UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Trabalho de Conclusão de Curso

ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO SONO COM A PRÁTICA E AUSÊNCIA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS POR MEIO DE DISPOSITIVOS VESTÍVEIS

Ábner Santos Sampaio de Lacerda

Natal/RN
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO SONO COM A PRÁTICA E AUSÊNCIA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS POR MEIO DE DISPOSITIVOS VESTÍVEIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para obtenção do título de Graduado em Engenharia Biomédica.

Graduando: Ábner Santos Sampaio de Lacerda

Orientadora: Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares

Natal/RN

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO SONO COM A PRÁTICA E AUSÊNCIA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS POR MEIO DE DISPOSITIVOS VESTÍVEIS

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares _____

UFRN – Orientadora

Profa. Msc. Jusciaane Chacon Vieira _____

UFRN – Avaliadora Interna

Prof.ª Dra. Adriana Cláudia Câmara da Silva _____

IFRN - Avaliadora Externa

Natal/RN

2019

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, que me disponibilizou a energia e força necessária para poder alcançar todos os meus objetivos. Toda honra e toda glória à Ele. À minha família, que sempre acreditou, me deu todo o suporte e me motivou a chegar no fim desta jornada. Aos meus amigos e colegas de trabalho, que sempre estiveram comigo, compartilhando conhecimentos e novas experiências para o meu aprendizado, que contribuíram de alguma forma para esse feito.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, que me disponibilizou a energia e força necessária para poder alcançar todos os meus objetivos. Toda honra e toda glória à Ele. À minha família, que sempre acreditou, me deu todo o suporte e me motivou a chegar no fim desta jornada, em especial a minha amada mãe, que teve que me aguentar durante todos esses anos, e ao mesmo tempo conseguir me criar com tamanho amor e carinho. Em ter que se levantar cedo, muitas vezes ainda de madrugada, para poder fazer todas as minhas refeições do dia inteiro, pois saindo de casa às 07h e só voltando às 23h, eu não tinha tempo para preparar comida.

À minha namorada, que além de me fornecer um dos equipamentos para realizar a análise desse trabalho, está sempre ao meu lado me dando todo o seu carinho e apoio, tendo que aguentar toda carga estressante da minha rotina diária, que querendo ou não, indiretamente ela é atingida. Por não ter desistido durante os momentos difíceis e por sempre acreditar em mim e no meu potencial.

Aos meus amigos, que sempre estiveram comigo durante essa longa jornada, me dando apoio e me fazendo rir das situações que íamos passando dia após dia. Acreditem, isso ajuda muito a melhorar o humor.

A Vital Engenharia Ambiental S/A, empresa no qual eu trabalho à 6 anos, que me deu todo o suporte de que quando precisei sair mais cedo para determinadas aulas, essas aulas especiais, nas quais eu não podia faltar.

A minha orientadora, Prof. Dra. Heliana Bezerra, por todas as orientações acadêmicas e pela confiança depositada em mim para a realização deste trabalho.

E também a todos os professores que fizeram parte da minha jornada, desde Ciências e Tecnologia até a Engenharia Biomédica, sempre me mostrando o caminho do conhecimento.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA III
AGRADECIMENTOS IV
LISTA DE FIGURAS VI
LISTA DE TABELAS VII
LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS VIII
RESUMO IX
ABSTRACT X
1. INTRODUÇÃO 1
1.1. OBJETIVOS 3
1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO 3
2. MEDICINA DO SONO 5
2.1. QUALIDADE DO SONO 5
2.2. PROBLEMAS TÍPICOS 6
2.3. TRATAMENTOS 8
3. DISPOSITIVOS VESTÍVEIS 10
3.1. DISPOSITIVO XIAOMI *MI BAND* 2 13
3.1. DISPOSITIVO *APPLE WATCH SERIES* 4 14
4. DISPOSITIVOS XIAOMI *MI BAND* 2 X *APPLE WATCH SERIES* 4 16
4.1. USUÁRIO 18
4.2. BASE DE DADOS 18
4.3. EXERCÍCIOS FÍSICOS 18
4.4. ALIMENTAÇÃO 19
4.5. *APPS* 20
4.5.1. *MI FIT* 20
4.5.2. *PILLOW* 21
4.6. SELECÃO DOS DADOS COLETADOS 22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 27
6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS 31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo do sono. 17
Figura 2 - Pulseira Xiaomi *Mi Band* 2. 24
Figura 3 - *Apple Watch Series* 4. 25
Figura 4 - Diagrama de blocos das etapas do trabalho. 28
Figura 5 - Gráfico de barras do *Mi Fit*. 31
Figura 6 (a) - Resumo do sono *Mi Band* 2. 32
Figura 6 (b) - Análise automática do sono. 32
Figura 7 (a) - Resumo do sono *Apple Watch Series* 4. 33
Figura 7 (b) - Gráfico de barras do *Apple Watch Series* 4. 33
Figura 8 (a) - Análise do Sono REM. 40
Figura 8 (b) - Análise do Sono Profundo. 40
Figura 8 (c) - Análise do Sono Leve. 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Funções dos dispositivos. 27
Tabela 2 - Dados da Xiaomi *Mi Band* 2 Fase 1 (sem exercícios físicos). 34
Tabela 3 - Dados do *Apple Watch Series* 4 Fase 1 (sem exercícios físicos). 35
Tabela 4 - Dados da Xiaomi *Mi Band* 2 Fase 2 (com exercícios físicos). 36
Tabela 5 - Dados do *Apple Watch Series* 4 Fase 2 (com exercícios físicos). 37
Tabela 6 - Média dos resultados Xiaomi *Mi Band* 2 - Fase 1. 39
Tabela 7 - Média dos resultados Xiaomi *Mi Band* 2 - Fase 2. 39
Tabela 8 - Média dos resultados *Apple Watch Series* 4 - Fase 1. 39
Tabela 9 - Média dos resultados *Apple Watch Series* 4 - Fase 2. 39

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

REM	- *Rapid Eye Movement*
OLED	- *Organic light-emitting diode*
GPS	- *Global Positioning System*
EEG	- Eletroencefalograma

LACERDA, Ábner Sampaio. **Análise comparativa da qualidade do sono com a prática e ausência de exercícios físicos por meio de dispositivos vestíveis.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, **48p**., 2019.

RESUMO

Em uma sociedade conectada em tudo ao mesmo tempo, os indivíduos geralmente apresentam uma vida bastante corrida, com trabalho, estudos e afazeres que consideram importantes, no qual, muitas vezes não conseguem ter tempo para a prática de exercícios físicos. Entretanto, a qualidade do sono está sendo consideravelmente prejudicada devido a esses acontecimentos relacionados a falta de tempo, sendo assim, acarretando muitas vezes em problemas de saúde, que regularmente, sequer sabem do porquê dessas adversidades. Contudo, a tecnologia vem ajudando as pessoas de várias formas, e uma delas, é a medição do sono. Um meio fácil, simples e acessível a boa parte da população, como os dispositivos vestíveis com tecnologia *Wearable*, inteligentes no qual permitem que o usuário registre algumas informações do sono, logo, gerando dados de alertas de monitoramento da saúde, possibilitando o controle dessas informações à distância por um especialista. Neste trabalho, foi feito uma análise comparativa da medição do sono, através de 2 (dois) dispositivos móveis com tecnologia *Wearable*, em um indivíduo que não praticou exercícios físicos durante 1 (um) mês e que praticou pelo mesmo período de tempo. De acordo com os dados coletados pelos equipamentos, pôde ser observado durante o período em que o indivíduo praticou exercícios físicos, uma melhora de 74% na qualidade do sono para o mesmo período não praticado com apenas 70%.

Palavras-chave: Qualidade do sono, atividades físicas, dispositivos móveis, tecnologia vestível, dispositivos inteligentes.

LACERDA, Ábner Sampaio. **Comparative analysis of sleep quality with practice and the absence of physical exercise through wearable devices.** Final Paper, Graduation in Biomedical Engineering, Federal University of Rio Grande do Norte, **48p**., 2019.

ABSTRACT

In a society that is all connected at the same time, individuals often have a busy life, with work, studies, and tasks that they consider important, in which they often have no time for physical exercise. However, the quality of sleep is being considerably impaired due to these time-related events, thus often leading to health problems that regularly do not even know why these adversities. However, technology has been helping people in many ways, and one of them is the measurement of sleep. An easy, simple and affordable way for most of the population, such as wearable smart devices with wearable technology that allow the user to record some sleep information, thus generating health monitoring alert data, enabling the control of this information at a distance by an expert. In this work, a comparative analysis of sleep measurement was made, through two (2) mobile devices with Wearable technology, in an individual who did not exercise for 1 (one) month and who practiced for the same period of time. According to the data collected by the equipment, it could be observed during the period in which the individual practiced physical exercises, a 74% improvement in sleep quality for the same period not practiced with only 70%.

Key words: Sleep quality, physical activity, mobile devices, wearable technology, smart devices.

