



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII – GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS - CCEA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

VINÍCIUS DE MOURA LEANDRO

**USO DE SÉRIES TEMPORAIS PARA QUANTIFICAR O EXERCÍCIO FÍSICO DOS
IDOSOS ATRAVÉS DE *SMARTWATCH***

**PATOS
2022**

Vinícius de Moura Leandro

**USO DE SÉRIES TEMPORAIS PARA QUANTIFICAR O EXERCÍCIO FÍSICO DOS
IDOSOS ATRAVÉS DE *SMARTWATCH***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Graduação
em Ciência da Computação da
Universidade Estadual da Paraíba.

Área de concentração: Ciência de
Dados.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Santos de Oliveira.

**PATOS
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L437u Leandro, Vinicius de Moura.

Uso de séries temporais para quantificar o exercício físico dos idosos através de *smatwatch* [manuscrito] / Vinicius de Moura Leandro. - 2022.

39 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Ricardo Santos de Oliveira , Coordenação do Curso de Computação - CCEA."

1. Ciência de dados. 2. Dispositivo vestível. 3. Exercícios físicos. 4. Idosos. I. Título

21. ed. CDD 600

Viícius de Moura Leandro

**USO DE SÉRIES TEMPORAIS PARA VERIFICAR O NÍVEL DE DEDICAÇÃO DOS
IDOSOS AOS EXERCÍCIOS FÍSICOS ATRAVÉS DE SMARTWATCH**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Ciência da
Computação da Universidade Estadual da
Paraíba, em cumprimento à exigência para
obtenção do grau de Bacharel em Ciência da
Computação.

Aprovado em 30/11/2022

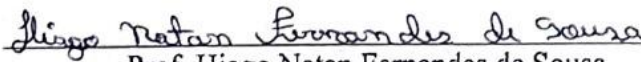
BANCA EXAMINADORA



Prof. Ricardo Santos de Oliveira
(Orientador)



Prof. Jannayna Domingues Barros Filgueira
(Examinador)



Prof. Hiago Natan Fernandes de Sousa
(Examinador)



Prof. Paulo Eduardo e Silva Barbosa
(Examinador)

Aos meus pais, pela dedicação e oportunidade, à minha amiga Mirelle da Silva Morato, pelo companheirismo, DEDICO.

RESUMO

A prática de exercícios é uma atividade inerente na vida de qualquer pessoa para a busca de uma boa saúde física, porém acompanhar e mensurar o empenho na prática de exercícios não é fácil. Com o objetivo de quantificar as atividades físicas dos idosos, foram usadas técnicas de séries temporais para analisar a realização de exercícios com dados coletados através do uso de *smartwatch*. Os participantes tinham idade superior a 60 anos e os dados coletados eram: frequência cardíaca, minutos ativos, número de passos, distância percorrida e calorias gastas. Esta avaliação foi feita em 3 momentos: coleta e tratamento dos dados, análise exploratória, análise da sazonalidade e tendência dos dados. O principal resultado encontrado foi o aumento ou diminuição do gasto calórico estar de acordo com a dedicação aos exercícios feitos pelos avaliados. Ressalta-se a importância da continuidade do treinamento para manter uma boa saúde física.

Palavras-Chave: Ciência de dados. Dispositivo vestível. Exercícios físicos. Idosos.

ABSTRACT

Practicing exercises is an inherent activity in anyone's life in the pursuit of good physical health, but monitoring and measuring commitment to exercising is not easy. In order to quantify the physical activities of the elderly, time series techniques were used to analyze the performance of exercises with data collected through the use of a smartwatch. Participants were over 60 years of age and the data collected were: heart rate, active minutes, number of steps, distance covered and calories burned. This evaluation was carried out in 3 stages: data collection and processing, exploratory analysis, seasonality analysis and data trends. The main result found was that the increase or decrease in caloric expenditure was in accordance with the dedication to the exercises performed by the evaluated individuals. It emphasizes the importance of continuity of training to maintain good physical health.

Keywords: Data science. Wearable device. Physical exercises. Seniors.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Boxplot da frequência cardíaca	18
Gráfico 2 - Boxplot do número de passos.	18
Gráfico 3 – Boxplot da distância percorrida.	19
Gráfico 4 – Boxplot do gasto calórico.	19
Gráfico 5 – Histograma da frequência cardíaca.	20
Gráfico 6 – Histograma do gasto calórico.	21
Gráfico 7 – Histograma da distância percorrida.	21
Gráfico 8 – Histograma do número de passos.	22
Gráfico 9 – Histograma dos minutos ativo.	22
Gráfico 10 – Sazonalidade das calorias gastas.	23
Gráfico 11 – Sazonalidade da distância percorrida.	24
Gráfico 12 – Tendência da frequência cardíaca.	25
Gráfico 13 – Tendência dos minutos ativos.	25
Gráfico 14 – Tendência do número de passos.	26
Gráfico 15 – Tendência do gasto calórico	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	2
1.1.1	Objetivo geral	2
1.1.2	Objetivos específicos	2
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Envelhecimento humano e debilidade na terceira idade	3
2.1.1	Debilidade na terceira idade	4
2.2	Atividades físicas e seus benefícios para idosos	5
2.2.1	Seus benefícios para idosos	5
2.3	O conceito de <i>Smartwatch</i> e a importância para a saúde humana	6
2.3.1	A função do <i>Smartwatch</i> para a saúde física	7
2.4	Ciência de dados e séries temporais	7
2.4.1	Séries temporais	8
2.5	Síntese do capítulo	10
3	METODOLOGIA	12
3.1	Tipo de estudo	12
3.2	Local de estudo	12
3.3	População e amostra	12
3.4	Instrumentos de coleta de dados	12
3.5	Ferramentas utilizadas	13
3.5.1	Python	13
3.5.2	Colab	13
3.5.3	Bibliotecas	14
3.6	Importação dos dados	15
3.7	Tratamento dos dados	16
3.8	Análise exploratória e estudo das séries	16
4	Desenvolvimento	17

4.1	Análise exploratória	17
4.1.1	Boxplot	17
4.1.2	Histograma	19
4.2	Análise das séries temporais	23
4.2.1	Sazonalidade	23
4.2.2	Tendência	25
4.2.3	Resultados	27
5	CONCLUSÃO	28
6	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Entre 2012 e 2017 a população idosa no Brasil apresentou um crescimento de 18,8% (IBGE, 2017) e o aumento dessa faixa etária é um fenômeno que vem acontecendo tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Esse envelhecimento populacional tem se tornado um dos maiores desafios para a saúde pública dos últimos tempos, pois com o aumento da população idosa também vem o aumento das doenças mais pertencentes a essa faixa etária.

As vantagens da atividade física para a saúde sempre foram conhecidas, mas apesar dessa associação entre atividade física e saúde, a maioria da população é inativa.

Para Matsudo (2002), o treino não consegue interromper o processo de envelhecimento, mas pode reduzir o seu impacto sobre o bem-estar funcional. No entanto, para indivíduos com doença pré-existente, a prática de exercícios pode ser muito importante no manejo da doença, prevenindo sua progressão e/ou recuperando o paciente, aumentando sua expectativa de vida.

Porém, segundo Weineck (2005) há uma relação dose-resposta, com exercícios mais vigorosos causando um efeito maior ao indivíduo se comparado com exercícios mais intensos.

Medidas sobre níveis e práticas de atividade física são importantes, pois podem fornecer indicadores relevantes para avaliar a saúde de uma população idosa, permitindo analisar aspectos comportamentais dessa população e sua associação com outros fatores, como morbidade e mortalidade

Mesmo sendo tão importante, mensurar o nível de atividade física não é fácil, especialmente nos idosos. Os dispositivos vestíveis (*wearables*) vêm sendo cada vez mais utilizados para medição do comportamento e da atividade física, em especial os *smartwatches* (relógios inteligentes), que podem quantificar o gasto de calorias, o comportamento cardíaco e até mesmo o tempo gasto em uma atividade por meio de sensores, permitindo a captação de dados referentes à prática da atividade física (STAVROPOULOS, et al., 2020).

Diante disso, este estudo pretende recolher dados provenientes do uso de *smartwatches* referentes à realização de atividades físicas por idosos através de um monitoramento remoto para, através do uso de séries temporais, quantificar os exercícios físicos feitos pelos idosos. Dessa forma, além de auxiliar essa população

crescente e que necessita de mais atenção, visa-se também colaborar com lacunas encontradas na literatura quanto a estratégias para investigar de forma mais efetiva os níveis de atividade física.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Utilizar séries temporais para quantificar os exercícios físicos dos idosos com sinais vitais verificados por *smartwatch*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Obter dados provenientes de dispositivos eletrônicos vestíveis do tipo *smartwatch* utilizados por idosos durante os exercícios físicos.
- Medir e identificar e analisar a atividade física de idosos através dos dados obtidos (frequência cardíaca, número de passos, minutos ativo, calorias gastas e distância percorrida).
- Avaliar a capacidade do *smartwatch* de extrair os dados de atividade física dos idosos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os conceitos que fundamentam esta pesquisa, bem como trabalhos relacionados a este. O mesmo está organizado da seguinte forma: a Seção 2.1 apresenta o conceito de envelhecimento e as consequências físicas e mentais causadas por ele; a Seção 2.2 destaca os benefícios das atividades físicas para idosos; a seção 2.3 apresenta o *Smartwatch* e seu auxílio nas atividades físicas; e na Seção 2.4 são mostrados os conceitos relacionados à ciência de dados e séries temporais.

2.1 Envelhecimento humano e debilidade na terceira idade

O envelhecimento é uma etapa da vida pela qual todos nós passamos ou iremos passar. Para Murray e Lopes (1997) o envelhecimento pode ser entendido como um processo gradual e inevitável, caracterizado por uma piora nas funções fisiológicas e de todas as capacidades físicas, o que torna essa população dependente de outras para as atividades diárias.

A população idosa do mundo inteiro tem demonstrado grande crescimento nas últimas décadas. Esse avanço na expectativa de vida aconteceu primeiro nos países desenvolvidos, mas é nos países em desenvolvimento que esse processo vem acontecendo de forma mais intensa (COSTA; VERAS, 2003). E, mesmo começando esse processo de envelhecimento na década de 60, o Brasil também acompanha essa tendência mundial com um envelhecimento acelerado e intenso (CHAIMOWICZ, 1997).

