environment correlates of physical activity and sedentary behaviour in older adults: A comparative review between high and low-middle income countries. **Health and Place**, v. 57, n. July 2018, p. 277–304, 2019.

CSAKY, W. L. et al. Effects of Self-Monitoring Physical Activity Using Technology in Primary Care: A Pilot Intervention. **Journal of Doctoral Nursing Practice**, v. 14, n. 2, p. 155–161, 1 jul. 2021.

DE VET, H. C. W. et al. Spearman–Brown prophecy formula and Cronbach’s alpha: different faces of reliability and opportunities for new applications. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 85, p. 45–49, 2017.

DE VRIES, P. R. et al. Natural variability of daily physical activity measured by accelerometry in children with a mitochondrial disease. **Mitochondrion**, v. 47, n. April, p. 30–37, 2019.

DILLON, C. B. et al. Number of days required to estimate habitual activity using wrist-worn geneActiv accelerometer: A cross-sectional study. **PLoS ONE**, v. 11, n. 5, p. 1–11, 2016.

FREEDSON, P. S.; MELANSON, E.; SIRARD, J. **Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer**, 1998.

FUND, W. C. R. **Physical activity and the risk of cancer**. Disponível em: <<https://www.wcrf.org/dietandcancer/exposures/physical-activity>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

GRAY, K. E. et al. Improvements in physical activity and some dietary behaviors in a community health worker-led diabetes self-management intervention for adults with low incomes: results from a randomized controlled trial. **Translational Behavioral Medicine**, v. 11, n. 12, p. 2144–2154, 14 dez. 2021.

HAGSTRÖMER, M.; OJA, P.; SJÖSTRÖM, M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. **Public Health Nutrition**, v. 9, n. 6, p. 755–762, 2006.

HART, T. L. et al. How many days of monitoring predict physical activity and sedentary behaviour in older adults? **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 62, 2011.

HENRIKSEN, A. et al. Consumer-based activity trackers as a tool for physical activity monitoring in epidemiological studies during the COVID-19 pandemic: Development and usability study. **JMIR Public Health and Surveillance**, v. 7, n. 4, 2021.

ISHIZAKI, M. T. **Comparação entre gasto calórico durante caminhada calculado com dispositivos celulares diferentes utilizando sistema online e software off-line.**

[s.l.] Universidade de Mogi das Cruzes, 2013.

JOSEFSSON, T.; LINDWALL, M.; ARCHER, T. Physical exercise intervention in depressive disorders: Meta-analysis and systematic review. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 2, p. 259–272, 2014.

KANDOLA, A. et al. Depressive symptoms and objectively measured physical activity and sedentary behaviour throughout adolescence: a prospective cohort study. **The Lancet Psychiatry**, v. 7, n. 3, p. 262–271, 2020.

KIM, I. G.; SO, W. Y. The relationship between household income and physical activity in Korea. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 26, n. 12, p. 1887–1889, 2014.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016.

KREIDLER, S. M. et al. GLIMPSE: Online Power Computation for Linear Models with and without a Baseline Covariate. **Journal of statistical software**, v. 54, n. 10, p. 612–615, set. 2013.

KYU, H. H. et al. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **Bmj**, p. i3857, 2016.

LANZA, K.; STONE, B.; HAARDÖRFER, R. How race, ethnicity, and income moderate the relationship between urban vegetation and physical activity in the United States. **Preventive Medicine**, v. 121, n. 1520803, p. 55–61, 2019.

LEVIN, S. et al. Intra-individual variation and estimates of usual physical activity. **Annals of Epidemiology**, v. 9, n. 8, p. 481–488, 1999.

MATSUDO, S. et al. Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estupo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 2012.

MCDOWELL, C. P.; MACDONNCHA, C.; HERRING, M. P. Brief report:

Associations of physical activity with anxiety and depression symptoms and status among adolescents. **Journal of Adolescence**, v. 55, p. 1–4, 2017.

MIELGO-AYUSO, J. et al. Physical activity patterns of the spanish population are mostly determined by sex and age: Findings in the ANIBES study. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, p. 1–22, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. **Guia de atividade física para a população brasileira**. 2020.

MITCHELL, D. C. et al. Physical activity and common tasks of California farm workers: California Heat Illness Prevention Study (CHIPS). **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 15, n. 12, p. 857–869, 2018.

MOREIRA, A. D. et al. Validade e reprodutibilidade de inquérito telefônico de atividade física no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, n. 1, p. 136–146, 2017.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. **Mesh - Adult**. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68000328>>.

O'NEAL, W. T. et al. Objectively Measured Physical Activity and the Risk of Atrial Fibrillation (from the REGARDS Study). **American Journal of Cardiology**, v. 128, p. 107–112, 2020.

PAN, W. Akaike's Information Criterion in Generalized Estimating Equations. **Biometrics**, n. March, p. 120–125, 2001.

RANA, B. et al. Occupational Physical Activity and Lung Cancer Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, 2020.

RHODES, R. E.; KATES, A. Can the Affective Response to Exercise Predict Future Motives and Physical Activity Behavior? A Systematic Review of Published Evidence. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 49, n. 5, p. 715–731, 2015.

SAINT-MAURICE, P. F. et al. Association of Daily Step Count and Step Intensity with Mortality among US Adults. **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 323, n. 12, p. 1151–1160, 2020.

SHEPHARD, R. J.; AOYAGI, Y. Seasonal variations in physical activity and

implications for human health. **European Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 3, p. 251–271, 2009.

SILVA, A. G. et al. Effectiveness of Mobile Applications Running on Smartphones to Promote Physical Activity: A Systematic Review with Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, p. 2251, 27 mar. 2020.

TASKESSEN, E. **distfit - Probability density fitting**, 2020. Disponível em: <<https://erdogant.github.io/distfit/pages/html/index.html>>

TUCKER, P.; GILLILAND, J. The effect of season and weather on physical activity: A systematic review. **Public Health**, v. 121, n. 12, p. 909–922, 2007.

TURRISI, T. B. et al. Seasons, weather, and device-measured movement behaviors: a scoping review from 2006 to 2020. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 18, n. 1, p. 1–26, 2021.

WANG, Y.; KÖNIG, L. M.; REITERER, H. A smartphone app to support sedentary behavior change by visualizing personal mobility patterns and action planning (SedVis): Development and pilot study. **JMIR Formative Research**, v. 5, n. 1, p. 1–18, 2021.