1. INTRODUÇÃO

A má qualidade do sono é um fator que desencadeia diversos problemas e que também são consequências de algumas complicações na saúde. De acordo com (MAX *et al*., 2015), para jovens adultos (de 18 a 25 anos) é recomendável 6 a 11 horas de sono por noite, no entanto, não pode ser inferior a 6 e não pode exceder mais de 11 horas. A vida social, como conseguir dividir bem o tempo, é primordial para um sono bom. Além disso, diversos fatores fogem do nosso controle, como: ter que fazer hora extra no trabalho; pegar trânsito; alguns distúrbios como a apneia obstrutiva, que atinge 1/3 da população e é mais prevalente que hipertensão e diabetes, e a insônia crônica, que pode estar associada à depressão (ECKELI, 2018), são apenas alguns dos vários problemas que se encontram em indivíduos que apresentam uma má qualidade do sono.

Segundo (SOUZA, SOUSA, 1998), o processo do sono gera curiosidade nos homens. Hipócrates, por exemplo, já associava a insônia ao aborrecimento e à tristeza, enquanto Aristóteles acreditava que o sono era necessário para manter a percepção que, se utilizada ininterruptamente se. Na sociedade moderna, os distúrbios do sono, especialmente a insônia e a sonolência diurna excessiva, são queixas comuns na população em geral. Estima-se que a prevalência de insônia nas populações varie de 30 a 50%. Já a prevalência de insônia crônica é de cerca de 10% (POYARES; TUFIK, 2003). Em uma amostra representativa dos EUA, tanto os dormentes curtos quanto os longos, apresentam mais problemas de sono (ou seja, despertar durante a noite, despertar muito cedo, despertar não-renovado e sonolência diurna) em comparação com os dormentes de médio porte (7 ou 8 horas) (GRANDER; KRIPKE, 2004). Logo, a qualidade do sono não está relacionada somente a quantidade de tempo dormido, pois, os dormentes longos, também apresentam sintomas de um sono com má qualidade, tanto quanto um dormente curto.

Diante desse cenário, existem diversos métodos que trabalham em prol de uma boa qualidade do sono. Seja, uma alimentação balanceada, usar certas classes de medicamentos, organizar melhor os horários diários de uma forma mais estratégica, praticar exercícios físicos e outros. Segundo Santiago *et al*.

(2015), a realização de uma sessão de treinamento de força no período da manhã ou da tarde melhoraram a qualidade do sono de adolescentes em regime de internato. Em Noland *et al*. (2009), foi observado que a prática de exercícios físicos antes do horário de dormir foi citada como uma das estratégias utilizadas pelos adolescentes para adormecer. Essa tática de praticar exercícios físicos, trouxeram resultados na boa qualidade do sono nas pessoas.

De acordo com Silva *et al*. (2019), uma amostra que incluiu 907 não praticantes de exercícios físicos e 488 praticantes, com idade média de 49 ± 14 anos; Índice de Apneia e Hipopnéia médio, 53 ± 20 eventos/hora; 81% homens. Os não praticantes e praticantes diferiram de forma significativa em termos de obesidade (72% contra 54%). Os não praticantes tiveram uma maior frequência de sintomas e uma pior qualidade do sono. O ajuste para exercício enfraqueceu as associações entre sintomas individuais e o índice de apneia e hipopnéia, indicando que o exercício tem um efeito atenuante. Nos modelos logísticos binários, o exercício foi associado a uma redução de aproximadamente 30% no questionário ajustado para cansaço, sono de má qualidade, sono não reparador e humor negativo ao despertar.

Juntamente com a prática de exercícios físicos, uma alimentação balanceada, os monitoramentos dos dados são de suma importância para promover resultados verídicos dessas atividades. Com isso, o apoio da tecnologia vem ajudando bastante o monitoramento da saúde, no qual uma das formas de realizar a coleta das informações pode ser através de dispositivos vestíveis, com acessórios inteligentes e roupas produzidas com tecidos e materiais altamente tecnológicos, facilitando o dia a dia, garantindo um melhor desempenho nos exercícios físicos, permitindo o acompanhamento da saúde, ajudando principalmente os especialistas em suas atividades profissionais.

Essa técnica inteligente de monitoramento por meio de dispositivos vestíveis se dá através da chamada tecnologia *Wearable*, no qual, o portador faz uso de um aparelho com funções, possibilitando acompanhamento constante de alguns movimentos do corpo, propiciando a coleta de dados, por exemplo, a qualidade do sono durante os dias em que usar o dispositivo. Das diversas funcionalidades que um dispositivo vestível com tecnologia *Wearable* pode trazer para o usuário, o acompanhamento do sono vem se destacando bastante por todo o mundo.

Portanto, tendo um dispositivo vestível de certificado, o usuário pode realizar a coleta de dados, levar para o especialista analisar as informações como complemento do diagnóstico. Estratégia essa utilizada nesta pesquisa para comparar dois dispositivos e suas funções levando em consideração os recursos disponíveis em cada tecnologia.

1.1. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa da qualidade do sono através de dispositivos vestíveis.

1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi necessário abordar os seguintes pontos:

a. Compreender os conceitos da fisiologia humana, quanto ao sono;
b. Entender conceitos da pneumologia;
c. Fazer um levantamento bibliográfico sobre insônia, sono profundo e consequências de uma má e boa qualidade do sono;
d. Estudar dispositivos vestíveis;
e. Compreender a utilização da tecnologia *Wearable* e suas funções;
f. Criar a base de dados a ser utilizada;
g. Utilizar o excel para estruturar os dados coletados;
h. Aplicar técnicas de processamento de dados;
i. Aplicar análises estatísticas aos resultados;
j. Comparar com outros trabalhos na mesma área;

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

Para realização desse trabalho, foram feitas pesquisas para compreender algumas condições da qualidade do sono, assim podendo criar uma estratégia, através do uso de dispositivos vestíveis, para melhorar a qualidade de vida e diminuir os possíveis riscos à saúde, acarretado muitas vezes por uma má administração do sono. Portanto, este trabalho está organizado em 6 seções, descritas a seguir.

A seção 2 aborda assuntos relacionados à pneumologia, uma visão do funcionamento do sono, os parâmetros de uma boa e má qualidade do sono, os problemas típicos acarretados pela má administração nas horas, e as formas de tratamento para esses obstáculos tão comuns na geração atual.

Na seção 3 apresenta a análise dos dispositivos utilizados no desenvolvimento do trabalho, como o funcionamento e a coleta e geração dos dados.

A seção 4 trata do comparativo dos dados coletados durante toda a vigência de monitoramento, o perfil do usuário e os métodos aplicados para a geração de dados. Descreve a construção da base de dados, assim como as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento dos dados e a estratégia adotada.

A seção 5 aborda os resultados obtidos e discussões encontradas na pesquisa.

Por fim, a seção 6 expõe a conclusão e trabalhos futuros.

2. MEDICINA DO SONO

A Medicina do Sono, é a área da saúde que estuda as funções do sono, os seus distúrbios e o impacto destes na vida dos indivíduos. Abrange, ainda, o diagnóstico e o tratamento de transtornos relacionados ao sono, como: insônia, ronco, síndrome da apneia obstrutiva do sono, narcolepsia, bruxismo, sonambulismo, síndrome das pernas inquietas, entre outros. Atualmente, é reconhecida como área de atuação de quatro especialidades médicas: psiquiatria, neurologia, pneumologia e otorrinolaringologia (INSTITUTO DO SONO E TRANSTORNOS MENTAIS, 2019?).

2.1. QUALIDADE DO SONO

O sono é um problema de saúde pública pouco reconhecido em países industrializados em todo o mundo. Segundo (GALLICCHIO, KALESAN, 2009) os resultados indicam que ambos os dormentes curtos e longos têm maior risco de mortalidade por todas as causas; isso é consistente com os resultados de estudos examinando a duração do sono e o desenvolvimento de condições, bem como as evidências limitadas relativas à efeitos fisiológicos do sono em várias durações.

Um estado comportamental complexo do sono e um dos grandes mistérios da neurociência moderna. Constituído por um processo dinâmico, em que distintas fases, sono não REM (*Rapid Eye Moviment*) e REM, alternam-se durante à noite. O sono não REM ou sono de ondas lentas caracteriza-se pela presença de ondas sincronizadas no eletroencefalograma e subdivide-se em 3 fases (N1, N2, N3), segundo a progressão da sua profundidade. Esta fase do sono é fundamental para a recuperação física e reparo dos tecidos e músculos (IS, 2019).

Em relação ao sono REM, por sua vez, caracteriza-se por ondas dessincronizadas e de baixa amplitude no eletroencefalograma, por episódios de movimentos oculares rápidos e de relaxamento muscular máximo. Além disso, este estágio também se caracteriza por ser a fase onde ocorrem os sonhos, sendo fundamental para a recuperação mental, estabilização da memória, restauração da vigília e atenção (IS, 2019).