O processo de envelhecimento da população nos países desenvolvidos tem acontecido de forma gradual, acompanhado de uma melhoria nos sistemas de saúde, nas condições de moradia e saneamento. Já no Brasil isso tem acontecido de forma rápida e em meio a uma enorme desigualdade social, acesso precário aos sistemas de saúde e elevados níveis de pobreza, ou seja, esse processo ocorre sem mudanças estruturais em resposta às necessidades das faixas etárias emergentes (GARRETT *et al.*, 2004; CHAKRAVARTHY; JOYNER; BOOTH, 2002).

Por esses motivos, manter essa população ativa por meio da manutenção de hábitos de vida saudáveis, como prática regular de exercícios, atividades sociais e

alimentação balanceada, pode ser uma opção eficaz para reduzir os gastos públicos e melhorar a saúde dessa população (SALTIN, 1990, apud FILHO et al., 2010).

2.1.2 Debilidade na terceira idade

O envelhecimento, como uma resposta a mudanças em certos indicadores de saúde, é um assunto de preocupação para diversos atores da academia, ambientes de prática, comunidades e países. Tais preocupações surgem ao nível da saúde, dos recursos e estrutural e, portanto, social, económico e político, tudo devido ao impacto crescente do envelhecimento e aos desafios que representa nestas áreas (APÓSTOLO, 2013).

Como já mostrado, com o envelhecimento vem também a dependência de terceiros para realizar atividades básicas. Na União Europeia, o rácio de dependência irá mais do que duplicar nos próximos 50 anos, passando de 25,4% para 53,5% (Ageing Report, 2009).

É nessa fase da vida que se tornam mais frequentes as doenças crónico-degenerativas e suas complicações, entre elas a perda de autonomia e independência funcional. São doenças sérias que colocam desafios à sociedade e ao sistema de saúde (ACREE, 2006).

Segundo Gordilho et al. (2001), o principal fator de risco da maioria das doenças crônicas que afligem o idoso, é a própria idade. Referem-se a doenças crônicas – como câncer, diabetes, hipertensão, doenças coronarianas e cerebrovasculares, Parkinson e outros problemas neurológicos, hepatite, artrite crônica e doenças respiratórias – ou doenças ou condições agudas (MINAYO, 2000).

Além das doenças crônicas, a inatividade e dependência para realizar atividades podem resultar em um aumento nos níveis de ansiedade e depressão (BULSING et al., 2007), afetando a qualidade de vida do idoso.

Nesse contexto, várias perguntas podem ser feitas: irá o envelhecimento levar a períodos mais longos de saúde e qualidade de vida, comprometimento social e produtividade, ou mais doenças, incapacidades e dependência?

2.2 Atividades físicas e seus benefícios para idosos

As vantagens da atividade física para a saúde e longevidade são conhecidas desde o início dos tempos e estão bem documentadas em vários parâmetros que afetam a saúde e a longevidade (CORAZZA, 2001). Por isso é muito importante o incentivo à prática de atividades físicas.

Apesar da associação entre atividade física e saúde, a maioria da população é inativa porque nossos estilos de vida se tornaram menos ativos nas últimas décadas à medida que nossas cidades e sociedades se urbanizaram.

A dependência é o problema que mais afeta a qualidade de vida dos idosos, seja na realização de atividades de vida diária ou atividades instrumentais de vida diária, que podem ser decorrentes de lesões articulares, fraturas, doenças neurológicas e cardiovasculares, etc. (MATSUDO, 2002).

Para Benestad (1965), a atividade física regular ajuda bastante a evitar os problemas do envelhecimento, e seu foco principal deve ser a promoção da saúde. No entanto, para indivíduos com doença pré-existente, a prática de exercícios pode ser muito importante no manejo da doença, prevenindo sua progressão e/ou recuperando o paciente. Porém, o treinamento não pode parar o processo de envelhecimento biológico, mas pode reduzir seu impacto no desempenho. (Matsudo, 2002).

2.2.1 Seus benefícios para idosos

Cress (1995) destacou que a atividade física regular e sistemática pode aumentar ou manter a aptidão física de idosos, potencialmente aumentando seu bem-estar funcional, assim, reduzindo a morbidade e mortalidade, hipertensão, diabetes, hiperlipidemia e doenças coronarianas nessa população. Além de prevenir ou retardar essas doenças, elas também podem controlar seus efeitos por meio da atividade física, aumentando a expectativa de vida dessa população.

Entre os benefícios da atividade física, Matsudo (2002) cita os mais importantes: a melhora da sensibilidade à insulina, que leva a um melhor controle da glicemia, que previne o desenvolvimento de diabetes, e a redução significativa dos triglicerídeos. Com a idade, a gordura corporal aumenta em certa porcentagem e a massa muscular diminui, mas a atividade física reduz essas alterações. Além disso,

ajuda a aumentar a massa óssea na juventude, prevenindo a perda óssea na idade adulta e reduzindo o risco de fraturas; melhora a imunidade, o que pode reduzir a incidência de infecções e certos tipos de câncer; melhora a função autonômica e melhora a variabilidade da frequência cardíaca.

Weineck (2005) termina demonstrando em seu estudo que, embora o exercício moderado tenha benefícios, parece haver uma relação dose-resposta, com exercícios mais vigorosos mostrando um efeito maior do que exercícios mais intensos.

Matsudo (2002) concluiu concordando com as afirmações citadas de que o exercício físico pode controlar as manifestações e sintomas de diversas doenças, como a hipertensão, e também pode reduzir o consumo de medicamentos. Para isso, é necessário trabalhar com três sistemas do corpo humano: o sistema cardiovascular, o sistema nervoso e o sistema musculoesquelético.

2.3 O conceito de *Smartwatch* e a importância para a saúde humana

Já foi entendido que o envelhecimento é um grande problema de saúde pública. Por esse motivo, são necessários métodos e soluções para acompanhar os mais idosos em seu envelhecimento, bem como para avaliar os seus indicadores de saúde.

Os dispositivos vestíveis são cada vez mais utilizados como alternativa para o monitoramento destes indivíduos. Dentre esses dispositivos, os *Smartwatches* (relógios inteligentes) se tornam cada vez mais populares (SILVA, 2020).

Os dispositivos vestíveis podem ser utilizados com apenas uma mão ou até mesmo sem as mãos (VELÁZQUEZ, 2010) e, ainda, possuem vantagem devido ao seu formato conhecido e “disfarçar-se” como um objeto ou acessório de moda, como pulseira ou relógio, por exemplo (SILVA; MEDOLA; RODRIGUES, 2017).

O *Smartwatch* é um dispositivo vestível na forma de relógio e, como os smartphones, possuem telas sensíveis ao toque (*Touchscreen*), e além de possuírem aplicativos, também podem registrar os sinais vitais do usuário. Eles também podem se conectar a um *Smartphone* e serem usados para fazer chamadas e receber notificações a partir do próprio *Smartwatch*.

2.3.1 A função do *Smartwatch* para a saúde física

Para praticantes de atividades físicas eles são essencialmente úteis, pois possuem recursos como: monitores de frequência cardíaca (FC), de pressão arterial e sono. Além de pedômetros e rastreadores de atividades físicas.

Vários estudos foram realizados usando diferentes tipos de *Smartwatches* com objetivos diferentes e variados. Os *Smartwatches* já vêm sendo usados como auxílio para deficientes visuais (VELÁZQUEZ, 2010; SILVA; MEDOLA; RODRIGUES, 2017) e monitoramento de arritmias cardíacas (SILVA; FERNANDES; LINS, 2020) em pacientes com condições diversas.

Os sensores vestíveis para detecção de movimento, principalmente os acelerômetros, são mais comumente utilizados em estudos que visam rastrear e medir a atividade física de diferentes populações.

Graças à capacidade de extrair dados de forma minimamente invasiva, rápida e eficiente, os *Smartwatches* podem monitorar a atividade de um indivíduo dia e noite sem muita distração e desconforto (STAVROPOULOS et al., 2020). Por estarem sempre em contato com o usuário e sempre no pulso de um indivíduo, as medições baseadas em dados de sensores tornaram-se um tópico importante no campo da tecnologia em saúde para avaliar, monitorar e armazenar dados relacionados à saúde (NASIR; YURDER, 2015).

Além disso, os *Smartwatches* possuem sensores integrados que podem contar os passos diários e quantificar os minutos ativos do usuário, fornecendo uma forma objetiva de quantificar a atividade diária total do usuário.

2.4 Ciência de dados e séries temporais

Até o início do século, cerca de 25% da informação mundial era digital. Já de meados de 2012 a 2014, o percentual de todas as informações geradas em meio digital subiu para cerca de 98% (MACHADO, 2018).

Essa enorme quantidade de dados que aumenta a cada momento, é conhecida como big data e revela uma nova onda de tecnologias e arquiteturas projetadas para extrair valor de grandes quantidades de dados.

Big data se refere a dados que são grandes demais para um único servidor, muito diversos para se adequar a uma base de dados estruturada em linhas e colunas, ou cujo fluxo seja tão intenso que não permita adequação a um data *warehouse* estático (DAVENPORT, 2014).

Surgiu assim, a necessidade de uma nova geração de técnicas e ferramentas com a habilidade de auxiliar os analistas humanos de uma forma “inteligente” e “automática” na procura de informações potencialmente úteis, antes desconhecidas nesse enorme volume de dados.

Press (2013) observa que, em 1962, o estatístico americano John W. Tukey defendeu a precisão da análise por meio de dados. Em seu livro *The Future of Data Analysis*, ele explica como o autor, por muito tempo, acreditava estar interessado apenas em inferências do específico para o geral. Depois de um tempo, ele percebeu que seu interesse era maior no campo da análise de dados. Isso deu origem à ideia de que parte da estatística deveria passar por uma análise de dados, assumindo as características da ciência, e não mais ser vista apenas como dados brutos no campo da matemática (ROLIM, 2018).

No ambiente digital do nosso século, quando o volume de dados e novos tipos de informação é enorme, a precisão não é mais o objetivo principal, mas sim a descoberta de tendências que a informação pode nos fornecer (BENEVENUTO; ALMEIDA; SILVA, 2012).

Ciência de Dados ou Data Science é a área que combina ideias de estatística e ciência da computação para resolver problemas e descobrir conhecimento em bases de dados. O papel da estatística é fornecer ferramentas para descrever, analisar, resumir, interpretar e inferir dados. A ciência da computação, por sua vez, preocupa-se em fornecer técnicas eficientes para armazenamento, acesso, integração e transformação de dados. Em outras palavras, o papel da ciência de dados é viabilizar a análise de bancos de dados muitas vezes complexos e grandes por meio de processos estatísticos (SILVA, 2019).