WARRENS, M. J. Some Relationships Between Cronbach's Alpha and the Spearman-Brown Formula. **Journal of Classification**, v. 32, n. 1, p. 127–137, 2015.

WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **Journal of strength and conditioning research**, v. 19, n. 1, p. 231–240, 2005.

WHO. **Physical activity**. 2018.

YASUNAGA, A. et al. Sex, age, season, and habitual physical activity of older Japanese: The Nakanojo study. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 16, n. 1, p. 3–13, 2008.

ZANIN, N. B. et al. Quantificação dos níveis de sedentarismo e atividade física em crianças utilizando Smartphone. **Xii Simpósio De Engenharia Biomédica**, p. 2–5, 2019.

ZAPATA-LAMANA, R. et al. The practice of vigorous physical activity is related to a

higher educational level and income in older women. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 20, 2021.



## 11. RELATÓRIO DE ATIVIDADES

**Nome:** Douglas Silva Alves

**Nº USP:** 11160149

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Yukio Asano

**Título do projeto de pesquisa:** Consistência da medida de atividade física semanal de adultos obtida por meio do IPAQ e smartphone

**Resumo:** A medida do nível de Atividade Física (AF) tem sido utilizada pela comunidade científica para diversos fins, principalmente na área da saúde, tornando essencial que a classificação de seus diferentes níveis de prática seja precisa e confiável. Neste sentido, atualmente existem diferentes estudos que pautam-se em medidas de AF obtidas ao longo de 7 dias por meio de questionários como o IPAQ ou acelerômetros, assumindo tal medida como representativa do comportamento habitual dos indivíduos. Entretanto, tendo em vista que o nível de AF de um indivíduo está sujeito a influência de aspectos sociais, psicológicos e ambientais, coloca-se em dúvida se 7 dias são de fato o suficiente para se obter uma medida consistente, destacando assim a importância de que se haja uma maior compreensão acerca da consistência da medida do nível de AF de indivíduos adultos ao longo de diferentes semanas. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é analisar a consistência da medida de AF semanal de adultos obtida por meio do IPAQ e smartphone. Para tal, serão recrutados 71 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 18 e 44 anos, estes serão instruídos a instalar em seu smartphone um aplicativo que será utilizado para monitorar o nível de AF diário deles ao longo de cinco semanas, sendo orientados também a responderem o IPAQ ao final de cada uma destas cinco semanas. Tendo os dados de AF semanal obtidos através do IPAQ e acelerômetros, será analisado o efeito do tempo sobre a AF de diferentes intensidades por meio de Modelos Generalizados Mistos, assim como, será estimada a consistência relativa e absoluta da AF em diferentes intensidades, considerando os dados obtidos ao longo de 2, 3, 4 ou 5 semanas isoladamente.

### APRESENTAÇÃO

O presente relatório de atividades é pré-requisito para o Exame de Qualificação de Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP).

O aluno se matriculou e ingressou no presente programa de Pós-Graduação no dia 31 de Maio de 2021 e possui como data limite para depósito da Dissertação o dia 31 de Maio de 2024.

Até o presente momento o aluno cumpriu 35 créditos já validados junto ao programa, assim como 7 créditos ainda não validados, totalizando assim 42 créditos realizados em disciplinas obrigatórias e não obrigatórias.

Além disso, o aluno realizou o Estágio Supervisionado em Docência e a Preparação Pedagógica através do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), onde tem atuado como monitor da disciplina de Fisiologia do Exercício. Adicionalmente, o aluno é membro do Grupo de Estudos em Psicofisiologia do Exercício (GEPsE) da Universidade de São Paulo, cujo é liderado pelo Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires, possui parceria com o Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes, liderado pelo Prof. Dr. Daniel Gustavo Goroso e é membro do Laboratório de Ciências da Atividade Física (LabCAF) da Escola de Artes, Ciências de Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), onde tem a experiência de manusear equipamentos atrelados à prática científica, tais como o analisador de trocas gasosas (Quark b2, Cosmed, Italy), analisador de atividade eletrofisiológica cortical, eletroencefalograma (EEG), analisador de atividade eletrofisiológica muscular, eletromiograma (EMG), assim como da análise de aspectos psicobiológicos atrelados à prática de exercícios físicos.

Ademais, ao longo da formação científica (que se iniciou anteriormente ao Mestrado, por volta do primeiro e segundo semestre da graduação) o aluno tem focado em temas atrelados à filosofia da ciência, metodologia de pesquisa científica e análise de dados, tendo assim realizado disciplinas e cursos que o auxiliaram a construir uma estrutura de estudo que o "capacite" nestes temas.

Até o presente momento, o mesmo é membro revisor da "Revista Brasileira de Ciência e Movimento", teve um artigo aceito para publicação intitulado de "Estabelecendo regras por meio de machine learning para modulação de previsões de afeto e esforço", participou da condução de duas revisões narrativas, intituladas respectivamente de "Arousal in physical exercise scenarios: guidelines about concept and measure" e "A narrative review about exercise and physical activity self-efficacy: history, current concerns, and guidelines about measurement", sendo que o último já foi

submetido à revista intitulada de "International Review of Sport and Exercise Psychology". O aluno também está envolvido na condução de uma revisão sistemática intitulada de "Analgesics usage to improve exercise performance: A systematic review and meta-analysis" e prestou consultoria em análise de dados à um grupo de pesquisa em impactos psicopatológicos da COVID-19 da Faculdade de Medicina do Campus Altamira da Universidade Federal do Pará (UFPA).

### **Disciplinas concluídas:**

CAF5006-2/1 - Análise Biomecânica do Movimento Humano – Conceito: A;

EAH5001-1/5 - Preparação Pedagógica – Conceito: A;

EFR5002-2/2 - Metodologia da Pesquisa Científica em Educação Física e Esporte (Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo) – Conceito: A;

FLF5290-1/1 - Filosofia da Ciência (Teorias Contemporâneas de Ciência) (Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Universidade de São Paulo) – Conceito: A;

CAF5030-1/1 - Criação, Produção e Comunicação Científica nas Ciências do Exercício – Conceito: A;

Crédito Externo - Estatística Aplicada à Psicobiologia – Nível I (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO) – Conceito: A;

Crédito Externo - Estatística Aplicada à Psicobiologia – Nível II (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO) – Conceito: A.