Em um indivíduo normal, o sono não REM e o sono REM alternam-se ciclicamente ao longo da noite. Estes estágios repetem-se a cada 70 a 110 minutos, com 4 a 6 ciclos por noite. A distribuição dos estágios de sono durante a noite pode ser alterada por vários fatores, como: idade, ritmo circadiano, temperatura ambiente, ingestão de drogas ou por determinadas doenças. Mas, normalmente o sono não REM concentra-se na primeira parte da noite, enquanto o sono REM predomina na segunda parte (INSTITUTO DO SONO E TRANSTORNOS MENTAIS, 2019?), como visto abaixo na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo do sono.

Fonte: Buscar Saúde, 2019

Diante disso, sabemos que para termos uma boa qualidade do sono, devemos ter o nosso sono REM e não REM bem estruturados, ou seja, com ciclos bem feitos, assim, o corpo se recupera da forma mais segura e eficaz.

2.2. PROBLEMAS TÍPICOS

Foi comprovado que existe a ligação do sono curto e crônico ao desenvolvimento de condições adversas de saúde, como diabetes, pressão arterial e obesidade (AYAS *et al.*, 2003; CAUTER *et al.*, 2007), todos eles associados subsequentes mortalidade. A classificação internacional dos distúrbios de sono inclui, aproximadamente, 85 transtornos, categorizados em 8 grupos principais:

- Insônias;
- Distúrbios Respiratórios do Sono;
- Hipersônias de Origem Central;
- Distúrbios do Ritmo Circadiano;
- Parassônias;
- Manifestações Motoras Noturnas;
- Sintomas Noturnos Isolados;
- Outros Distúrbios de Sono;

Os transtornos de sono secundários, ou seja, associados a doenças mentais, neurológicas e de outras causas médicas, não estão incluídos nesta classificação. Estes distúrbios, são considerados sintomas de base das doenças primárias diagnosticadas (Distúrbios do Sono, 2019?).

Diante do exposto, uma má qualidade do sono pode acarretar diversas classes de doenças, e em muitas vezes, essas doenças já são consequências de noites de sono ruins. Segundo (EWERT et al., 2004; SHEARER et al., 2001), foi sugerido que o mecanismo por trás da associação entre duração do sono e mortalidade poderia ser inflamação crônica, como estudos clínicos relataram marcadores inflamatórios elevados, incluindo proteína C-reativa de alta sensibilidade e interleucina-6, durante condições de privação de sono.

Ao contrário do sono curto, o prolongado não tem sido consistentemente demonstrado associado a certas condições médicas adversas, tais como diabetes e hipertensão, embora estudos tenham relatado que o sono prolongado está associado à obesidade e acidente vascular cerebral (CHEN *et al.*, 2008; MARSHALL *et al.*, 2008). É considerado um longo dormidor, o indivíduo que

necessita, no período de 24 horas, dormir mais horas do que as consideradas normais.

O diagnóstico deste distúrbio exige que a duração do sono seja igual ou superior a 10 horas. A arquitetura e a qualidade do sono são normais. Já o dormidor curto, o indivíduo necessita apenas, de 5 horas por dia no seu cotidiano. Nas crianças, considera-se um curto dormidor aquela que dorme 3 horas a menos que as da mesma idade (INSTITUTO DO SONO E TRANSTORNOS MENTAIS, 2019?).

Leger *et al*. (2012), afirma que em um nível de saúde pública, a sonolência diurna excessiva decorrente de uma única noite de sono prejudicado pode levar a erros de julgamento e foco, perda de produtividade no trabalho e um risco maior de acidentes veiculares.

Uma das maiores vítimas de sonos com má qualidade, são os idosos, devido a fatores naturais, apresentam esses resultados negativos. A porcentagem da população mundial com 65 anos ou mais deve dobrar até 2040, compreendendo um aumento no número de pessoas com distúrbios do sono. Se aproximadamente 10% da população adulta é afetada pela insônia, esse valor será mais prevalente na população idosa, chegando de 36 a 69% (YANG *et al.*, 2012).

Os distúrbios do sono não são apenas intrinsecamente prejudiciais em termos de qualidade de vida, mas podem causar ou complicar doenças físicas ou mentais, aumentando assim, os custos com a saúde, bem como as taxas de mortalidade (YANG *et al.*, 2012). Devido à falta de um sono bom e satisfatório em pessoas idosas, o que provoca cansaço crônico e frustração, eles contribuem com distúrbios do sono para a idade avançada, como resultado, não procuram os tratamentos necessários (ATADOKHT; MOHAMMADI, 2015).

Como vemos, existem classificações de perfis pelos seus níveis de sono, mas isso não significa diretamente que uma pessoa que dorme muito, vai ter uma melhor qualidade de sono quando comparado com outra pessoa que tem uma menor duração. Segundo Daniel et al. (1989), a qualidade do sono é inerentemente subjetiva. Uma má noite de sono para uma pessoa pode ser satisfatória, mas para outra, os efeitos de uma noite ruim de sono variam de pessoa para pessoa.

2.3 TRATAMENTOS

Existem diversas formas de tratamento para pessoas que apresentam uma má qualidade do sono, seja devido a doenças físicas, mentais ou fatores sociais. Por exemplo, (SPIEGEL; LEPROULT; CAUTER, 2005) em um estudo de laboratório que restringia o sono entre 11 homens saudáveis, foi associado com a tolerância à glicose prejudicada, maiores níveis de cortisol à noite, alterações na atividade do sistema nervoso simpático e uma redução na leptina secreção. Dentre essas formas de tratamento, estão inclusas as por meio de fármacos, as de produtos diretamente naturais e as questões socioterápicas.

Vários estudos relataram que o tratamento não farmacológico é tão eficaz quanto a terapia farmacológica para idosos com insônia, demonstrando resultados mais sustentados ao longo do tempo do que o tratamento farmacológico (SINGH, N; CLEMENTS; SINGH M, 2001). Nessa linha de pesquisa, em (INOUE *et al.*, 2013), evidências demonstram que o exercício físico é um importante fator protetor contra futuros distúrbios do sono entre idosos sem doenças preexistentes.

O nível de atividade física tem sido sugerido como um fator potencial para distúrbios do sono, e ambos, estado depressivo e saúde física, são conhecidos por serem mediados e/ou moderados pelos níveis de atividade física (CONNOR *et al.*, 2008). É de extrema importância diagnosticar o motivo pelo qual o indivíduo possui uma má qualidade do sono, para que não busque formas de tratamento por si só baseado em especulações. Dessa forma, procurar sempre a ajuda de um médico especialista, para realizar o devido tratamento para o indivíduo, sem que ocorra possíveis maiores complicações.

Logo, dá a devida atenção a casos relacionados a problema de sono é muito importante, pois em termos de implicações para a saúde pública, a prevalência de distúrbios da duração do sono está aumentando e, portanto, aumenta a mortalidade atribuível ao sono curto, e provavelmente também ocorrerá ao sono longo.

Portanto, os tratamentos com uso de fármacos, produtos naturais e métodos como praticar exercícios físicos, são opções eficazes para o tratamento

de complicações do sono. Logo, a gestão e tratamento de distúrbios de duração do sono devem ser sempre abordados pelos médicos especialistas (INSTITUTE OF MEDICINE, 2006).

3. DISPOSITIVOS VESTÍVEIS

Nos últimos anos, o uso de dispositivos vestíveis vem transformando a área da saúde de maneira significativa. Alguns desses dispositivos também são utilizados em esportes para monitoramento de atletas, buscando analisar fatores como distância percorrida, frequência cardíaca, temperatura da pele, etc. (BACA; SCHWARTZ, 2016). Esses tipos de dispositivos são bastante populares entre os usuários, principalmente por serem extremamente simples, de fácil manuseio e por fornecer informações como relacionadas à saúde (SEUNG-GUL *et al*. 2017).

Com o avanço cada vez maior das tecnologias, entra no mercado os dispositivos móveis, que podem fazer diversas funções ao mesmo tempo, e por um custo bastante acessível à população. Funções essas, como notificar o usuário para realizar determinadas atividades, por exemplo, beber água, praticar atividades físicas ou realizar várias outras funções de interesse para o usuário. Dispositivos *Wearables* com *feedback* podem promover aumento significativo na atividade física, quando comparado com aqueles sem qualquer *feedback* (BRAVATA *et al*., 2007).

Uma das funções de análise dos dispositivos móveis que vem crescendo, é a análise da qualidade do sono destes usuários, que cada vez mais, se preocupam com o seu bem estar. De acordo com (CASEI; JASON; MICHAEL, 2016) os consumidores geralmente poderão usar dispositivos portáteis e, por meio dos dados gerados, podem gerenciar sua própria saúde por meio de dispositivos móveis, como um *smartphone*, por exemplo. Este tipo de tecnologia está se tornando mais popular a cada ano, há o surgimento de novos fabricantes e, desta forma, os dispositivos estão ficando mais baratos e acessíveis. Em 2015, foi lançado o *Apple Watch*, que vendeu cerca de 1 milhão de unidades no mesmo dia, colocando o *smartwatch* no centro de tecnologia (CASEI; JASON; MICHAEL, 2016).