2.4.1 Séries temporais

Série temporal, ou série histórica, nada mais é que uma série de dados em sequência obtidos em intervalos regulares durante um determinado período de tempo específico (EVERIT; SKRONDAL, 2010). Dados de séries temporais aparecem em inúmeras áreas do conhecimento como economia (cotação diária das

ações, taxa mensal de desemprego, produção industrial), epidemiologia (número de novos casos de dengue por mês), meteorologia (chuvas, temperatura diária, velocidade do vento), entre outros.

Uma série temporal é contínua quando as observações são feitas continuamente no tempo; é dita discreta quando as observações são feitas em um determinado momento, geralmente equidistante (XAVIER, 2016). Observe que esses termos não se referem a uma variável observada, que pode assumir valores discretos ou contínuos.

Para isso, é necessário estudar o movimento dessa variável no tempo. A análise de uma série temporal leva em consideração essa preocupação ao obter conhecimento sobre movimentos recentes de métricas de interesse, prever resultados e identificar fatores que interferem neles.

Uma dita série histórica pode ser formada por três elementos não observáveis (MORETTIN, 1985): tendência, sazonalidade e variação aleatória, também denominada ruído branco. Ao analisar séries históricas, esses componentes devem ser estudados separadamente, eliminando a influência de outros componentes.

As mudanças sazonais podem ser medidas por medições diárias, semanais ou mensais. Deve-se notar que há alguma irregularidade na forma como o tempo é registrado na avaliação sazonal. Por exemplo, nas medidas diárias existem variações nos anos bissextos, nas medidas mensais há variação no número de dias de cada mês, e assim por diante.

Sazonalidade é um elemento das séries históricas de difícil estimativa, pois é preciso conciliar problemas conceituais e estatísticos do fenômeno estudado. Se houver a chamada sazonalidade determinística, pode ser usado um modelo de regressão que incorpore uma função seno ou cosseno na variável de tempo. Para saber se há sazonalidade nos valores e verificar seu ritmo, também é importante realizar análise espectral (DIGGLE, 1990).

Para remover o efeito sazonal da Série (MORETTIN, 1985), usa-se uma média móvel centralizada no número de períodos que compõem a repetição (para uma sazonalidade semanal, uma média móvel de 7 dias seria usada, por exemplo).

Os modelos do tipo ARIMA podem explicar a sazonalidade quando estão presentes *lags* (número de períodos de tempo que separam as duas séries temporais) de baixa ordem. No entanto, quando a sazonalidade acontece em vários períodos, é preciso levar em conta componentes sazonais estocásticos no modelo.

Neste caso, pode ser usado o modelo SARIMA (MORETTIN, 1985), que combina funções trigonométricas (de preferência seno e cosseno) em um modelo ARIMA, e a ordem de sazonalidade dependerá da série.

Segundo Morettin (1985), antes de uma análise, deve-se determinar se a série é estacionária para construir o modelo probabilístico que irá estimar a série. A série pode ser dita estacionária quando suas observações ocorrem de forma aleatória em torno de uma média constante, não apresentando tendência.

Para séries históricas estacionárias, se obtém o modelo mais simples, ou seja, sem tendência e sazonalidade. A série é o resultado de variações aleatórias de ruído branco pelo tempo em torno de uma grande média. Tais modelos são chamados de modelos autorregressivos (AR).

A solução mais adequada para muitas séries é combinar um modelo autorregressivo (AR) com um modelo de média móvel (MA) (DIGGLE, 1990). Isso consiste em um arranjo linear de valores próximos à série (AR) e ruído branco próximo aos valores da série (MA).

Os modelos AR, MA e ARMA são todos usados para séries estacionárias. No entanto, quando o processo é homogêneo não estacionário (ou seja, tendendo, mas não explosivo), uma das formas de analisar ele é incluir um processo de diferença no modelo ARMA (DIGGLE, 1990). Este é um modelo chamado ARIMA (auto regressivo integrado de médias móveis).

O modelo ARIMA pode explicar a sazonalidade quando estão presentes *lags* de baixa ordem. No entanto, quando a sazonalidade acontece em vários períodos, é necessário levar em conta componentes sazonais aleatórios no modelo. Neste caso, utilize o modelo do tipo SARIMA (MORETTIN, 1985), que combina funções trigonométricas (de preferência seno e cosseno) no modelo ARIMA, e a ordem de sazonalidade dependerá da série.

2.5 Síntese do capítulo

O envelhecimento pode ser entendido como um processo gradual e inevitável, caracterizado por uma piora nas funções fisiológicas tornando o idoso dependente de terceiros para realizar atividades básicas. Já a atividade física regular e sistemática pode aumentar ou manter a aptidão física de idosos, potencialmente aumentando seu bem-estar, além de prevenir ou retardar várias

doenças. Por isso, manter essa população ativa por meio da manutenção de hábitos de vida saudáveis, como prática regular de exercícios, pode ser uma opção eficaz para melhorar a saúde dessa população.

Porém, monitorar e mensurar o nível de exercícios não é fácil. Os dispositivos vestíveis vêm sendo cada vez mais utilizados como alternativa para o monitoramento destes indivíduos. Dentre esses dispositivos está o *smartwatch*, um dispositivo vestível na forma de relógio que pode registrar os sinais vitais do usuário.

Para analisar melhor e descobrir conhecimento nos dados obtidos dos *smartwatches*, pode-se usar a Ciência de Dados através de séries temporais. E para isso, é necessário estudar o movimento das variáveis no tempo para obter conhecimento sobre o movimento das métricas de interesse, prever resultados e identificar fatores que interferem neles.

No decorrer deste estudo será feito o uso de séries temporais para quantificar a realização de exercícios dos idosos.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo do tipo observacional, com caráter longitudinal e abordagem descritiva, analítica e quantitativa.

3.2 Local de estudo

A pesquisa será feita em Patos, Paraíba. A coleta dos dados é feita em dois locais: Centro de Convivência da Pessoa Idosa e no Condomínio Cidade Madura, ambos em Campina Grande.

O Centro de Convivência do Idoso, desenvolve políticas públicas e promove a inclusão social de idosos. O Cidade Madura é um condomínio do Estado da Paraíba, com 40 unidades habitacionais populares que beneficiam idosos de baixa renda.

3.3 População e amostra

A população do estudo é composta por idosos comunitários, a amostra é composta por indivíduos maiores de 60 anos, moradores do Condomínio Cidade Madura em Campina Grande e cadastrados no Centro de Convivência da Pessoa Idosa de Campina Grande, seguindo o método de amostragem não probabilística por conveniência.

3.4 Instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados será realizada por meio de um monitor de movimento vestível do tipo *smartwatch*. Também será utilizado um sistema de monitoramento remoto, por meio do qual os dados serão armazenados e analisados posteriormente.

O sistema de monitoramento remoto do idoso é um projeto desenvolvido desde 2018 pelo Laboratório de Computação Biomédica do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES/UEPB), e sua arquitetura é baseada na utilização de três componentes: dispositivos de tecnologia vestível, aplicativo móvel e plataforma Sênior Saúde Móvel. A plataforma consiste numa ferramenta de

gerenciamento de dados de saúde, monitoramento remoto e armazenamento de informações, e foi projetada para apoiar pesquisas nos mais diversos cenários e podendo ser adaptada para atender às necessidades deste estudo.

3.5 Ferramentas utilizadas

3.5.1 Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, de script, orientada a objetos, imperativa, com tipagem dinâmica e forte (ROSSUM, 2003). Foi lançada em 1991 por Guido van Rossum.

A linguagem Python permite utilizar facilmente várias bibliotecas gratuitas. Além disso, os dados podem ser analisados, processados e exibidos de forma eficiente e clara.

Ele também possui um número crescente de bibliotecas de análise de dados disponíveis, fornecendo funções e métodos de otimização para praticamente qualquer finalidade.

3.5.2 Colab

O Google Collaboratory ou Colab é um serviço de nuvem gratuito hospedado pelo Google e projetado para incentivar a pesquisa sobre aprendizado de máquina e inteligência artificial.

É uma ferramenta que permite misturar código fonte (geralmente em python) e texto (geralmente em *markdown*) com imagens e os resultados desse código, uma técnica chamada: notebook.

Tudo em um ambiente colaborativo que pode ser compartilhado, permitindo que outros executem o código e o modifiquem criando suas próprias versões.

3.5.3 Bibliotecas

Pandas

Pandas é uma biblioteca Python de código aberto e gratuita que fornece ferramentas de análise e manipulação de dados. Ele permite ler, manipular, agregar e exibir dados com poucos comandos.

Os dois objetos principais na biblioteca Pandas são *Series* e *DataFrames*. Série é uma matriz unidimensional contendo uma série de valores com índices (que podem ser números inteiros ou rótulos). Um *DataFrame* é uma estrutura de dados tabular, semelhante a uma tabela de dados do Excel, onde linhas e colunas são rotuladas.

Partindo dos objetos principais, a biblioteca Pandas fornece um conjunto sofisticado de funções de indexação que permitem reformatar, manipular, agregar ou selecionar subconjuntos específicos dos dados com os quais se está trabalhando.

Numpy

Criado por Travis Oliphant em 2005, o pacote NumPy é uma biblioteca de código aberto projetada para realizar operações em arrays multidimensionais.

Como sua estrutura e funcionalidade são baseadas na estrutura de dados ndarray, a biblioteca fornece operações rápidas para manipulação e limpeza de dados, geração e filtragem de subconjuntos, manipulação de dados relacionais, estatísticas descritivas, manipulação de dados agrupados e outros tipos de processamento.

Existem várias vantagens em usar o Numpy: seus dados ocupam menos memória, as operações são mais rápidas, sem falar na grande facilidade de execução de cálculos numéricos.

Matplotlib

Python Matplotlib é uma biblioteca desenvolvida por John D. Hunter para visualização de dados e plotagem de gráficos (LIMA, 2018). Ela é usada pelas bibliotecas NumPy e SciPy, a extensão matemática numérica para Python.

Seu objetivo é ser uma alternativa viável de código aberto e multiplataforma ao MATLAB. MATLAB (Matrix Lab) é uma plataforma de programação projetada para engenheiros e cientistas de dados para analisar e projetar sistemas e produtos.