### **Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE):**

ACH0655-1 - Fisiologia do Exercício.

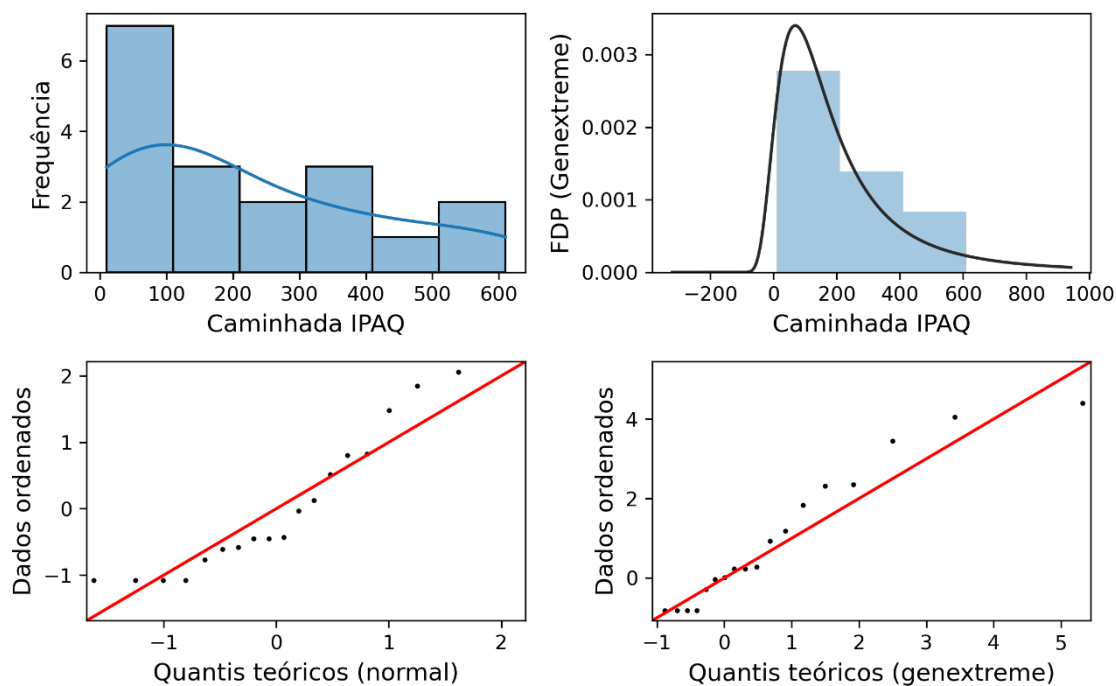
### **Revisor de periódico:**

Revista Brasileira de Ciência e Movimento (RBCM).



## APÊNDICE A – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (CAMINHADA – IPAQ)

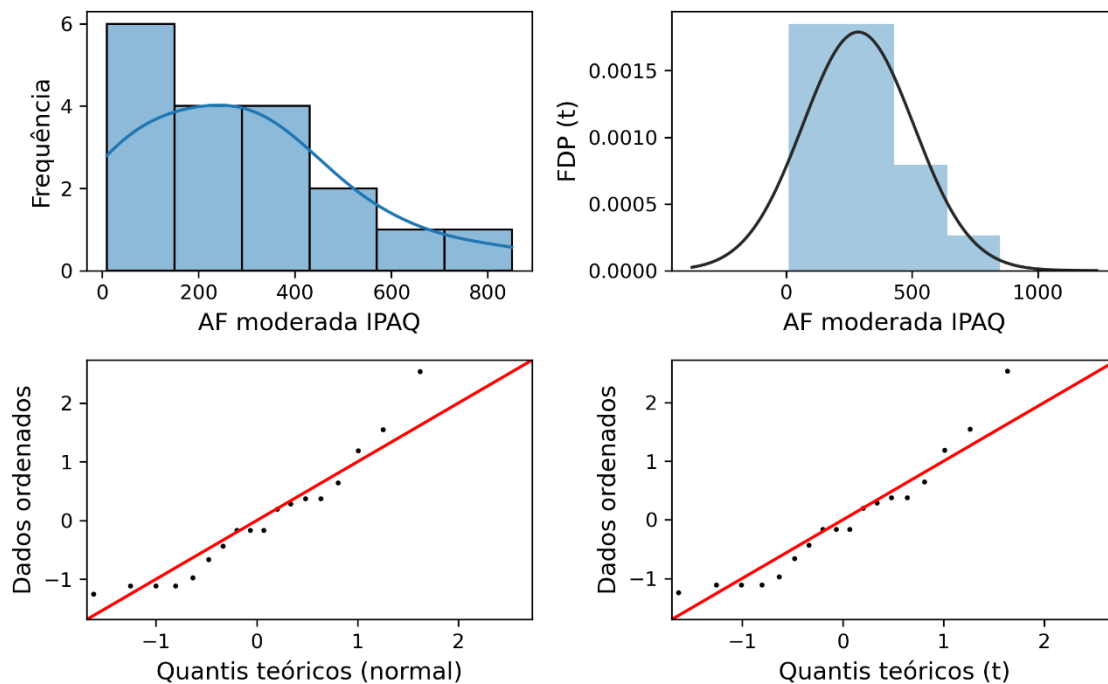
Figura 5 – Distribuição do nível de caminhada obtido pelo IPAQ ao longo das três semanas



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente os dados correspondentes ao nível de caminhada obtido através do IPAQ, por meio de um histograma com uma estimativa de densidade kernel e um histograma com uma curva de função de densidade de probabilidade da distribuição Genextreme. Já na segunda linha estão expressos, respectivamente gráficos quantil-quantil comparando os dados de caminhada com os quantis de uma distribuição normal e genextreme.

## APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA – IPAQ)

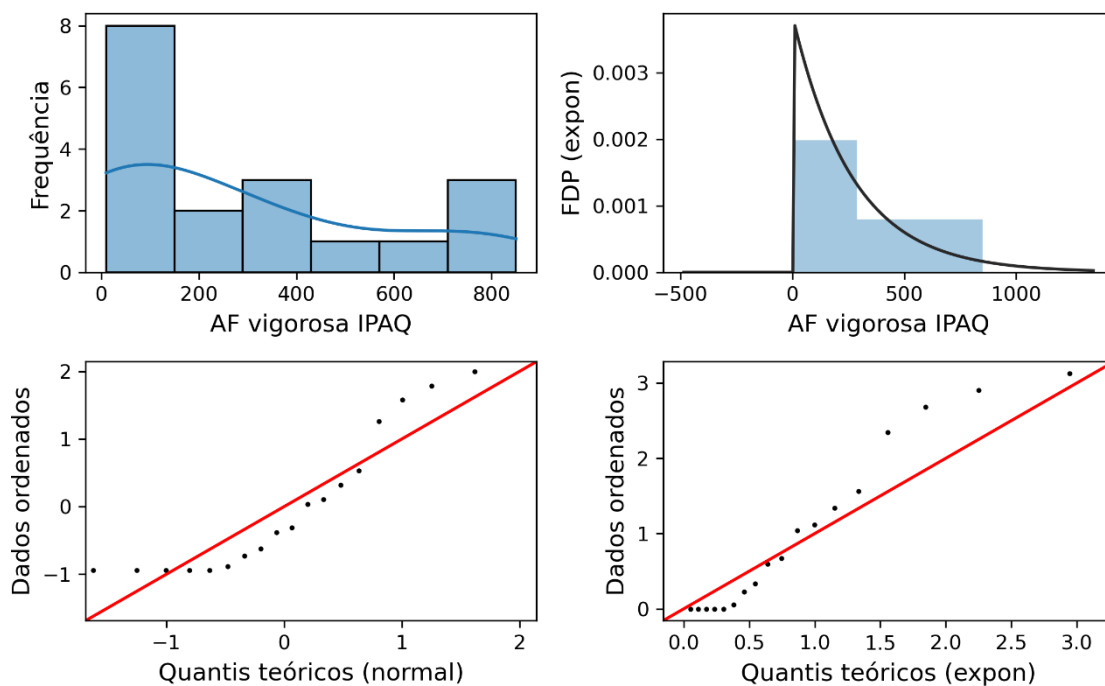
Figura 6 – Distribuição do nível de atividade física de intensidade moderada obtido pelo IPAQ ao longo das três semanas



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente os dados correspondentes ao nível de atividade física de intensidade moderada obtido através do IPAQ, por meio de um histograma com uma estimativa de densidade kernel e um histograma com uma curva de função de densidade de probabilidade da distribuição t. Já na segunda linha estão expressos, respectivamente gráficos quantil-quantil comparando os dados de atividade física de intensidade moderada com os quantis de uma distribuição normal e t.

## APÊNDICE C – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA – IPAQ)

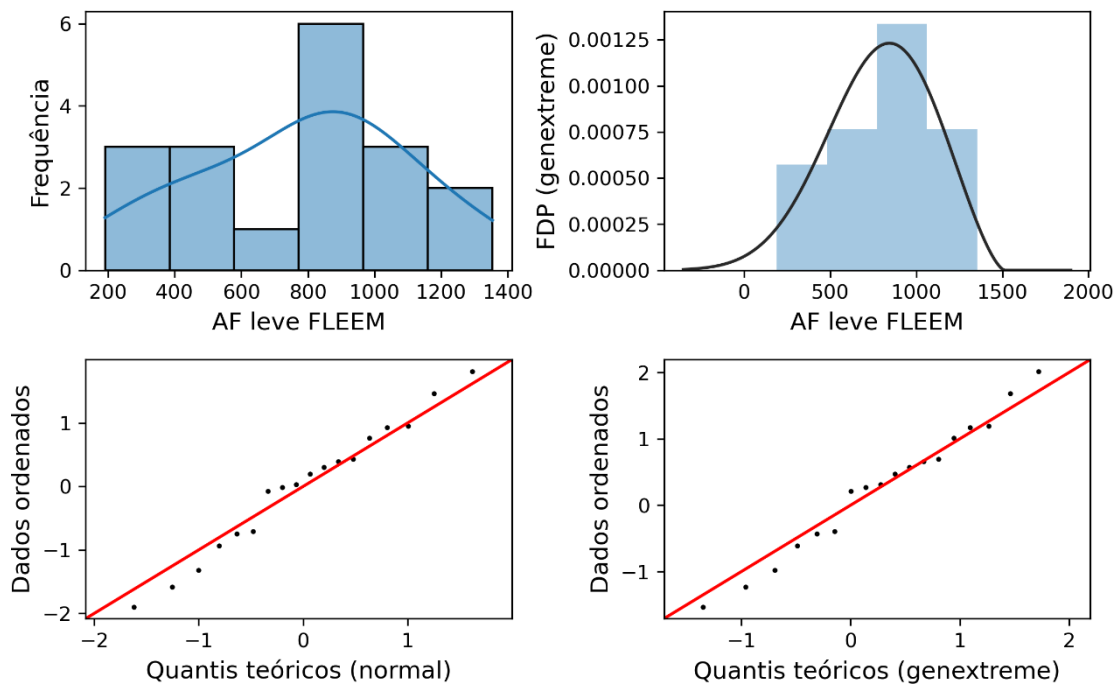
Figura 7 – Distribuição do nível de atividade física de intensidade vigorosa obtido pelo IPAQ ao longo das três semanas



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente os dados correspondentes ao nível de atividade física de intensidade vigorosa obtido através do IPAQ, por meio de um histograma com uma estimativa de densidade kernel e um histograma com uma curva de função de densidade de probabilidade da distribuição exponencial. Já na segunda linha estão expressos, respectivamente gráficos quantil-quantil comparando os dados de atividade física de intensidade moderada com os quantis de uma distribuição normal e exponencial.