Devido à "Internet das Coisas", dispositivos móveis menores, mais eficientes e decentes querem entrar em novas áreas de aplicação. Seus produtos são usados para promover melhorias terapêuticas, calibração padronizada de monitores e coleta de dados (WIJNDAELE *et al.*, 2015). Como ainda é um campo considerado novo na área da tecnologia, a confiabilidade dos dados de um dispositivo móvel é posta à prova a todo o momento nesse ramo, pois quando se trata de monitoramento de saúde de alguma forma, a precisão dos dados coletados tem que ser de altíssima qualidade.

Em Seung-Gul *et al.* (2017) descrevem uma validação de dispositivos que monitoram o sono dos pacientes, e a conclusão do estudo mostra que o uso deste tipo de dispositivo pode ser benéfico para a complementação do diagnóstico, ou seja, ainda seria necessário utilizar outros exames para um diagnóstico final. Sendo assim, com os dispositivos validados pelo governo para vendas e os dados coletados, a confiança dos dados é verídica, trazendo para a sociedade resultados importantes, como a redução de idas aos médicos de alguns pacientes, de acordo com (JAMIN; NICHOLAS; LARA, 2017), a ideia de dispositivos *Wearables* podem trazer uma redução significativa na visita de idosos ao consultório médico.

Um dos dispositivos mais conhecidos é usado no pulso e com o apertar de um botão, um monitor central seria avisado, e a mensagem seria entregue aos competentes responsáveis, trazendo alívio para os usuários. Estes dispositivos são utilizados principalmente por pessoas idosas que vivem sozinhas e que dependem de ajuda constante para medicação e outras tarefas. *Design* desajeitado, pesado ou notável, assim como aspectos técnicos, como resistência à água, intervalos de uso ou manutenção, são fatores ainda mais desafiadores, com possível influência na usabilidade (SHAEFER; VAN; ALEMÃO, 2014).

De acordo com os cálculos econômicos, as economias potenciais geradas pela utilização de aplicações móveis relacionadas com a saúde na União Europeia, é menor que o custo estimado de implementação desta tecnologia, chegando a 100 bilhões de euros por ano (PWC, 2016). A vida das pessoas na geração atual do século XXI é cada vez mais corrida, as pessoas se envolvem em trabalho, vida acadêmica e social ao mesmo tempo, e acabam não

tendo tempo para irem a consultas médicas, até mesmo para consultas de rotina, e isso é um grave problema, pois às vezes, quando se dão conta da necessidade da visita ao médico, acabam encontrando situações mais complicadas do que quando negligenciaram a ida em outras oportunidades.

Segundo (BACA; SCHWARTZ, 2016), a maioria das pessoas hoje vivem uma vida um tanto agitada, trabalho, faculdade, família, etc. Muitos deles acabam não se importando com a saúde e acabam não indo ao médico. O uso de dispositivos *Wearables* fornecem os dados coletados que são enviados através de um *smartphone* para um cardiologista, por exemplo, este profissional analisa se há algo anormal nos dados e, desta forma, entra em contato com a pessoa em questão.

O uso de dispositivos móveis é de grande ajuda para a saúde pública, por exemplo, o monitoramento do sono, que é o tema deste trabalho, segundo (DASKALOVA *et al*., 2016), apoiam a auto experimentação como um processo científico, ajuda os usuários a identificar melhor os gatilhos pessoais que afetam o sono.

De acordo com (KNUTSON *et al*., 2010), com base em diários de tempo, o aumento nas chances de sono curto nos últimos 31 anos foi significativo apenas entre os trabalhadores em tempo integral. As horas de trabalho são muito maiores para os trabalhadores em tempo integral que dormem menos que 6 horas. Dados que sugerem que a avaliação prospectiva do sono, usando diários do sono, também podem fornecer informações mais precisas em relação aos hábitos de duração do sono (MORIN *et al*., 2003). Entretanto, um dos principais riscos para a implementação de aplicativos de saúde móvel é o "escape de aplicativo". O fato de 80 a 90% dos aplicativos móveis relacionados à saúde serem desinstalados após o primeiro uso (MAETZLER *et al*., 2013) mostra que ainda existem algumas lacunas no processo de desenvolvimento.

Portanto, é de grande ajuda o monitoramento do sono e de outras funções do corpo humano, pois os dados são coletados e analisados a distância, sem precisar ter que deslocar o usuário para determinados lugares, realizando a análise de sua saúde e trazendo economia de tempo e dinheiro para o usuário, um exemplo de forma de acompanhamento pode ser visto neste trabalho, que foram utilizados 2 (dois) dispositivos vestíveis, o Xiaomi *Mi Band* 2 e o *Apple Watch Series* 4.

3.1. DISPOSITIVO XIAOMI MI BAND 2

O dispositivo Xiaomi *Mi Band* 2, fabricado pela empresa chinesa Xiaomi, mundialmente conhecida, trata de um dispositivo com tecnologia *Wearable*, com um ótimo custo benefício no mercado, com o valor em torno de R$ 139,90 (Figura 2).

Figura 2 - Pulseira Xiaomi *Mi Band* 2.

Fonte: Magazine Luíza, 2019

Este dispositivo é um relógio inteligente que fornece informações diárias com a sua sincronização *bluetooth*. Para que o sistema operacional da pulseira seja convertido em dados para futuras análises, se faz necessário obter o aplicativo *Mi Fit* na *App Store* ou *Google Play*, que será combinado com o *Mi Band* 2, dessa forma, o tempo de exibição será sincronizado com o horário do telefone, fazendo com que o sistema permaneça com o horário real. O equipamento possui tela de toque OLED, monitor de frequência cardíaca, monitoramento esportivo e de sono, função de alarme inteligente, relógio e a ferramenta de chamadas recebidas / alerta de mensagens. A bateria tem capacidade de carga de 70mAh, durando, quando usado somente para dormir, cerca de 7 dias. A recarga total da bateria, demora em torno de 3 horas via USB. Possui o peso de 96g, sendo bem leve e versátil para o portador, além de apresentar um visual bem moderno. A pulseira tem o comprimento de 22,5 cm e largura de 1,05 cm (MAGAZINE LUÍZA, 2019).

Sistema simples de utilizar, tem o aplicativo bem interativo com o usuário, dessa forma, facilitando bastante o uso das aplicações. A análise feita através

da coleta de dados usando o dispositivo e com a ajuda de um profissional médico, as informações podem ser interpretadas, ajudando a prevenir uma determinada doença ou até mesmo em fatores que podem levar a casos de insônia ou má noite de sono.

3.2 DISPOSITIVO APPLE WATCH SERIES 4

O dispositivo *Apple Watch Series* 4, fabricado pela *Apple*, utilizam o aplicativo *Pillow* da plataforma *Apple Store*, no qual o usuário consegue sincronizar as informações do relógio com o *smartphone* (Figura 3).

Figura 3 - *Apple Watch Series* 4.

Fonte: iPlace, 2019

Trata de um dispositivo com tecnologia *Wearable*, com um investimento inicial a partir de R$ 3.999,00 no Brasil em 2019. O equipamento apresenta uma bateria que suporta até 18 horas de uso, altura de 40 mm, largura de 34 mm, espessura de 10,7 mm e peso da caixa (GPS) com 30,1g (APPLE BRASIL, 2018).

Além de apresentar um *design* bastante sofisticado e luxuoso, o item demonstra diversas ferramentas, dentre as mais sofisticadas, segundo a própria *Apple*), o monitoramento cardíaco usando os eletrodos integrados na *Digital Crown*, o novo sensor cardíaco elétrico na parte de trás em cristal de safira para fazer uma leitura de eletrocardiograma direto do pulso. Com o *watchOS* 5, seu sistema operacional, analisa os ritmos cardíacos intermitentemente em segundo

plano e envia uma notificação ao detectar um sinal de ritmo cardíaco que poderia indicar fibrilação atrial. Ele também avisa se os batimentos excederem ou ficarem abaixo de um limite específico (APPLE BRASIL, 2018).

O recurso de detecção de queda usa o acelerômetro (que mede até 32 de força g) e o giroscópio aprimorados, além de algoritmos personalizados para identificar se o usuário sofreu uma queda. O *Apple Watch* analisa o movimento do pulso e a aceleração do impacto e envia um alerta após a queda, que pode ser ignorado ou usado para iniciar uma chamada aos serviços de emergência. Caso o relógio não identificar uma atividade por 60 segundos após a notificação, ele ligará para o resgate automaticamente e enviará uma mensagem aos contatos de emergência com a localização do usuário (APPLE BRASIL, 2018).

Com o seu sistema operacional o *watchOS* 5, o *Apple Watch* se tornou um companheiro de exercícios. As competições de atividade permitem que um usuário desafie outros. A detecção automática de exercício manda um alerta lembrando de iniciar uma atividade e dá créditos pelo tempo já treinado. Ioga e Trilha são novos tipos de treino específico, com medição de calorias ativas queimadas e de minutos gastos com o exercício (APPLE BRASIL, 2018).