Esta biblioteca permite criar um grande número de visualizações de dados. Além disso, existem inúmeras ferramentas Python construídas em torno dela.

Statsmodels

Statsmodels é um módulo Python que fornece uma variedade de opções para análise de estatísticas, como a estimação de modelos e realização de testes estatísticos.

Além da modelagem estatística incrivelmente detalhada, Statsmodels também oferece uma variedade de recursos e métricas úteis, como a implementação da decomposição de tendência sazonal. Além de ser uma excelente ferramenta para a análise de séries temporais.

3.6 Importação dos dados

Os dados foram resgatados da plataforma Sênior Saúde Móvel disponibilizada pelo NUTES/UEPB e que possibilita a obtenção dos dados de cada idoso. Os dados disponíveis são:

- Frequência cardíaca;
- Distância Percorrida;
- Número de passos;
- Minutos ativos;
- Calorias gastas.

Cada um deles organizado em um CSV (valores separados por vírgula) separado. Também é possível escolher a data exata dos dados a serem obtidos.

Foram escolhidos 5 indivíduos de forma aleatória, cada um deles com 2 meses de atividade entre dezembro de 2021 e maio de 2022, totalizando 25 CSVs (5 para cada pessoa escolhida).

Após o download dos CSVs eles foram armazenados no Google Drive, onde poderiam ser facilmente acessados pelo Google Colab através da biblioteca Pandas.

3.7 Tratamento dos dados

Após a importação dos dados foi verificado que as colunas de calorias gastas, minutos ativos e frequência cardíaca de 2 das 5 pessoas escolhidas não estavam como tipo numérico.

Então foi usada a função `str.split()` para dividir as variáveis em duas colunas, uma com o valor que será usado e outra com o texto a ser descartado. Depois foi usada a função `get()` para atribuir o valor requerido à coluna do *dataframe* original, descartando a segunda coluna de texto criada.

Em seguida, para facilitar a leitura dos dados, os *dataframes* de cada tipo foram organizados em um só, cada um deles com os dados de mesmo tipo, isto é, um *dataframe* com a frequência cardíaca dos 5 idosos, outro com as calorias gastas, outro com os minutos ativos e assim por diante.

3.8 Análise exploratória e estudo das séries

Após a junção dos dados de mesmo tipo foi usada a função `describe()` para entender melhor a distribuição dos dados que estavam sendo analisados: valores máximos, mínimos, médias, quartis, entre outros.

Em seguida foi feito o *boxplot*, ou diagrama de caixa, para visualizar a distribuição dos dados, assim como os valores discrepantes e comparar os dados dos indivíduos.

E antes de fazer a análise das séries ainda foi feito o histograma para analisar a amplitude e dispersão dos dados.

Para o estudo das séries temporais foi usada a biblioteca *statsmodels*. Primeiramente foi feita a plotagem da sazonalidade dos gráficos dos indivíduos para observar se dispunham de uma boa sazonalidade e só depois fazer a análise da tendência dos dados dos indivíduos. Para enfim ser feita uma análise crítica sobre os dados obtidos dos indivíduos na prática de exercícios.

4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo foi feito o estudo dos dados obtidos. O mesmo está organizado da seguinte forma: Na seção 4.1 foi feita a análise exploratória dos dados; Na seção 4.2 foi realizado o estudo das séries temporais; E por fim, os resultados foram apresentados na seção 4.3

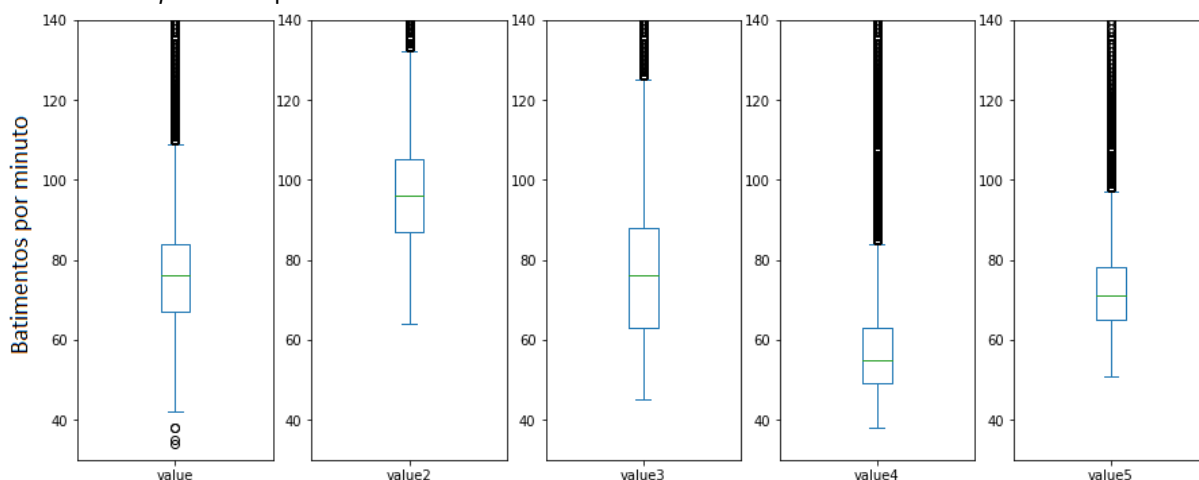
4.1 Análise exploratória

A análise exploratória de dados é usada para analisar e investigar conjuntos de dados e resumir suas principais características, geralmente usando métodos de visualização de dados. Ela permite determinar a melhor forma de controlar as fontes de dados para obter as respostas necessárias, tornando mais fácil identificar padrões, detectar anomalias, testar ou validar hipóteses.

4.1.1 Boxplot

Um *boxplot*, ou diagrama de caixa, é uma ferramenta gráfica que permite visualizar a distribuição e os *outliers* (valores discrepantes) dos dados, fornecendo um meio complementar de desenvolver visualizações sobre as características dos dados. Além disso, os *boxplots* também são uma disposição gráfica para comparação.

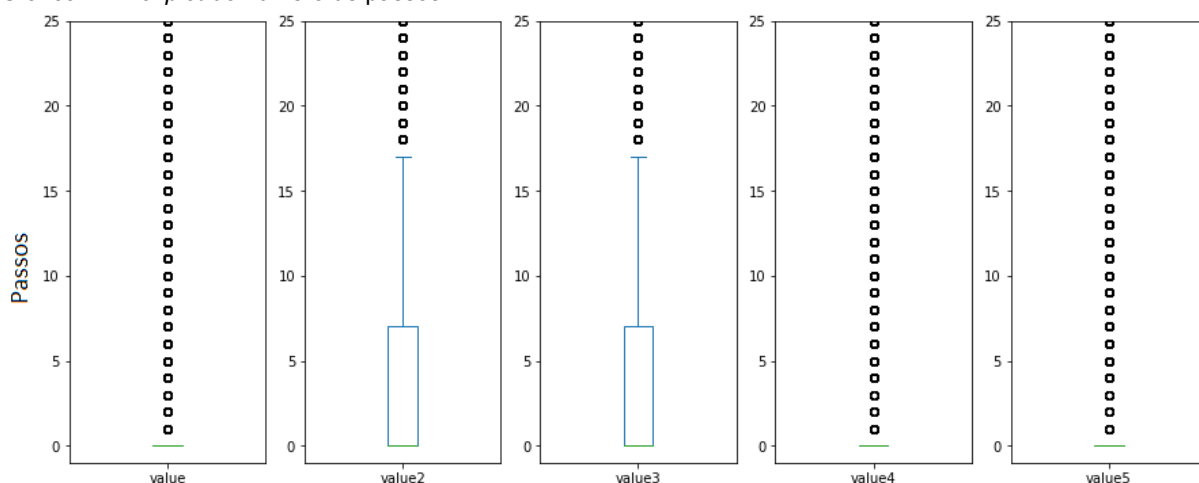
O primeiro boxplot utilizado foi sobre o *dataframe* da frequência cardíaca, como visto no Gráfico 1:

Gráfico 1 - *Boxplot* da frequência cardíaca

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

É possível notar no Gráfico 1 que a frequência mínima gira em torno de 40 e 50 e a máxima entre 80 e 110 batimentos por minuto. Porém, o segundo e terceiro indivíduos apresentam valores que chegam a passar de 130 batimentos por minuto, com o segundo se mantendo entre 80 e 105. Já é possível verificar que o segundo indivíduo tem uma frequência cardíaca acima dos outros 4, enquanto o quarto teve uma frequência cardíaca bem abaixo dos demais.

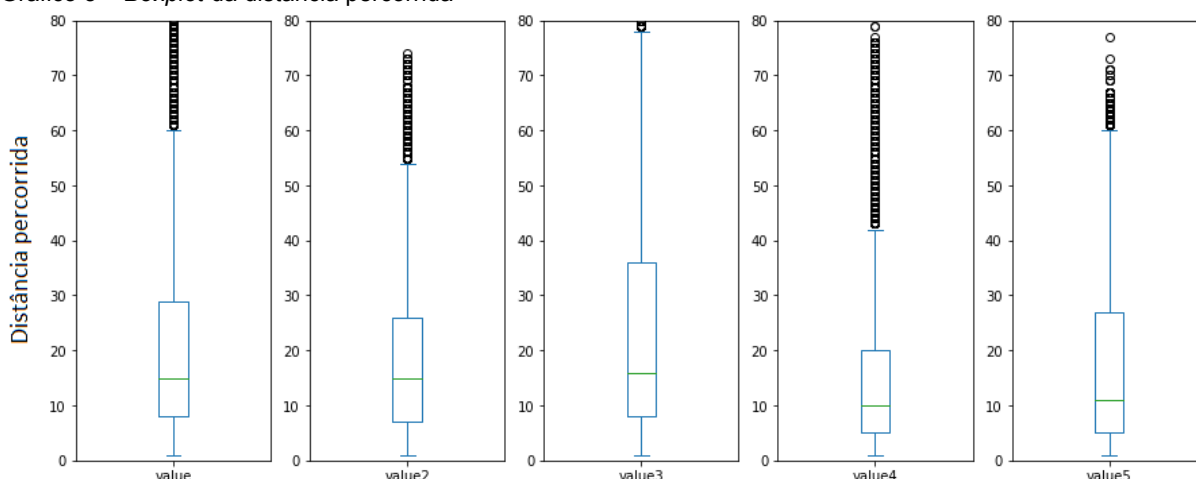
Após a frequência cardíaca também foi verificado o *boxplot* do número de passos de cada um no Gráfico 2:

Gráfico 2 – *Boxplot* do número de passos

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Já é possível ver, no gráfico 2, que os indivíduos dois e três se diferenciam. Os dois mantêm valores entre 0 e 20, enquanto os demais permanecem em 0.