## APÊNDICE D – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE LEVE – FLEEM SYSTEM)

Figura 8 – Distribuição do nível de atividade física de intensidade leve obtido pelo *Fleem System*® ao longo das três semanas

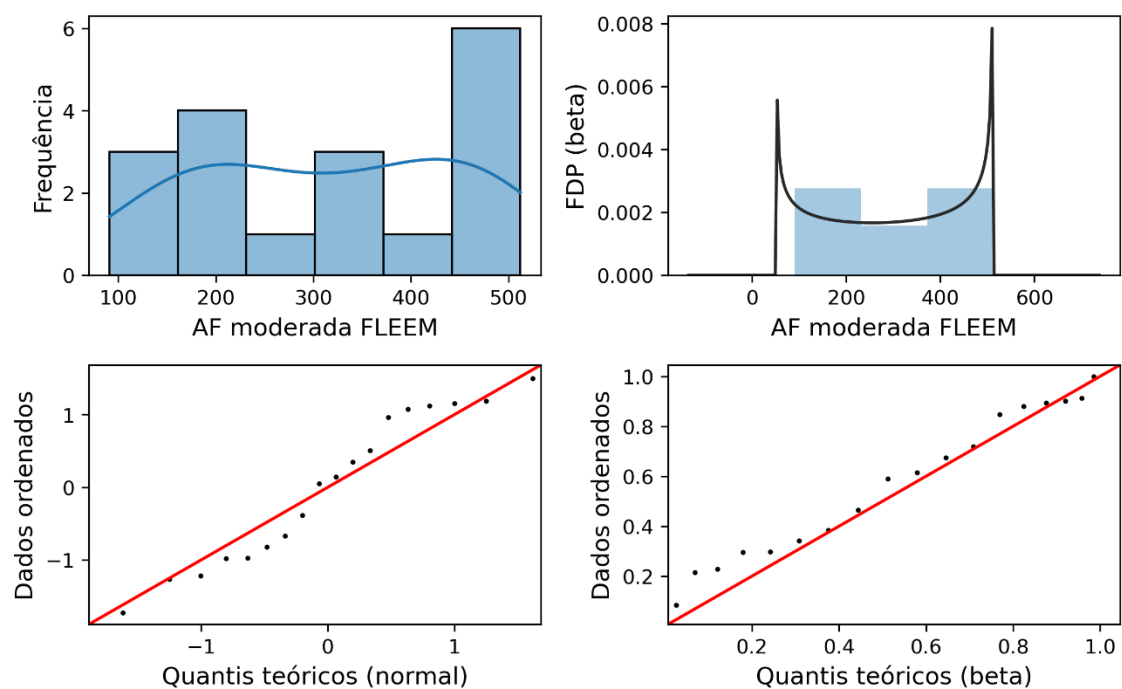


Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente os dados correspondentes ao nível de atividade física de intensidade leve obtido através do *Fleem System*®, por meio de um histograma com uma estimativa de densidade kernel e um histograma com uma curva de função de densidade de probabilidade da distribuição generalizada de valor extremo. Já na segunda linha estão expressos, respectivamente gráficos quantil-quantil comparando os dados de atividade física de intensidade moderada com os quantis de uma distribuição normal e generalizada de valor extremo.



## APÊNDICE E – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA – FLEEM SYSTEM)

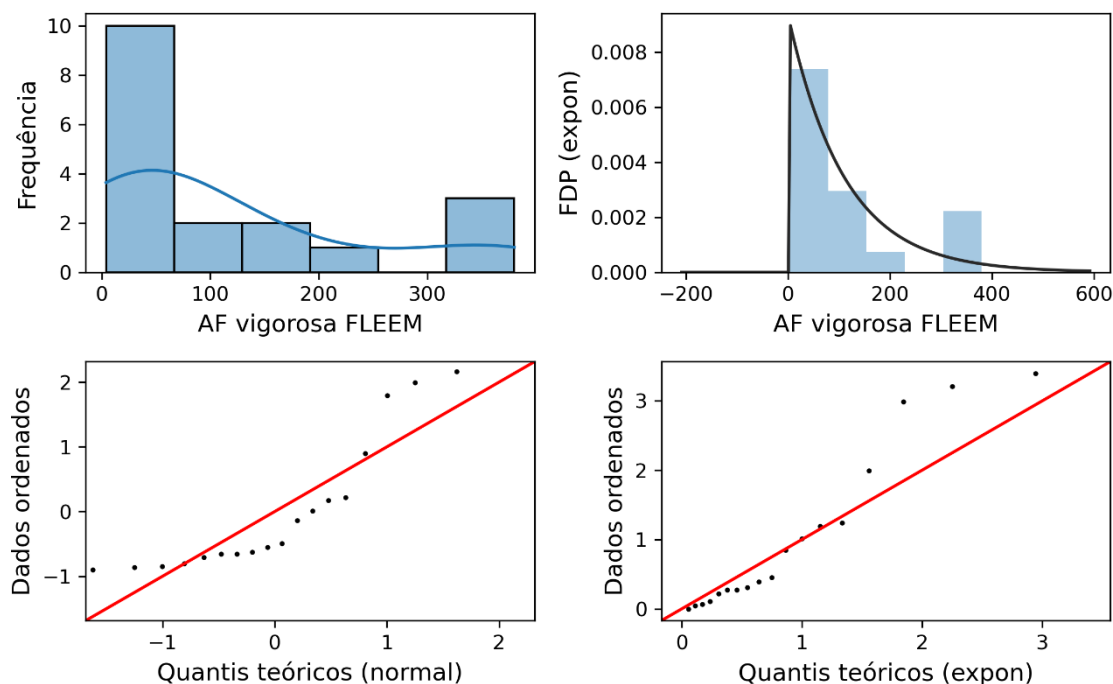
Figura 9 – Distribuição do nível de atividade física de intensidade moderada obtido pelo *Fleem System*® ao longo das três semanas



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente os dados correspondentes ao nível de atividade física de intensidade leve obtido através do *Fleem System*®, por meio de um histograma com uma estimativa de densidade kernel e um histograma com uma curva de função de densidade de probabilidade da distribuição beta. Já na segunda linha estão expressos, respectivamente gráficos quantil-quantil comparando os dados de atividade física de intensidade moderada com os quantis de uma distribuição normal e beta.