Os usuários que praticam a corrida podem aproveitar a maior duração da bateria durante o exercício, agora com seis horas para treinos ao ar livre e para usar recursos de alto desempenho, como cadência em corridas ao ar livre e em ambiente interno, alertas de ritmo para corridas ao ar livre e ritmo móvel, mostrando o ritmo do quilômetro anterior. Todos os registros, avaliações e sintomas são armazenados no *app* Saúde em um arquivo em PDF podendo ser compartilhado com os médicos especialistas (APPLE BRASIL, 2018).

4. DISPOSITIVOS XIAOMI MI BAND 2 X APPLE WATCH SERIES 4

As inovações das tecnologias têm ocasionado mudanças nas prestações de serviços na área da saúde, nos dando praticidade e economia de tempo, em processamento de grande quantidade de dados com intervalos pequenos. Uma forma de transformar imenso volume de dados de informações e conhecimento em ferramentas de trabalho aos profissionais da área, sendo assim, levando benefícios aos pacientes.

A mobilidade está presente no dia a dia das pessoas. O setor de saúde investe em inovação com o objetivo de melhorar a prestação dos serviços para permanecer relevante e dar acesso aos pacientes.

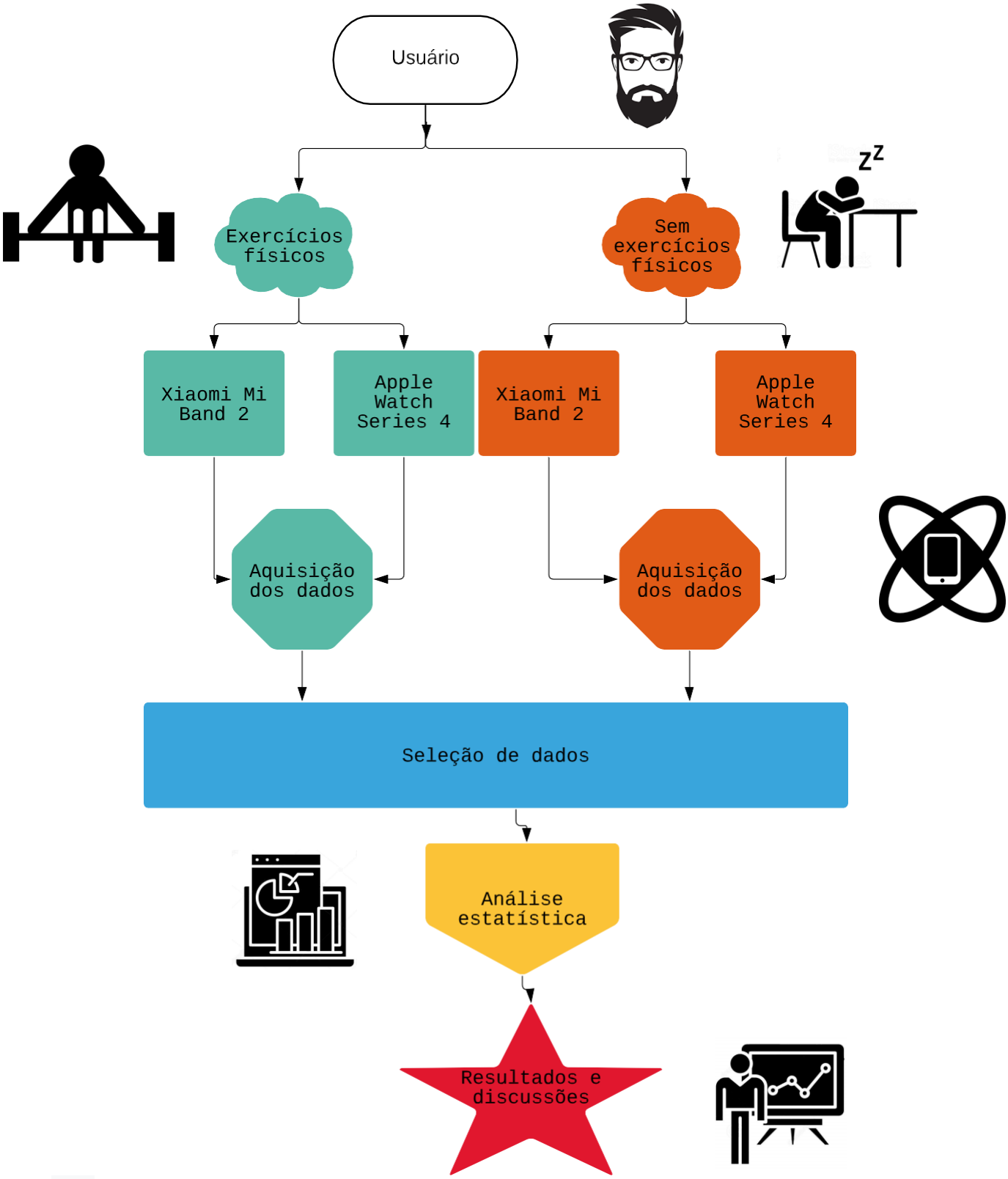
Neste trabalho, para a análise comparativa dos dados através dos dispositivos vestíveis, foram utilizadas duas pulseiras/relógios (Xiaomi *Mi Band* 2 e a *Apple Watch Series* 4), auxiliadas por seus aplicativos instalados em 2 (dois) *smartphones*, o *Moto Z2 Force* e o *iPhone XR*, respectivamente, para a realização da aquisição dos dados. Na tabela 1 é visto algumas funções dos dois dispositivos *Wearable*.

Tabela 1 – Funções dos dispositivos

FUNÇÕES	XIAOMI *MI BAND* 2	*APPLE WATCH SERIES* 4
Função relógio	x	x
Monitoramento cardíaco	x	x
Contador de passos	x	x
Monitoramento do sono	x	x
Botão do socorro	-	x
Lanterna	-	x
Realizar chamadas de voz	-	x
Gravar áudio	-	x

Assim, para alcançar o objetivo proposto, várias etapas foram realizadas com o intuito de obter seu melhor resultado na análise dos dados. De maneira a esclarecer essas etapas de forma mais detalhada, um diagrama de blocos é ilustrado na Figura 4, com os procedimentos elaborados.

Figura 4 – Diagrama de blocos das etapas do trabalho.



Fonte: Produzido pelo autor

4.1 USUÁRIO

O perfil do usuário para a realização deste trabalho, no qual foram feitas todas as avaliações, tem 25 anos, 92 kg, 1.78m, sexo masculino e fisicamente ativo. Tem sua rotina diária em dias de semana dividida em trabalho no horário das 08h às 18h, e logo após, frequenta a faculdade das 18h:30m às 22h:15m. Acordando diariamente entre 05h30min e 05h45min, e indo dormir entre 23h15min e 00h. Para o desenvolvimento deste trabalho, todos os dados coletados foram adquiridos apenas em mim como uma simulação, enquanto o projeto está sendo enviado para a aprovação do comitê de ética.

4.2 BASE DE DADOS

Durante os meses de agosto, setembro e outubro foram coletados os seguintes dados: a hora de dormir e acordar, o tempo que levou para dormir e o tempo que passou acordado. Verificou-se também quanto tempo o usuário estava em sono profundo e leve, e também o número de horas de sono da pessoa (o número de horas que a pessoa permaneceu acordada não é levado em consideração).

Segundo a *BBC News* (2015), adultos jovens com idades entre 18 e 25 anos, tem que dormir cerca de 7 a 9 horas por dia, e não devem dormir menos de 6 horas ou mais do que 10 ou 11 horas. Sendo assim, um sono de qualidade, geralmente tem que atender esses parâmetros.

No período de coleta de dados, as informações foram adquiridas pelo *app* no *smartphone* no período da noite, geralmente entre 23h e 06h.

4.3 EXERCÍCIOS FÍSICOS

A coleta de dados foi realizada em dois períodos de trinta dias (19 de agosto à 17 de setembro 2019), no qual a primeira fase foi onde o usuário não praticou nenhuma classe de exercícios físicos, e na segunda (19 de setembro à 18 de outubro 2019), foi feita a prática de exercício físicos durantes os trinta dias de avaliação. Segundo Caspersen, Powell e Christenson (1985), não foi citado o termo “Atividades físicas” e sim “Exercícios físicos”, pois ressalta-se que a atividade física e o exercício físico são fatores distintos e que devem ser

avaliados separadamente, visto que a primeira é tida como qualquer movimento corporal voluntário que resulta em um gasto energético acima dos níveis de repouso, e o segundo é resultante de atividades planejadas, estruturadas e repetitivas, visando à manutenção ou à otimização do condicionamento físico.

Um dado importante é que de acordo com a *World Health Organization* (2010), para ser classificado como fisicamente ativo, o jovem precisa realizar 60 minutos ou mais de atividades físicas por dia, de intensidade moderada a vigorosa, 5 mais dias na semana.