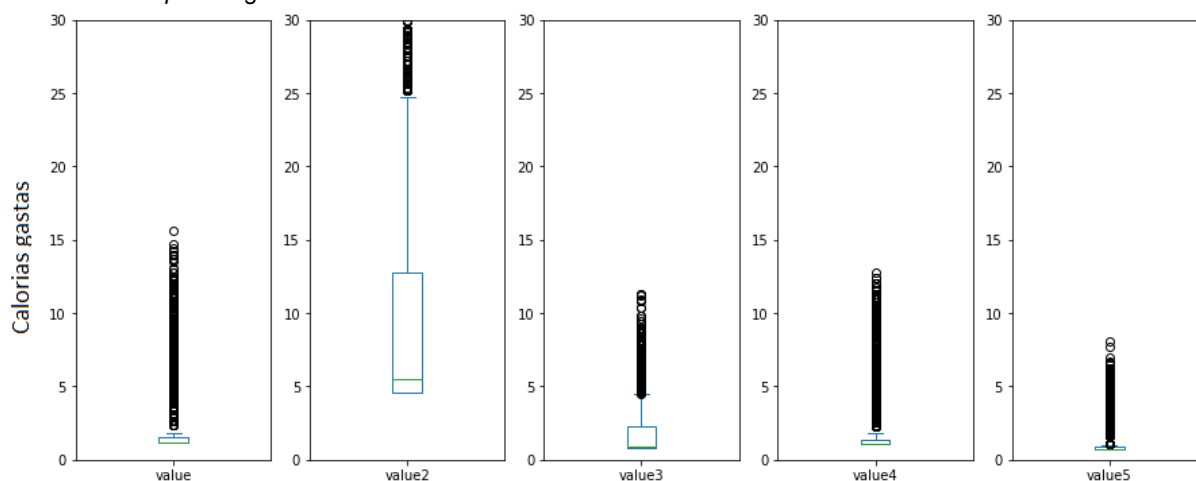
Em seguida foi verificada a distância percorrida por cada um no gráfico 3:

Gráfico 3 – *Boxplot* da distância percorrida

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O gráfico 3 mostra que, com exceção do terceiro que chega até 80 metros, os demais se mantêm entre 0 e 60, com o quarto chegando a apenas 40.

Por último foi verificado o *boxplot* do número de calorias gastas no gráfico 4:

Gráfico 4 – *Boxplot* do gasto calórico

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

No Gráfico 4 pode ser visto a diferença mais clara, o segundo indivíduo mantém seu gasto calórico entre 5 e 25, o terceiro chega à 5, enquanto os demais ficam em praticamente 0.

4.1.3 Histograma

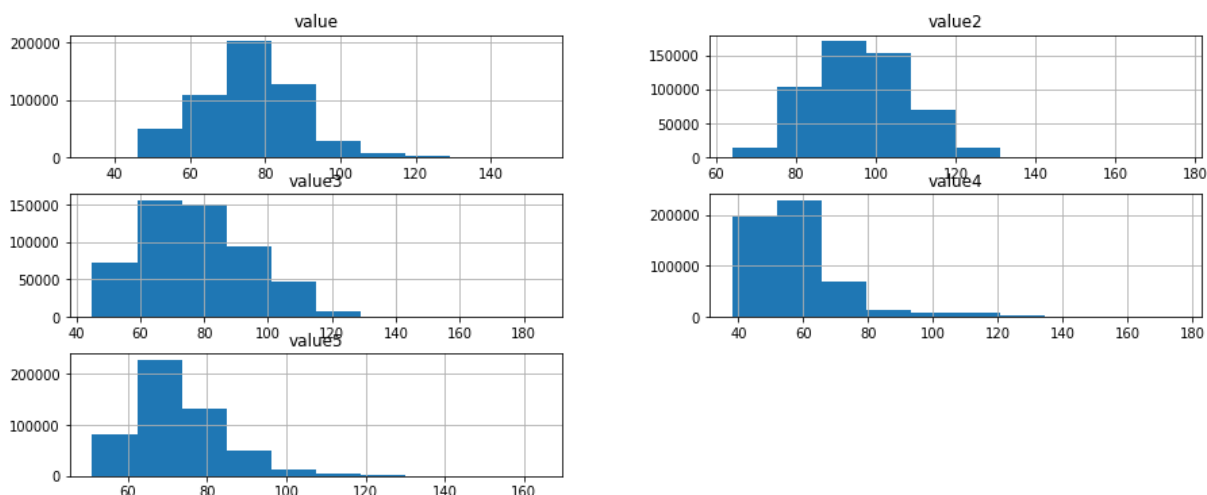
O histograma é um gráfico que mostra a distribuição de acontecimentos registrados em todo o espectro. Esses acontecimentos registrados são chamados de amostras e são dados coletados de um processo que se queira analisar o

comportamento. O eixo x representa os valores coletados e o eixo y se refere ao número de vezes que eles se repetem.

Através dele é possível identificar diversos fatores que podem ser analisados, os mais importantes são amplitude e dispersão.

O primeiro histograma estudado foi o da frequência cardíaca no Gráfico 5:

Gráfico 5 – Histograma da frequência cardíaca

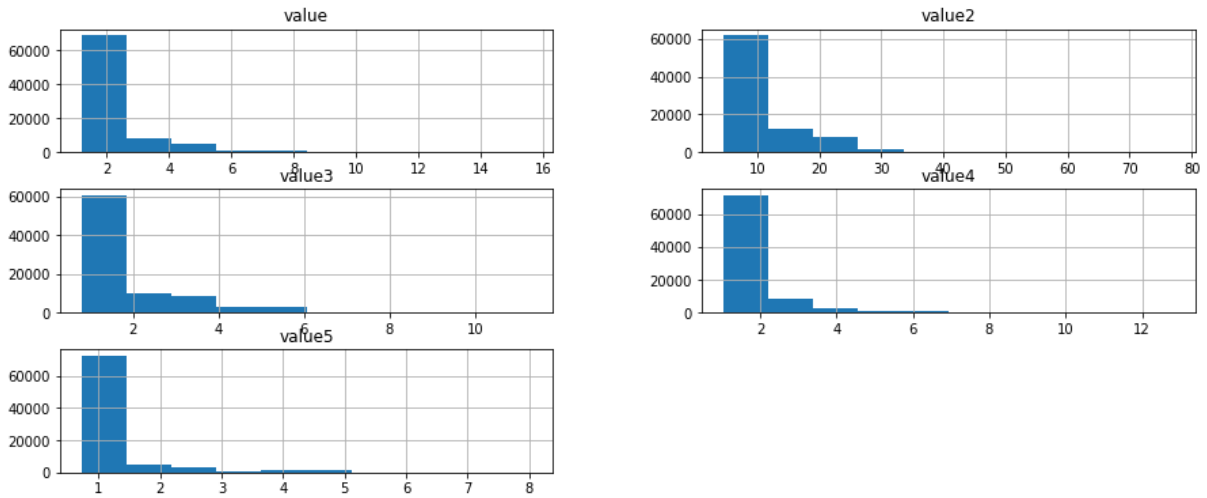


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Como visto nos gráficos anteriores, é possível notar no Gráfico 5 que, os indivíduos 2 e 3 que praticam mais exercícios, são os que mantêm uma média cardíaca maior com o segundo sendo o único com uma média entre 80 e 100 batimentos por minuto. E o quarto com uma média bem abaixo dos demais, entre 40 e 60. O que pode indicar que ele não passou por momentos de grande esforço físico.

Em seguida foi visto o histograma do gasto calórico no Gráfico 6:

Gráfico 6 – Histograma do gasto calórico

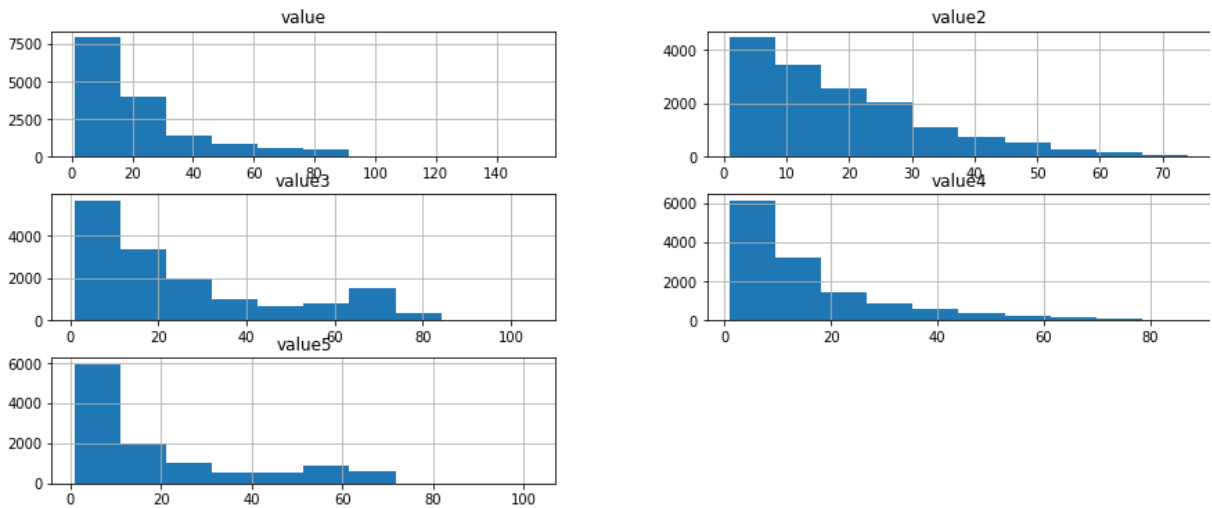


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Mais uma vez, é possível ver no Gráfico 6, que os indivíduos 2 e 3 mantêm um gasto energético acima dos demais, com o segundo mantendo uma média entre 5 e 20, enquanto os demais não passam de 6.