**APÊNDICE F – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES**  
**(ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA – FLEEM SYSTEM)**

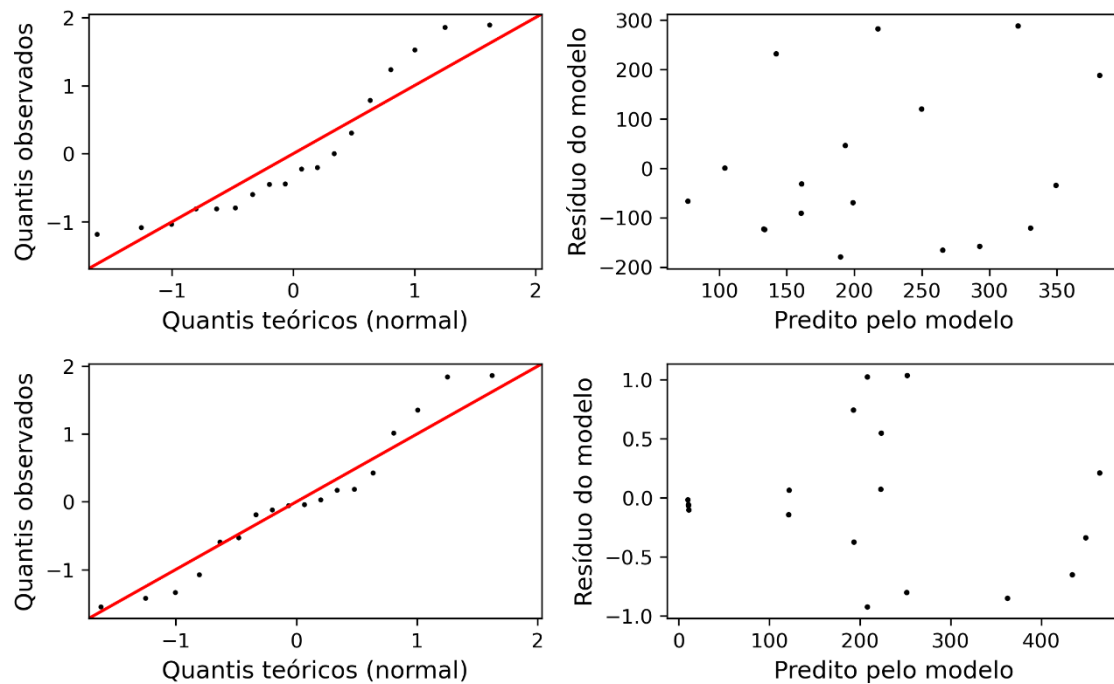
Figura 10 – Distribuição do nível de atividade física de intensidade vigorosa obtido pelo *Fleem System*® ao longo das três semanas



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente os dados correspondentes ao nível de atividade física de intensidade vigorosa obtido através do *Fleem System*®, por meio de um histograma com uma estimativa de densidade kernel e um histograma com uma curva de função de densidade de probabilidade da distribuição exponencial. Já na segunda linha estão expressos, respectivamente gráficos quantil-quantil comparando os dados de atividade física de intensidade vigorosa com os quantis de uma distribuição normal e exponencial.

## APÊNDICE G – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (CAMINHADA - IPAQ)

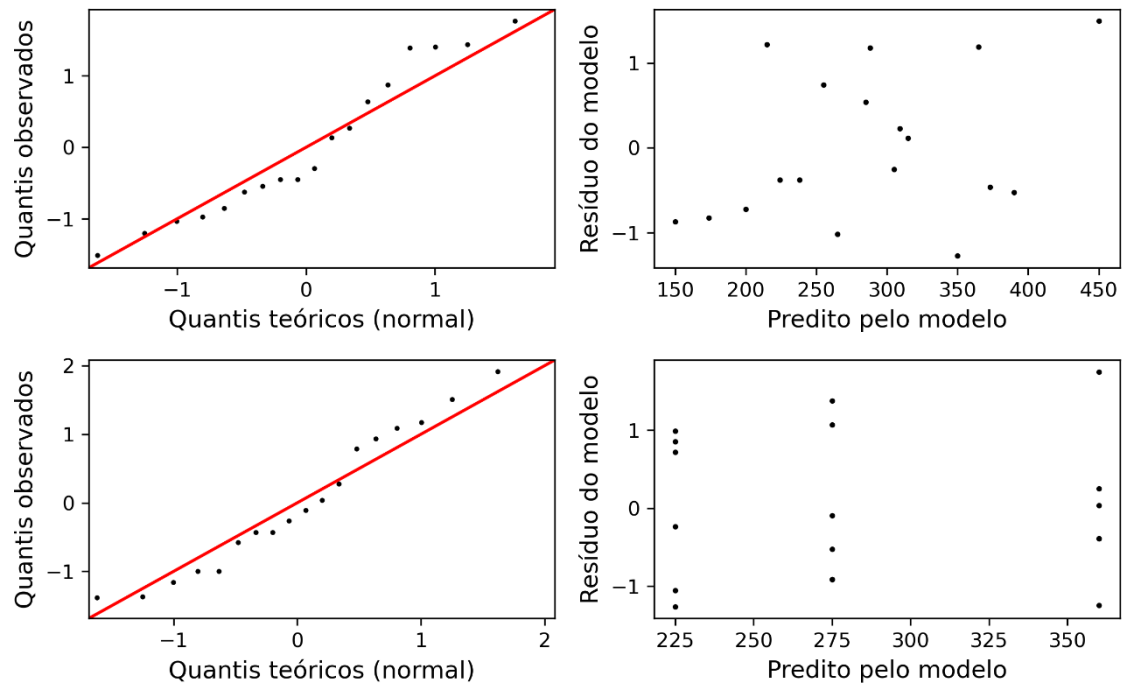
Figura 11 – Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de caminhada obtidas através do IPAQ.



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Linear em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Linear pelos dados preditos pelo mesmo modelo. Já na segunda linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma pelos dados preditos pelo mesmo modelo.