Durante o período de exercícios físicos, foram realizados exercícios físicos apenas em academia de musculação com o acompanhamento de educadores físicos. O tempo gasto se exercitando, foi em torno de 01h por dia, de domingo a domingo, sempre pelo período noturno, geralmente entre 22h e 23h.

4.4 ALIMENTAÇÃO

Além desses dois períodos de avaliações, o usuário manteve a alimentação padrão, ou seja, nos 60 dias corridos, a alimentação foi a mesma tanto para a primeira fase como para a segunda.

Basicamente no café da manhã pão ou tapioca, acompanhados de café preto ou suco.

No almoço em dias de semana, arroz, verduras, legumes e alguma carne, nos finais de semana acrescido de feijão.

No jantar em dias de semana, basicamente igual ao café da manhã, mas com a inclusão de sucos de frutas, e nos finais de semana, geralmente *pizzas* e sanduíches.

Dessa forma, eliminando a hipótese de falsos resultados devido a alimentação divergente na vigência da pesquisa. Segundo (DEEPAK *et al*., 2014), a comida é um fator que pode prejudicar o que deve ser uma boa noite de sono, consumir café após as 6 horas da noite e fazer uma dieta pesada são alguns desses fatores, além do ambiente usado para dormir. Um bom ambiente para dormir deve ser total ou parcialmente escuro e também longe de ruídos.

O local de repouso durantes esses 60 (sessenta) dias, foi sempre em casa, com o quarto dotado de cortinas *blackout*, dessa forma, eliminando

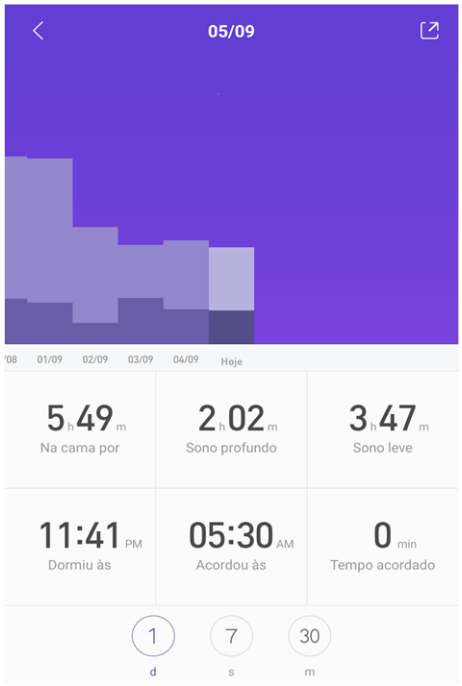
claridades dentro do quarto. Também com o condicionador de ar ligado, com a temperatura de 22°C.

4.5 APPS

4.5.1 MI FIT

O aplicativo *Mi Fit* utilizado pelo *Mi Band* 2 ilustrado na figura 5, ilustra as funções que o *app* fornece, como por exemplo, o tempo em que o usuário permaneceu na cama, o tempo do sono profundo e leve, o tempo que o usuário adormeceu, a hora em que acordou e o tempo que em algum momento durante a noite o indivíduo permaneceu acordado.

Figura 5 – Gráfico de barras do *Mi Fit*.

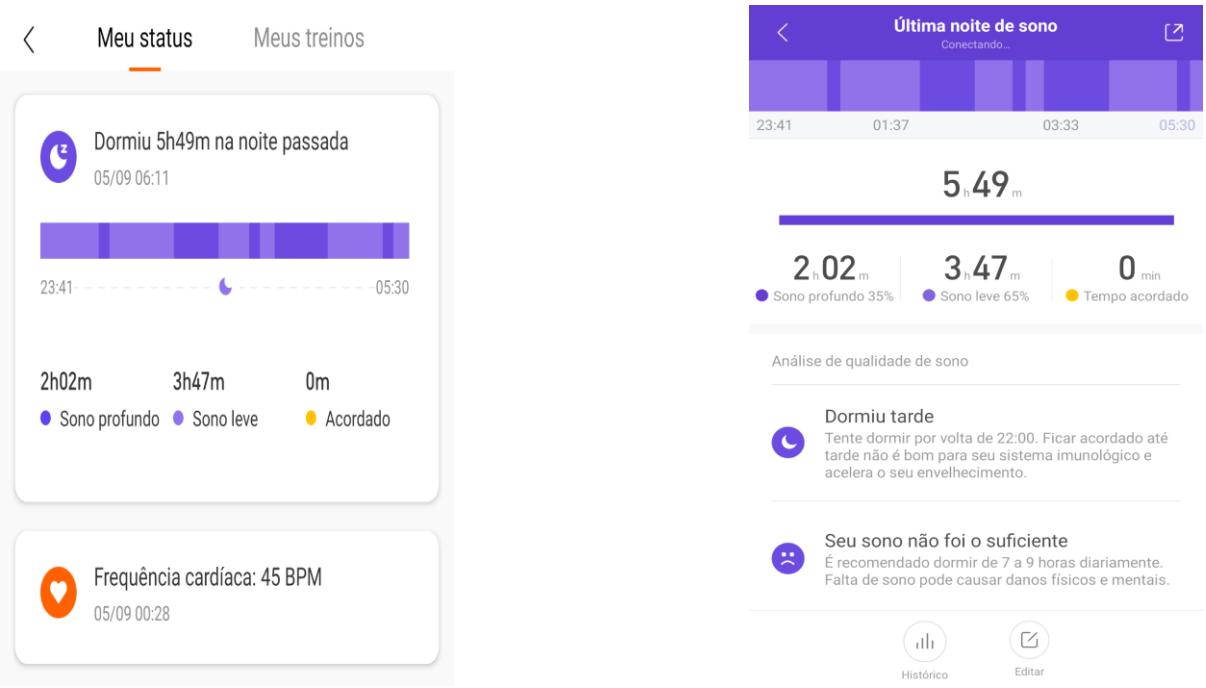


Fonte: *Mi Fit*, 2019

As informações acima citadas podem ser visualizadas de forma mais detalhadas pelo mesmo dispositivo, como ilustrado na figura 5(a). Além das funções já mencionadas, um outro diferencial para esse *app* é a identificação da frequência cardíaca do usuário. Outras informações relevantes podem ser observadas na figura 5(b), a análise da qualidade do sono ilustrada por *emojis* como também o sistema verifica o tempo dormido, dando assim em caso

negativo, dicas de um melhor horário para se deitar, e assim ter uma qualidade de sono mais adequada.

Figura 5 – (a) Resumo do sono *Mi Band* 2 e (b) Análise automática do sono.



(a) **(b)**

Fonte: *Mi Fit*, 2019

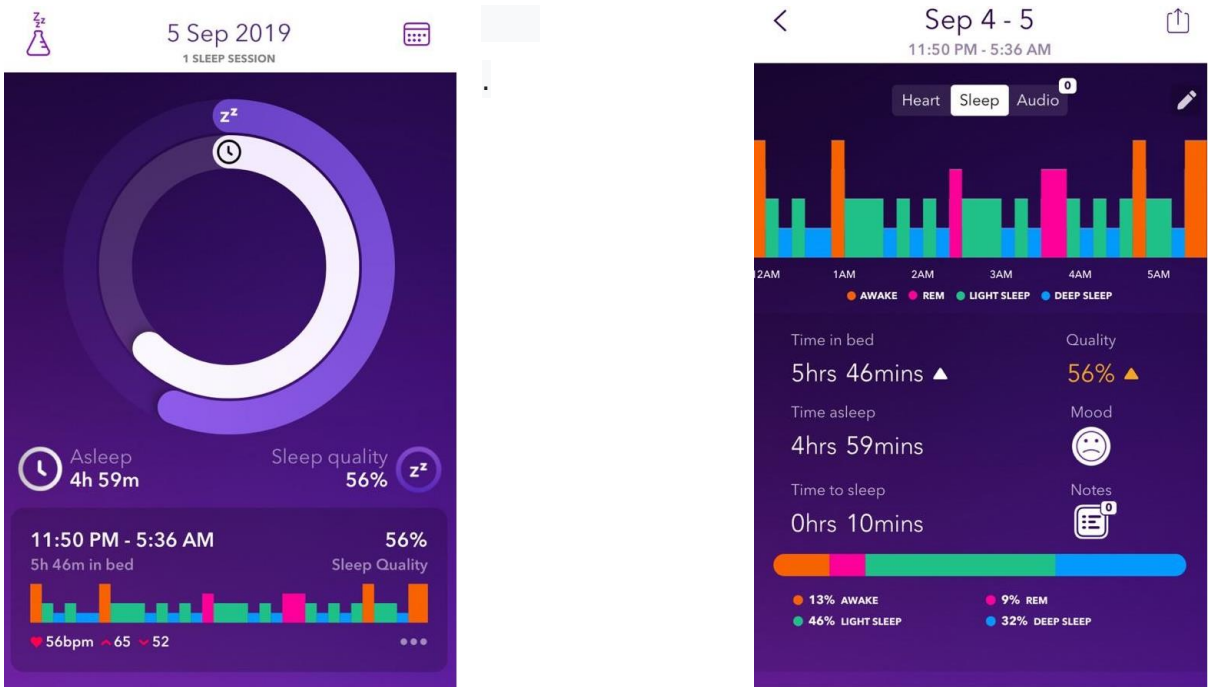
4.5.2 PILLOW

O app *Pillow* utilizado pelo *Apple Watch Series* 4, pode ser visualizado na figura 6(a), com suas funções disponíveis como: *Asleep* (tempo dormido), *Sleep Quality* (percentual da qualidade do sono), a hora que o usuário realmente dormiu e a hora que acordou, assim, calculando o tempo *In Bed* (Tempo na cama). O parâmetro *Sleep Quality* que afere um percentual em relação a qualidade dormida, é calculado além dos parâmetros citados acima, somados aos percentuais do sono REM, profundo e leve.