O Gráfico 7 apresenta o histograma da distância percorrida por cada idoso:

Gráfico 7 – Histograma da distância percorrida



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

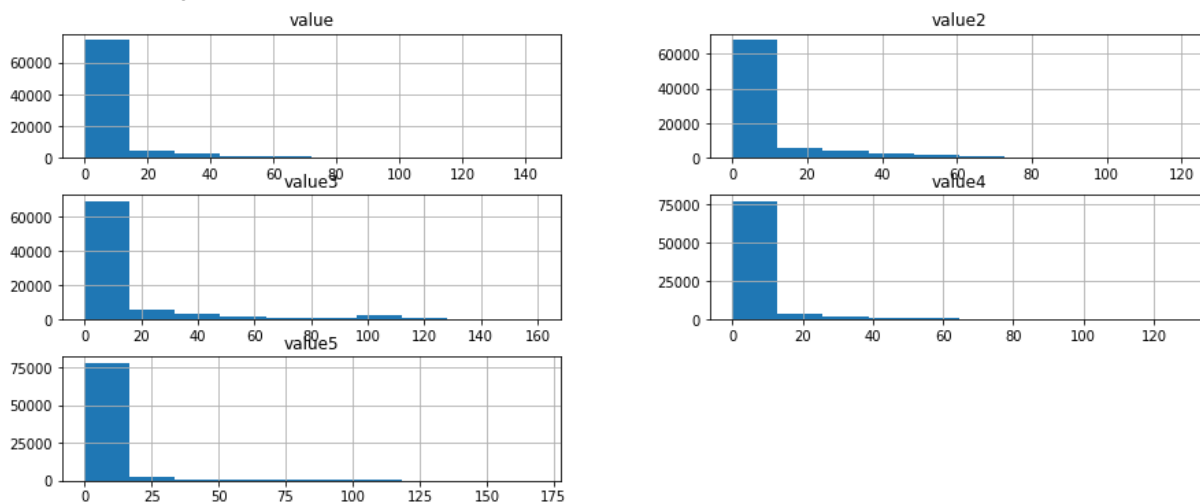
É possível ver no Gráfico 7 que todos se mantêm entre 0 e 80 metros, porém o terceiro indivíduo percorre cerca 70 metros com bem mais frequência que os outros o segundo mantém uma taxa bem uniforme entre 0 e 70.

Já se pode identificar um padrão nos gráficos apresentados até o momento. Os indivíduos dois e três são os que parecem se dedicar mais à prática de exercícios, enquanto o quarto apresenta valores bem baixos. Os indivíduos um e

cinco apresentam bons valores em alguns dados exibidos, mas não o suficiente para implicar em uma alta perda calórica.

No gráfico 8 foi estudado o histograma do número de passos:

Gráfico 8 – Histograma do número de passos

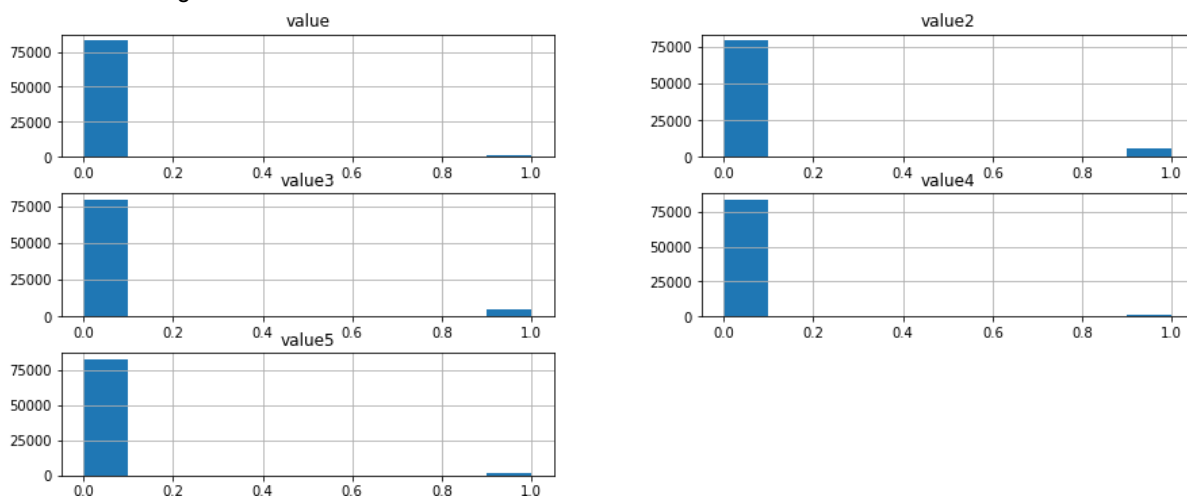


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Se pode observar no Gráfico 8, que os indivíduos 4 e 5 são os que se movimentam menos.

Por último foi visto o histograma dos minutos ativo no Gráfico 9:

Gráfico 9 – Histograma dos minutos ativo



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

No Gráfico 9 é possível ver mais uma vez que os idosos 2 e 3 são os que passam mais tempo ativos.

Como pôde ser visto em quase todos os gráficos, os indivíduos dois e três foram os que apresentaram os maiores valores entre os coletados, o que pode

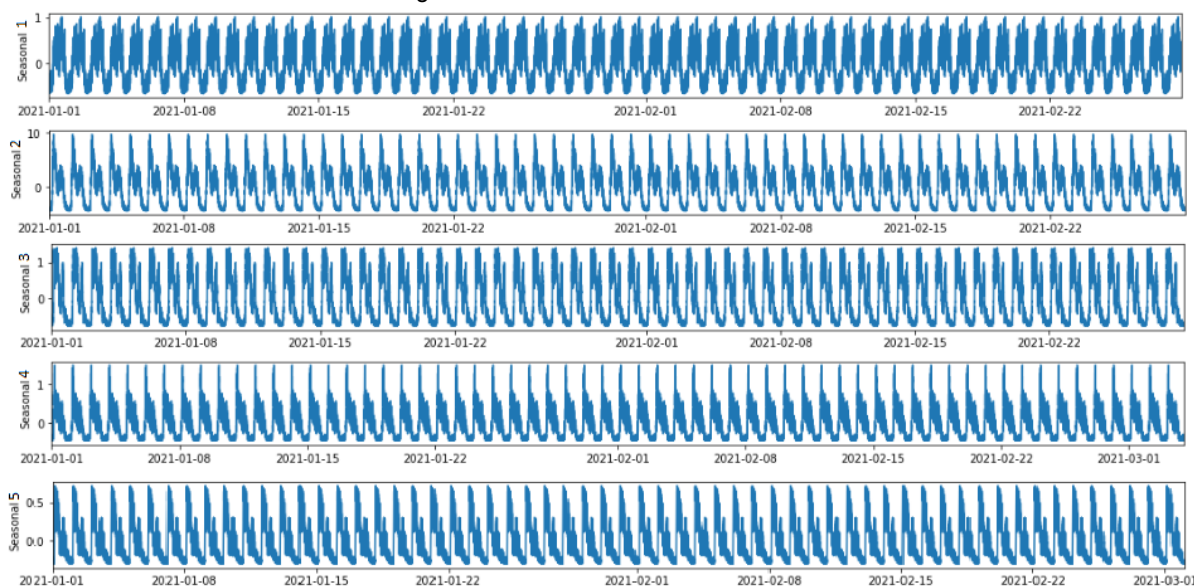
explicar a maior perda calórica, sendo o segundo o que teve os melhores valores entre todos. Os indivíduos um e cinco até apresentaram bons valores, como na distância percorrida, mas isso não se mostrou ser o suficiente para resultar em uma boa perda calórica. Já o quarto indivíduo teve os valores mais baixos entre os avaliados.

4.2 Análise das séries temporais

4.2.1 Sazonalidade

Para a visualização das séries a primeira etapa escolhida foi a análise da sazonalidade. O eixo Y se refere a quanto os dados variam, e o eixo X são as datas. O primeiro gráfico escolhido foi o das calorias gastas, como pode ser observado no Gráfico 10:

Gráfico 10 – Sazonalidade das calorias gastas

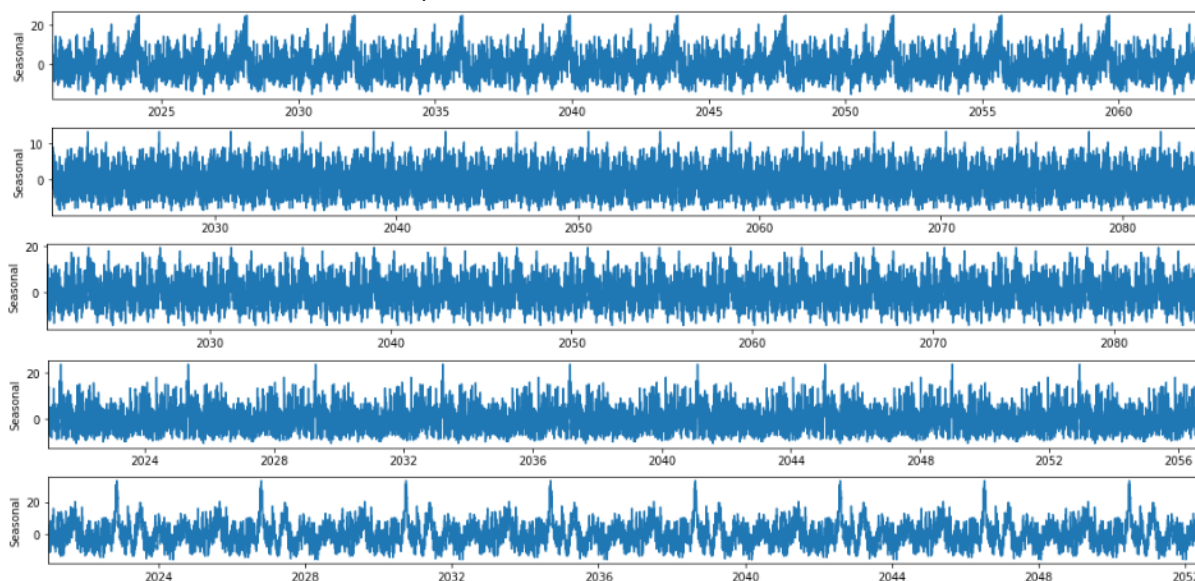


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O Gráfico 10 mostra que todos tem uma sazonalidade muito perceptível. O segundo indivíduo se destaca permanecendo entre 0 e 10 calorias e o quinto com apenas 0,5. Já os demais ficam entre 0 e 1.