**APÊNDICE H – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs  
CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA -  
IPAQ)**

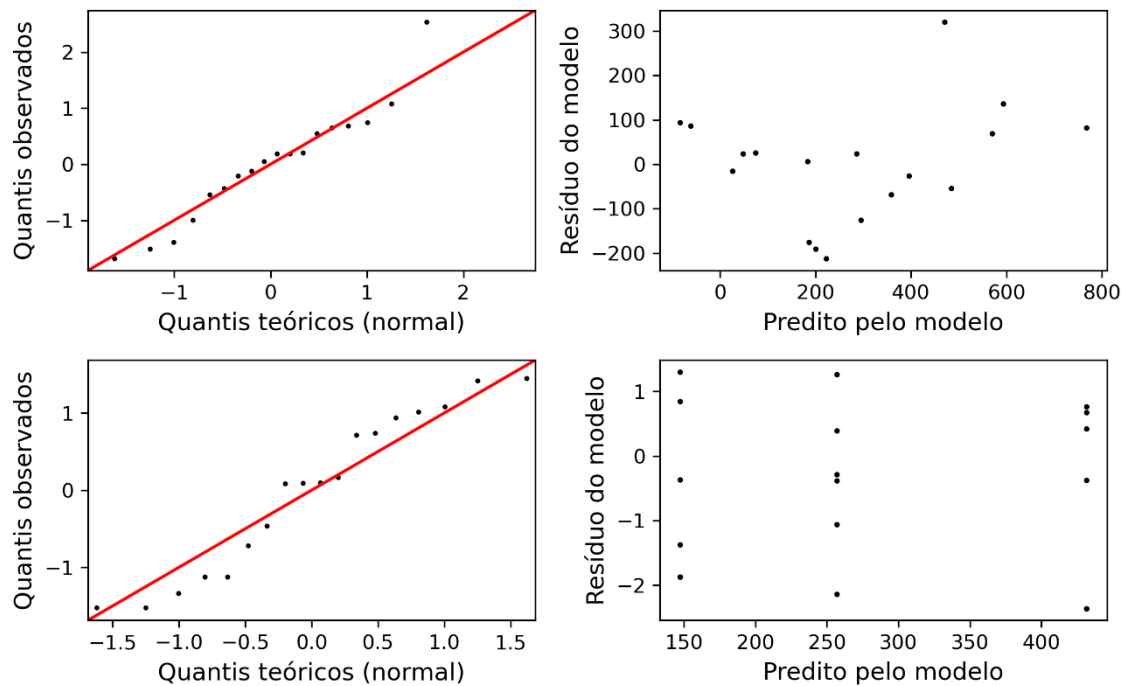
Figura 12 – Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade moderada obtidas através do IPAQ.



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Linear em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Linear pelos dados preditos pelo mesmo modelo. Já na segunda linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma pelos dados preditos pelo mesmo modelo.

## APÊNDICE I – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA - IPAQ)

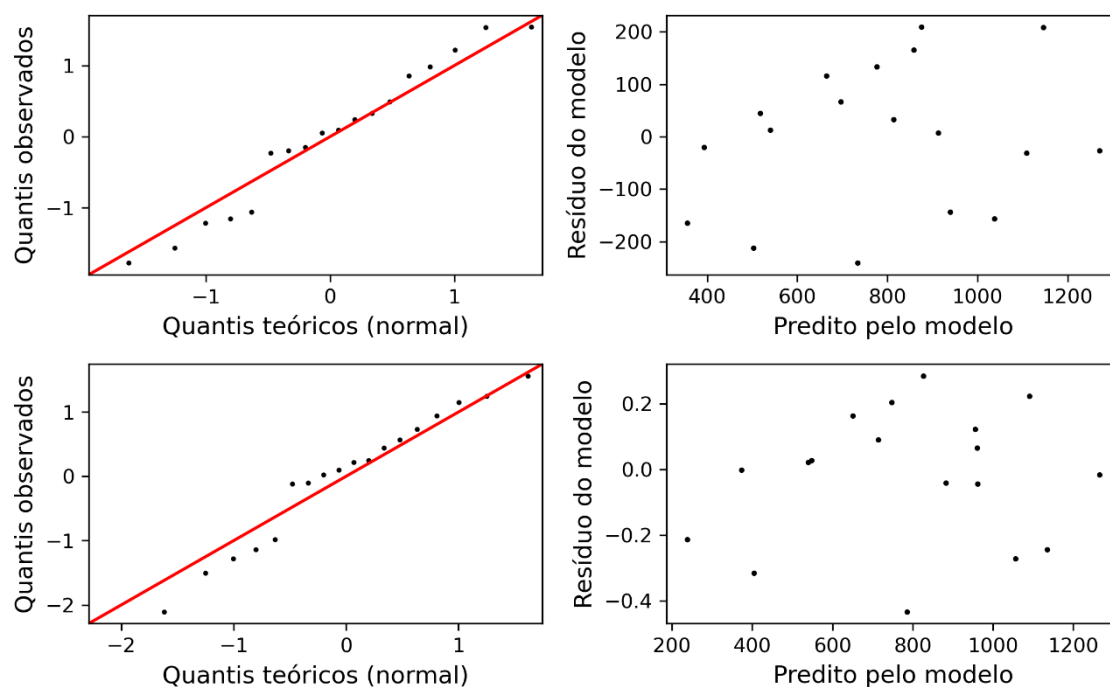
Figura 13 – Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade vigorosa obtidas através do IPAQ.



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Linear em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Linear pelos dados preditos pelo mesmo modelo. Já na segunda linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma pelos dados preditos pelo mesmo modelo.

## APÊNDICE J – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE LEVE - FLEEM)

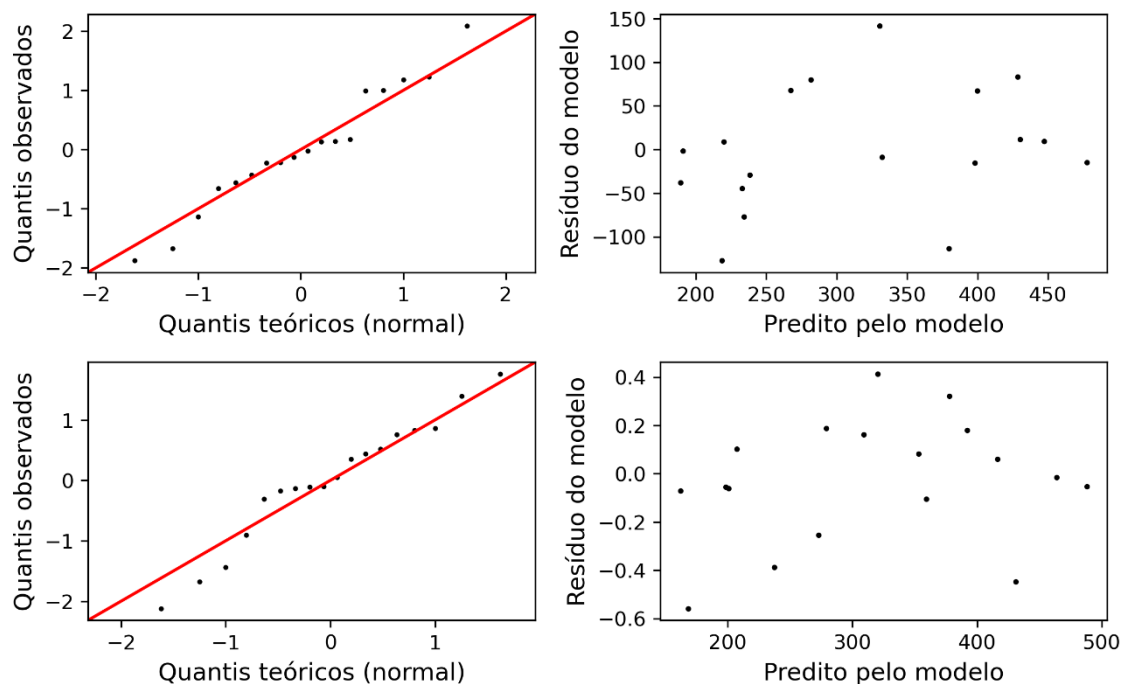
Figura 14 – Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade leve obtidas através do *Fleem System*®.