A Figura 6(b) demonstra um gráfico básico de barras e um resumo do sono. Na aba "*Sleep*" do *app* podem ser observadas informações do tempo em que o usuário passou acordado, quanto tempo ficou no sono REM, profundo e leve, observados pelas cores laranja, rosa, verde e azul, respectivamente. Uma

outra função disponibilizada pelo *app* é a "*Mood*", que descreve se o usuário está disposto ou indisposto, identificado por *emojis* representando seu humor. Nesta mesma tela do aplicativo, também podem ser anotadas pelo portador, informações importantes através da função "*Notes*".

Figura 6 – (a) Resumo do sono *Apple Watch Series* 4 e (b) Gráfico de barras do *Apple Watch Series* 4.



(a) **(b)**

Fonte: *Pillow*, 2019

4.6 SELEÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Durantes as duas fases de coleta de dados, no final dos 60 (sessenta) dias foram armazenados os dados ilustrados nas tabelas 2, 3, 4 e 5 para devida seleção e análise das características relevantes para a avaliação da qualidade do sono. Assim, realizando uma comparação entre os dois dispositivos utilizados, verificando a importância da sensibilidade de cada equipamento. O Excel foi utilizado como *software* para o armazenamento desses conhecimentos e estudo comparativos. Nas tabelas 2 (sem exercícios físicos) e 4 (com exercícios físicos) referentes ao *Mi Fit* utilizadas pelo dispositivo *Mi Band 2*

foram selecionadas as funções: Tempo deitado (TD), Dormiu (D), Acordou (A), Sono Profundo (SP), Sono Leve (SL), Tempo Acordado (TA) e Humor (H). Enquanto que nas tabelas 3 (sem exercícios físicos) e 5 (com exercícios físicos) referentes ao *Pillow* utilizado pelo *Apple Watch Series* 4, foram selecionadas as características de Tempo Deitado (TD), Tempo de Sono (TS), Tempo Para Dormir (TPD), Dormiu (D), Acordou (A), Sono Profundo (SP), Sono Leve (SL), Tempo Acorda (TA), Sono REM (REM), Humor (H) e Qualidade (Q).

Tabela 2 – Dados da Xiaomi *Mi Band* 2 Fase 1 (sem exercícios físicos)

FASE 2 - SEM EXERCÍCIOS FÍSICOS							
DIA	**TD**	**D**	**A**	**SP**	**SL**	**TA**	**H**
19/08/2019	06:01	23:42	05:45	23%	77%	00:02	SONOLENTO
20/08/2019	05:59	23:46	05:45	33%	67%	00:00	SONOLENTO
21/08/2019	06:03	23:42	05:45	42%	58%	00:00	EXAUSTO
22/08/2019	06:12	23:33	05:45	40%	60%	00:00	SONOLENTO
23/08/2019	06:07	23:39	05:46	16%	84%	00:00	SONOLENTO
24/08/2019	14:59	23:39	14:56	33%	67%	00:18	BEM
25/08/2019	10:40	00:57	11:39	37%	63%	00:02	BEM
26/08/2019	05:39	23:41	05:20	27%	73%	00:00	SONOLENTO
27/08/2019	05:57	23:48	05:45	23%	77%	00:00	SONOLENTO
28/08/2019	06:26	23:19	05:45	31%	69%	00:00	SONOLENTO
29/08/2019	06:29	22:46	05:15	29%	71%	00:00	SONOLENTO
30/08/2019	06:48	22:57	05:45	29%	71%	00:00	SONOLENTO
31/08/2019	11:16	00:08	11:26	24%	76%	00:02	BEM
01/09/2019	11:09	23:21	10:30	22%	78%	00:00	BEM
02/09/2019	07:02	22:59	06:01	18%	82%	00:00	SONOLENTO
03/09/2019	05:58	23:32	05:30	47%	53%	00:00	SONOLENTO
04/09/2019	06:14	23:16	05:30	34%	66%	00:00	SONOLENTO
05/09/2019	05:49	23:41	05:30	35%	65%	00:00	SONOLENTO
06/09/2019	06:18	23:12	05:30	31%	69%	00:00	SONOLENTO
07/09/2019	07:04	23:56	07:00	29%	71%	00:00	SONOLENTO
08/09/2019	07:48	22:59	07:00	34%	66%	00:13	SONOLENTO
09/09/2019	06:13	23:22	05:35	24%	76%	00:00	SONOLENTO
10/09/2019	06:02	23:43	05:45	40%	60%	00:00	SONOLENTO
11/09/2019	07:29	22:11	05:40	29%	71%	00:00	BEM
12/09/2019	07:03	22:57	06:00	45%	55%	00:00	SONOLENTO
13/09/2019	06:55	23:05	06:00	31%	69%	00:00	SONOLENTO
14/09/2019	07:37	23:23	07:00	24%	76%	00:00	BEM
15/09/2019	08:37	22:23	07:00	30%	70%	00:00	BEM
16/09/2019	07:29	22:31	06:00	25%	75%	00:00	SONOLENTO
17/09/2019	06:23	23:37	06:00	17%	83%	00:00	SONOLENTO

Tabela 3 – Dados do *Apple Watch Series 4* Fase 1 (sem exercícios físicos)

FASE 1 - SEM EXERCÍCIOS FÍSICAS											
DIA	**TD**	**TS**	**TPD**	**D**	**A**	**SP**	**SL**	**TA**	**REM**	**H**	**Q**
19/08/2019	05:10	04:59	00:10	00:09	05:20	35%	39%	4%	22%	OK	74%
20/08/2019	05:46	05:29	00:10	23:59	05:45	32%	43%	5%	20%	OK	74%
21/08/2019	06:14	05:29	00:10	23:35	05:50	35%	48%	12%	5%	MAL	56%
22/08/2019	06:50	06:29	00:10	22:59	05:50	41%	39%	5%	15%	BEM	76%
23/08/2019	06:10	05:19	00:10	23:39	05:50	35%	38%	14%	13%	OK	66%
24/08/2019	13:01	11:59	00:10	23:48	12:50	28%	46%	8%	18%	ÓTIMO	70%
25/08/2019	12:07	11:09	00:10	00:37	12:30	31%	45%	9%	15%	ÓTIMO	72%
26/08/2019	05:37	05:09	00:10	23:42	05:20	27%	56%	8%	9%	NÃO TÃO BEM	64%
27/08/2019	06:09	05:49	00:10	00:00	06:09	38%	46%	5%	11%	NÃO TÃO BEM	58%
28/08/2019	06:25	05:49	00:10	23:20	05:45	23%	44%	10%	23%	NÃO TÃO BEM	74%
29/08/2019	06:24	05:59	00:10	22:50	05:15	34%	39%	6%	21%	NÃO TÃO BEM	72%
30/08/2019	06:51	06:29	00:10	22:50	05:41	27%	51%	5%	17%	NÃO TÃO BEM	69%
31/08/2019	11:11	10:19	00:10	00:09	23:20	27%	43%	8%	27%	ÓTIMO	74%
01/09/2019	11:01	10:09	00:10	23:29	10:31	27%	45%	8%	20%	ÓTIMO	72%
02/09/2019	06:37	06:19	00:10	23:07	05:45	33%	43%	4%	20%	OK	74%
03/09/2019	06:29	05:48	00:10	23:19	05:59	33%	45%	5%	17%	NÃO TÃO BEM	67%
04/09/2019	06:30	05:49	00:10	23:20	06:00	32%	46%	13%	9%	NÃO TÃO BEM	56%
05/09/2019	05:46	04:59	00:10	23:50	05:36	32%	46%	13%	9%	NÃO TÃO BEM	56%
06/09/2019	06:28	05:49	00:10	23:02	05:30	26%	41%	10%	23%	NÃO TÃO BEM	72%
07/09/2019	07:00	06:29	00:10	23:59	07:00	47%	31%	8%	14%	NÃO TÃO BEM	72%
08/09/2019	08:03	07:19	00:10	22:57	07:00	29%	41%	9%	21%	NÃO TÃO BEM	76%
09/09/2019	06:10	05:29	00:10	23:24	05:35	24%	35%	11%	30%	NÃO TÃO BEM	74%
10/09/2019	05:40	05:09	00:10	23:50	05:30	41%	35%	9%	15%	NÃO TÃO BEM	72%
11/09/2019	08:12	06:59	00:10	21:27	05:40	32%	36%	16%	16%	OK	72%
12/09/2019	06:40	06:09	00:10	23:20	06:00	40%	42%	10%	8%	OK	68%
13/09/2019	06:50	05:59	00:20	23:10	06:00	22%	36%	13%	29%	NÃO TÃO BEM	70%
14/09/2019	07:50	07:15	00:10	23:09	07:00	44%	37%	7%	12%	OK	70%
15/09/2019	08:50	07:29	00:10	22:29	07:00	30%	47%	4%	19%	OK	78%
16/09/2019	07:20	06:39	00:10	22:39	06:00	39%	39%	8%	14%	NÃO TÃO BEM	74%
17/09/2019	06:30	05:39	00:30	23:30	06:00	20%	43%	14%	23%	NÃO TÃO BEM	70%