Também pode ser observado o mesmo na distância percorrida dos indivíduos no Gráfico 11:

Gráfico 11 – Sazonalidade da distância percorrida



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

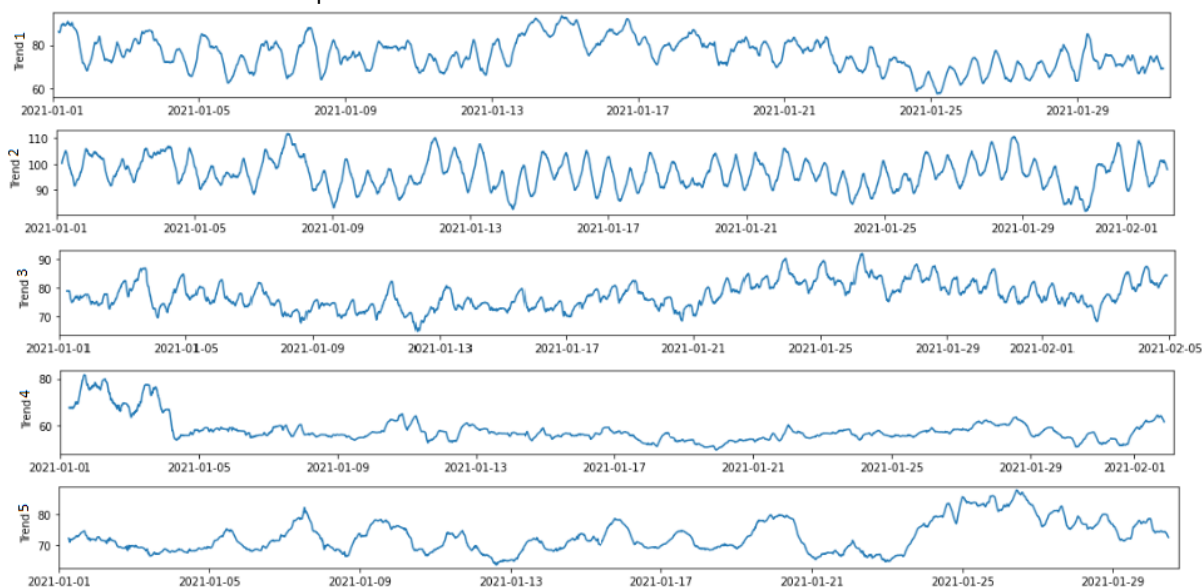
No Gráfico 11 também pode ser notada uma forte sazonalidade na distância percorrida dos indivíduos. O mesmo ocorre com todos os outros dados dos indivíduos selecionados. Vale ressaltar que não foi possível exibir a data no eixo x do gráfico, apenas o número de instâncias, o mesmo aconteceu nos gráficos 13 e 14.

4.2.2 Tendência

A tendência de uma série temporal é definida como o padrão de crescimento ou decréscimo de uma variável durante um período de tempo específico. O eixo Y se refere aos dados estudados e o eixo X à data.

O primeiro gráfico analisado foi o da frequência cardíaca, como pode ser visto no Gráfico 12. Ele mostra uma grande variação na frequência cardíaca dos três primeiros indivíduos, o que mostra pode mostrar que se empenharam nos exercícios ao longo do dia.

Gráfico 12 – Tendência da frequência cardíaca

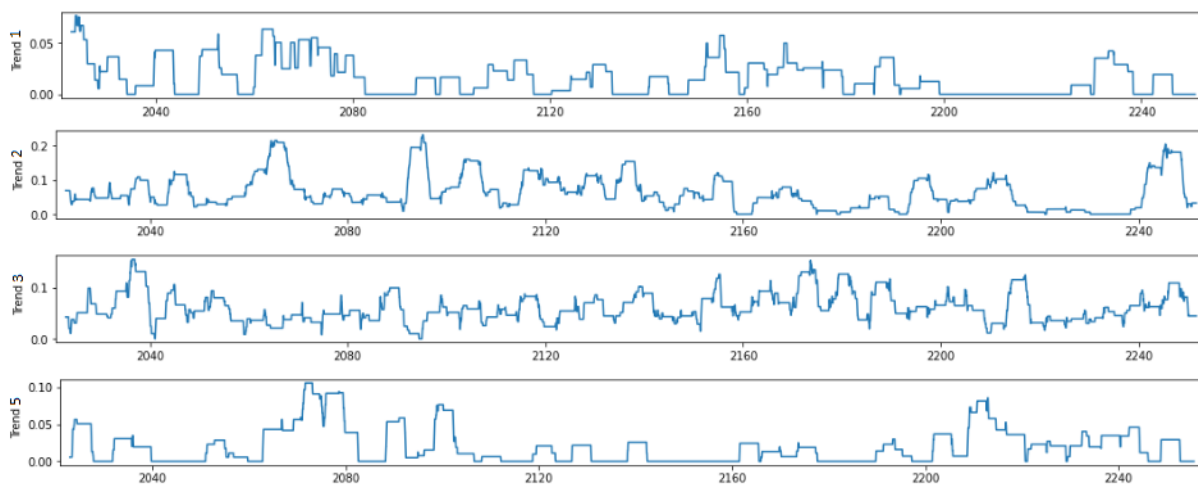


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Também pode ser notado no Gráfico 12 que, o primeiro indivíduo, tem uma tendência de queda nos últimos dias avaliados. Enquanto isso, o quarto teve bons números no início, mas apresentou uma constante tendência de diminuição nos seus batimentos.

Após a distancia percorrida foi analisada a tendência dos minutos ativos dos indivíduos no Gráfico 13:

Gráfico 13 – Tendência dos minutos ativos

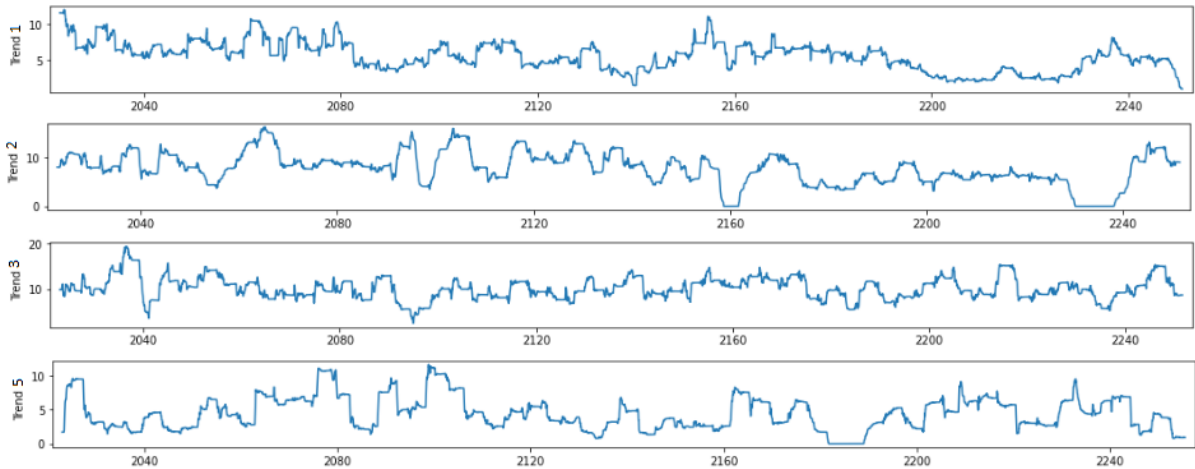


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

No Gráfico 13 pode ser notado, mais uma vez, que os três primeiros indivíduos são os que se mantiveram ativos por mais tempo, em especial os indivíduos dois e três.

No Gráfico 14 também foi verificada a tendência do número de passos dos indivíduos avaliados:

Gráfico 14 – Tendência do número de passos

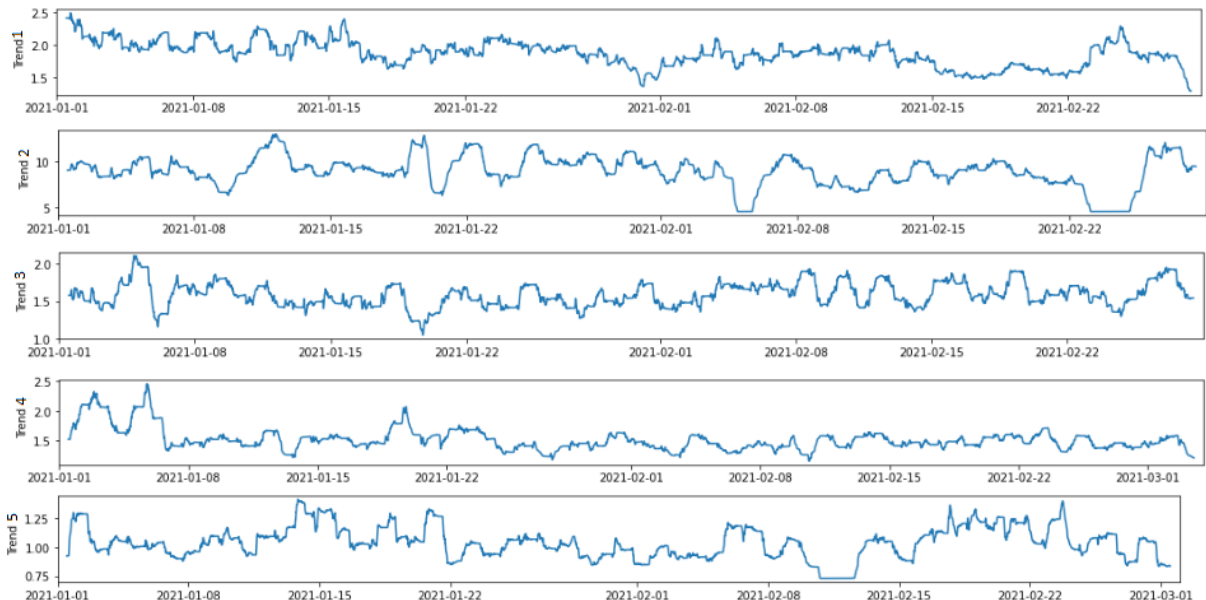


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O Gráfico 14 mostra que todos os avaliados terminam com tendência de decréscimo no número de passos e que o quinto indivíduo apresenta os menores números.