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Linear em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Linear pelos dados preditos pelo mesmo modelo. Já na segunda linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma pelos dados preditos pelo mesmo modelo.

**APÊNDICE K – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs  
CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE MODERADA -  
FLEEM)**

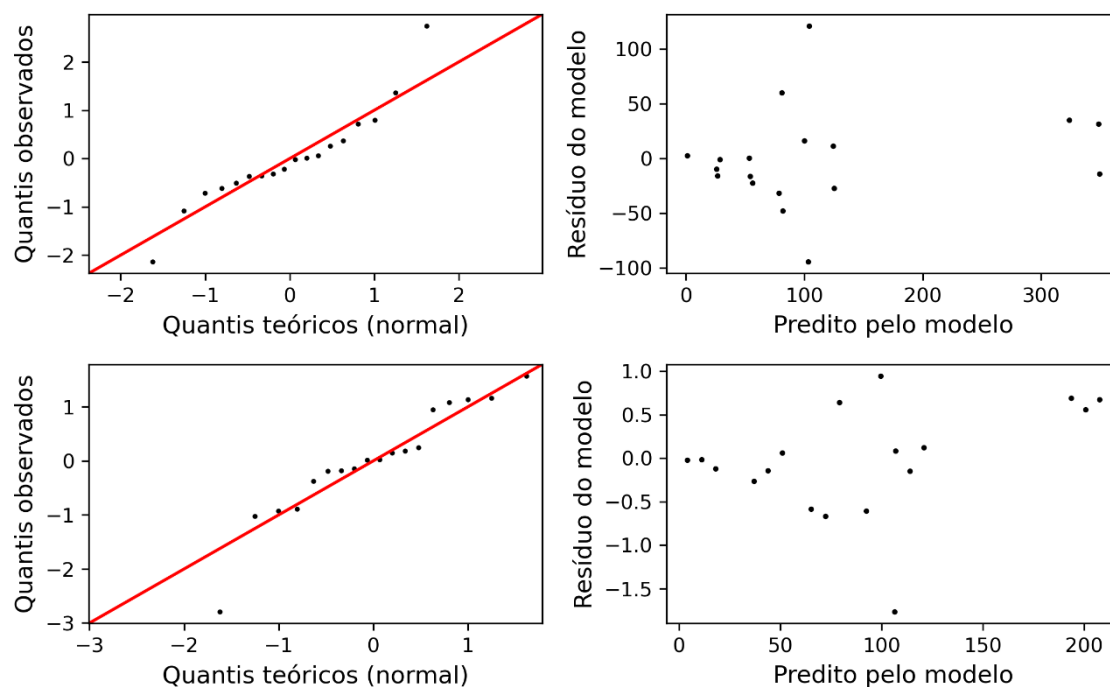
Figura 15 – Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade moderada obtidas através do *Fleem System*®.



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Linear em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Linear pelos dados preditos pelo mesmo modelo. Já na segunda linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma pelos dados preditos pelo mesmo modelo.

**APÊNDICE L – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS GLMMs  
CONDUZIDOS (ATIVIDADE FÍSICA DE INTENSIDADE VIGOROSA -  
FLEEM)**

Figura 16 – Distribuição dos resíduos dos GLMMs com distribuição Linear e Gamma conduzidos para observar o efeito do tempo sobre as medidas de atividade física de intensidade vigorosa obtidas através do *Fleem System*®.



Sendo que, na primeira linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Linear em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Linear pelos dados preditos pelo mesmo modelo. Já na segunda linha, estão expressos respectivamente o gráfico quantil-quantil da distribuição dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma em relação aos quantis teóricos de uma distribuição normal, assim como um gráfico de dispersão dos resíduos do GLMM com distribuição Gamma pelos dados preditos pelo mesmo modelo.



**APÊNDICE M – LINK PARA ACESSO AOS DADOS OBTIDOS NA FASE  
PILOTO**

[https://drive.google.com/drive/folders/110kp2crLscl4sK4wIGXNJ7n\\_19iyfWZ?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/110kp2crLscl4sK4wIGXNJ7n_19iyfWZ?usp=sharing)

**APÊNDICE N – LINK PARA ACESSO AOS CÁLCULOS AMOSTRAIS DO  
ESTUDO**

<https://drive.google.com/drive/folders/1bF7rCIkNNG5HC3eoja5XHj2mLNSQ0FWk?usp=sharing>

**APÊNDICE O – LINK PARA ACESSO AOS ALGORITMOS UTILIZADOS  
NOS DADOS DA FASE PILOTO**

<https://drive.google.com/drive/folders/1dDlzcjbH75DJjEBOlsNXLVz5odi49HC?usp=sharing>

**APÊNDICE P – LINK PARA ACESSO AOS OUTPUTS DAS ANÁLISES DOS  
DADOS DA FASE PILOTO**

[https://drive.google.com/drive/folders/1\\_s9FKZL\\_896SuLOkR33obh5ipGdw-DZc?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1_s9FKZL_896SuLOkR33obh5ipGdw-DZc?usp=sharing)