Por último foi visto o Gráfico 15, do gasto calórico:

Gráfico 15 – Tendência do gasto calórico



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O Gráfico 15 mostra que todos começaram com uma alta tendência, mas apenas os indivíduos dois e três se mantiveram com um alto gasto calórico, ao contrário dos demais e principalmente do quarto que manteve uma tendência de

decréscimo durante todo o restante do período avaliado. Também é possível notar que todos eles terminaram com uma tendência de decréscimo ao fim do período.

4.3 Resultados

Durante o estudo ficou bastante claro que os *smartwatches* tem uma grande capacidade de coletar os dados físicos do seu usuário, assim como de fornecer esses dados de forma simples e prática.

Como pôde ser observado na maioria dos gráficos, o segundo indivíduo foi o que apresentou os maiores valores na prática de exercícios, o que pode explicar a alta perda calórica. Ele manteve bons níveis nos dados durante todo o espaço de tempo analisado, mostrando um constante empenho no que diz respeito às atividades físicas.

O primeiro indivíduo também praticou os exercícios no tempo analisado, mas apresentando baixos valores, principalmente no que diz respeito ao tempo ativo. Porém, foi notada ótimos valores na distância percorrida, resultando em uma pequena perda calórica, mas bem abaixo dos indivíduos dois e três que apresentaram os melhores valores na prática de exercícios no geral.

Já o terceiro também mostrou uma boa dedicação aos exercícios e até superando o segundo indivíduo em alguns quesitos, como na distância percorrida. O que pode explicar a boa perda calórica, porém é possível notar na tendência dos minutos ativos, por exemplo, que ele ainda permanecia menos ativo, o que pode explicar a diferença na quantidade de calorias gastas.

Os indivíduos quatro e cinco foram os que menos se empenharam nos exercícios, como é possível ver em quase todos os gráficos, em especial o Gráfico 9 que contém o histograma dos minutos ativos. A tendência dos batimentos de cada um, no Gráfico 12, também mostra que eles não tiveram nenhum momento de forte tendência de alta na frequência cardíaca, o que indicaria um alto esforço físico imposto pela prática de exercícios.

Pode-se notar que o uso de séries temporais é de grande ajuda para identificar e quantificar os dados sobre a realização de exercícios. Sendo algo de extrema relevância para identificar e avaliar a dedicação que está sendo imposta pelos indivíduos estudados.

5 CONCLUSÃO

No decorrer deste estudo observou-se a grande capacidade dos *smartwatches* de coletar os dados dos sinais vitais, o que o torna de grande importância para acompanhar e avaliar a saúde física de seus usuários, principalmente dos idosos que necessitam de um acompanhamento especial.

Uma vez que os dados sobre os sinais vitais já poderiam ser obtidos de maneira simples e rápida, ainda era preciso encontrar um modo de analisá-los de uma forma igualmente simples para identificar se os idosos estavam realmente se empenhando na atividade física e se isso estaria refletindo em bons resultados.

Considera-se que a metodologia aplicada de utilizar séries temporais para quantificar os dados sobre a atividade física dos indivíduos selecionados atingiu seu objetivo. Esta afirmativa pode ser vista pelos valores de gasto calórico alcançados por cada um estar de acordo com os valores alcançados nos exercícios físicos e tempo dedicado aos mesmos que foram apresentados nos gráficos..

Este estudo procurou apenas fazer a análise dos dados dos indivíduos selecionados pelo período de dois meses devido às limitações de *hardware* não permitirem um estudo mais aprofundado e até mesmo a análise dos cinco indivíduos de forma simultânea como pôde ser notado nos gráficos 13 e 14.

Também se limitou a analisar apenas os dados referentes à atividade física dos indivíduos, o que é apenas uma das formas de analisar a saúde física de uma pessoa.

Desta forma, uma sugestão para estudos futuros é o uso de um *hardware* mais avançado que possibilite uma análise a partir de um intervalo maior de dados e técnicas mais avançadas de séries temporais para melhor verificar o empenho dos indivíduos ao longo do tempo.

Também recomenda-se a realização de estudos que avaliem, não apenas os exercícios físicos, mas também a alimentação e saúde física dos indivíduos.

6 REFERÊNCIAS

ACREE, Luke S. et al. Physical activity is related to quality of life in older adults. **Health and quality of life outcomes**, v. 4, n. 1, p. 1-6, 2006.

APÓSTOLO, João Luís Alves. Envelhecimento, saúde e cidadania. **Revista de Enfermagem Referência**, v. 3, n. 9, p. 205-208, 2013.

BENEVENUTO, Fabrício; ALMEIDA, Jussara; SILVA, Altigran. Coleta e análise de grandes bases de dados de redes sociais online. **Jornadas de Atualização em Informática (JAI)**, p. 11-57, 2011.

BENESTAD, Arne M. Trainability of old men. **Acta Medica Scandinavica**, v. 178, n. 3, p. 321-327, 1965.

BULSING, Francine Letiele et al. A influência dos grupos de convivência sobre a auto-estima das mulheres idosas do município de Santa Cruz do Sul-RS. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 4, n. 1, 2007.

CHAIMOWICZ, Flávio. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, p. 184-200, 1997.

CHAKRAVARTHY, Manu V.; JOYNER, Michael J.; BOOTH, Frank W. An obligation for primary care physicians to prescribe physical activity to sedentary patients to reduce the risk of chronic health conditions. In: **Mayo clinic proceedings**. Elsevier, 2002. p. 165-173.

CORAZZA, Maria Alice; PONTES JUNIOR, Francisco Luciano. **Terceira idade & atividade física**. São Paulo: Phorte, 2001.

CRESS, M. Elaine et al. Relationship between physical performance and self-perceived physical function. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 43, n. 2, p. 93-101, 1995.

DA SILVA, Leoni Kurt GNM; FERNANDES, Sérgio Murilo Maciel; LINS, Robson Cavalcanti. Uso de SmartWatch no Auxílio a Monitoração de Arritmias Cardíacas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 75511-75525, 2020.

DAVENPORT, Thomas. **Big data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities**. Harvard Business Review Press, 2014.

DIGGLE, Peter. **Time series: a biostatistical introduction**. Oxford University Press, 1990.

EVERITT, Brian; SKRONDAL, Anders, **The Cambridge dictionary of statistics**, 4th ed. Cambridge, UK ; New York: Cambridge University Press, 2010.

GARRETT, Nancy A. et al. Physical inactivity: direct cost to a health plan. **American journal of preventive medicine**, v. 27, n. 4, p. 304-309, 2004.

GORDILHO, Adriano et al. Desafios a serem enfrentados no terceiro milênio pelo setor saúde na atenção integral ao idoso. In: **Desafios a serem enfrentados no terceiro milênio pelo setor saúde na atenção integral ao idoso**. 2000. p. 90-90.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2017**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101566_informativo.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

LIMA-COSTA, Maria Fernanda; VERAS, Renato. Saúde pública e envelhecimento. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 3, p. 700–701, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2003000300001&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 19 jul. 2022.

LIMA, S. **Visualização de dados em Python: Matplotlib**. Disponível em: <<https://king.host/blog/2018/03/visualizacao-de-dados-matplotlib/>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Big Data O Futuro dos Dados e Aplicações**. Saraiva Educação SA, 2018.

MATSUDO, S. M. Envelhecimento, atividade física e saúde. **Revista Mineira de Educação Física**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 193-207, 2002.

MAZINI FILHO, Mauro Lúcio et al. Atividade física e envelhecimento humano: a busca pelo envelhecimento saudável. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 7, n. 1, 2010.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; HARTZ, Zulmira Maria de Araújo; BUSS, Paulo Marchiori. Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. **Ciência & saúde coletiva**, v. 5, p. 7-18, 2000.

MORETTIN, Pedro Alberto; TOLOI, CM de C. **Previsão de Séries Temporais**, 1985. Editora Atual, São Paulo.

MURRAY, Christopher JL; LOPEZ, Alan D. **Mortality by cause for eight regions of the world: Global Burden of Disease Study**. The Lancet, v. 349, n. 9061, p. 1269–1276, 1997. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673696074934>>. Acesso em: 19 jul. 2022.

NASIR, Suphan; YURDER, Yigit. Percepções de consumidores e médicos sobre produtos de saúde vestíveis de alta tecnologia. **Procedia-Ciências Sociais e Comportamentais**, v. 195, p. 1261-1267, 2015.

SILVA, G. A.; MEDOLA, F. O.; RODRIGUES, S. T. Smartwatch: Um Possível Dispositivo Eletrônico Vestível de Tecnologia Assistiva. In: **16**

Ergodesign—Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano Tecnológica, Santa Catarina, Brasil. 2017.

PRESS, Gil. **A very short history of data science.** Forbes. 2013.

ROLIM, Mesaque Vidal. **Análise do perfil do profissional da informação para a atuação como cientista de dados em ambientes de big data: uma perspectiva a partir das disciplinas do curso de Biblioteconomia da UnB.** 2018. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/20898>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SILVA, Rassan Dyego Romão. Big data e ciência de dados: como transformar dados em conhecimento. **PESQUISAR**, v. 8, p. 2447-2239, 2019.

STAVROPOULOS, Thanos G. et al. Sensores e dispositivos vestíveis de IoT no cuidado de idosos: uma revisão de literatura. **Sensores**, v. 20, n. 10, pág. 2826, 2020.

The 2009 Ageing Report: Underlying Assumptions and Projection Methodologies for the EU-27 Member States (2007-2060) - European Commission (DG ECFIN) and the Economic Policy Committee (AWG) - European Commission. Disponível em: <https://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication_summary13784_en.htm>. Acesso em: 19 jul. 2022.

«The Making of Python». **Artima Developer.** Disponível em : <<https://www.artima.com/articles/the-making-of-python>> Acesso em 10 de novembro de 2022

TOLOI, CMC; MORETTIN, P. A. Previsão de séries temporais. **São Paulo: Atual Editora**, 1985.

VELÁZQUEZ, Ramiro. Wearable assistive devices for the blind. In: **Wearable and autonomous biomedical devices and systems for smart environment.** Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 331-349.

WEINECK, Jürgen; PRADO, Luciano. **Biologia do esporte.** São Paulo: Manole, 2005.

XAVIER, J. **ANÁLISE E PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS COM MODELOS ARIMA E ANÁLISE ESPECTRAL SINGULAR.** Tese (Mestrado em Bioestatística e Biometria) - Universidade ABERTA. 2016.