Tabela 4 – Dados da Xiaomi *Mi Band* 2 Fase 2 (com exercícios físicos)

FASE 2 - COM EXERCÍCIOS FÍSICOS							
DIA	**TD**	**D**	**A**	**SP**	**SL**	**TA**	**H**
19/09/2019	07:34	22:26	06:00	34%	55%	00:00	SONOLENTO
20/09/2019	07:13	22:47	06:00	28%	72%	00:00	SONOLENTO
21/09/2019	08:12	22:46	07:00	28%	72%	00:00	BEM
22/09/2019	09:58	23:32	09:30	25%	75%	00:00	BEM
23/09/2019	07:15	22:43	06:00	21%	79%	00:02	SONOLENTO
24/09/2019	07:01	22:59	06:00	43%	57%	00:00	SONOLENTO
25/09/2019	07:02	22:58	06:00	12%	88%	00:00	SONOLENTO
26/09/2019	06:27	23:33	06:00	16%	84%	00:00	SONOLENTO
27/09/2019	06:48	23:12	06:00	29%	71%	00:00	SONOLENTO
28/09/2019	07:27	23:33	07:00	34%	66%	00:00	SONOLENTO
29/09/2019	09:12	21:48	07:00	12%	88%	00:00	BEM
30/09/2019	07:14	22:46	06:00	30%	70%	00:00	SONOLENTO
01/10/2019	06:25	23:05	06:00	42%	58%	00:30	SONOLENTO
02/10/2019	07:32	22:26	06:00	33%	67%	00:02	SONOLENTO
03/10/2019	08:58	02:21	11:21	29%	71%	00:02	BEM
04/10/2019	06:51	23:09	06:00	31%	69%	00:00	SONOLENTO
05/10/2019	08:19	23:39	08:00	25%	75%	00:00	BEM
06/10/2019	08:25	23:35	08:00	16%	84%	00:00	BEM
07/10/2019	06:17	23:43	06:00	52%	48%	00:00	SONOLENTO
08/10/2019	06:17	23:43	06:00	26%	74%	00:00	SONOLENTO
09/10/2019	06:55	23:05	06:00	33%	67%	00:00	SONOLENTO
10/10/2019	07:22	22:36	06:00	24%	75%	00:02	SONOLENTO
11/10/2019	06:55	23:05	06:00	31%	69%	00:00	SONOLENTO
12/10/2019	09:36	22:24	08:00	19%	81%	00:00	BEM
13/10/2019	11:27	00:09	11:36	27%	73%	00:00	BEM
14/10/2019	08:55	22:03	07:00	33%	67%	00:02	BEM
15/10/2019	06:25	23:35	06:00	24%	76%	00:00	SONOLENTO
16/10/2019	06:50	23:10	06:00	30%	70%	00:00	SONOLENTO
17/10/2019	06:50	23:10	07:00	17%	83%	00:00	SONOLENTO
18/10/2019	06:34	22:57	05:31	31%	69%	00:00	SONOLENTO

Tabela 5 – Dados do *Apple Watch Series* 4 Fase 2 (com exercícios físicos)

FASE 2 - COM EXERCÍCIOS FÍSICOS											
DIA	**TD**	**TS**	**TPD**	**D**	**A**	**SP**	**SL**	**TA**	**REM**	**H**	**Q**
19/09/2019	07:37	06:39	00:10	22:22	06:00	26%	33%	13%	28%	NÃO TÃO BEM	76%
20/09/2019	07:10	06:19	00:10	22:50	06:00	35%	37%	12%	16%	NÃO TÃO BEM	70%
21/09/2019	08:07	07:39	00:10	22:44	06:51	31%	47%	6%	16%	OK	76%
22/09/2019	10:30	09:39	00:10	23:00	09:30	32%	40%	7%	21%	BEM	80%
23/09/2019	06:39	06:09	00:10	23:20	06:00	38%	50%	7%	5%	NÃO TÃO BEM	62%
24/09/2019	06:30	05:49	00:10	23:30	06:00	31%	33%	10%	26%	NÃO TÃO BEM	72%
25/09/2019	07:00	06:39	00:10	23:00	06:00	40%	38%	5%	17%	NÃO TÃO BEM	76%
26/09/2019	06:20	05:59	00:10	23:40	06:00	31%	50%	6%	13%	NÃO TÃO BEM	64%
27/09/2019	06:54	06:19	00:10	23:06	06:00	29%	36%	8%	27%	NÃO TÃO BEM	78%
28/09/2019	07:30	06:49	00:20	23:30	07:00	27%	40%	9%	24%	NÃO TÃO BEM	78%
29/09/2019	09:27	08:19	00:10	21:22	06:50	32%	37%	12%	19%	OK	76%
30/09/2019	06:40	05:49	00:10	23:10	05:50	32%	35%	13%	20%	NÃO TÃO BEM	70%
01/10/2019	06:48	06:19	00:10	23:12	06:00	29%	37%	7%	27%	NÃO TÃO BEM	78%
02/10/2019	07:00	06:39	00:10	23:00	06:00	31%	47%	5%	17%	NÃO TÃO BEM	72%
03/10/2019	08:50	08:09	00:10	02:20	23:10	30%	47%	8%	15%	BEM	74%
04/10/2019	06:40	06:19	00:10	23:20	06:00	25%	55%	5%	15%	NÃO TÃO BEM	70%
05/10/2019	08:11	07:39	00:10	23:41	07:52	31%	43%	6%	20%	OK	78%
06/10/2019	08:10	07:39	00:10	23:40	07:50	31%	45%	6%	18%	OK	78%
07/10/2019	06:01	05:39	00:10	23:59	06:00	36%	33%	6%	25%	NÃO TÃO BEM	74%
08/10/2019	06:10	05:39	00:10	23:49	06:00	38%	43%	8%	11%	NÃO TÃO BEM	68%
09/10/2019	06:41	06:19	00:10	23:19	06:00	32%	42%	6%	20%	NÃO TÃO BEM	74%
10/10/2019	06:38	06:09	00:10	23:21	06:00	25%	58%	7%	10%	NÃO TÃO BEM	62%
11/10/2019	06:50	06:29	00:10	23:10	06:00	34%	36%	6%	24%	NÃO TÃO BEM	78%
12/10/2019	09:28	08:49	00:10	22:31	08:00	30%	40%	7%	23%	BEM	80%
13/10/2019	11:10	10:29	00:10	00:19	11:30	33%	42%	6%	19%	BEM	76%
14/10/2019	08:30	07:39	00:10	22:19	06:50	27%	41%	10%	22%	BEM	82%
15/10/2019	06:20	05:59	00:10	23:39	06:00	37%	42%	5%	16%	NÃO TÃO BEM	72%
16/10/2019	06:40	06:19	00:10	23:19	06:00	37%	47%	6%	10%	NÃO TÃO BEM	66%
17/10/2019	07:52	07:29	00:00	23:09	07:01	36%	38%	5%	21%	NÃO TÃO BEM	80%
18/10/2019	06:29	06:09	00:00	23:01	05:31	31%	44%	4%	21%	NÃO TÃO BEM	74%

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A melhoria da qualidade do sono foi efetiva no período da realização de exercícios físicos, como já comprovada na literatura, tendo assim aquele indivíduo um desempenho superior aqueles que não se exercitam. Foi visto nos diários de sono, que para esse usuário, dormir cerca de menos que 7 horas e 30 minutos por dia, a chance de acordar indisposto ou cansado são grandes, ou seja, quando dormiu mais que esse tempo, a sensação ao acordar foi mais benéfica, tornando uma qualidade do sono mais eficaz.

Nos primeiros dias de uso, foi observado um ponto negativo nos dois dispositivos, sendo necessário a ação do usuário, no desbloqueio da tela do *smartphone* para que os dados fossem salvos e assim armazenados em seus dispositivos. Dessa forma, o equipamento *Wearable* passa as informações coletadas de toda a noite para o aplicativo. Foi visto que caso o portador venha acordar, e não realize a ação do desbloqueio do aparelho, o Xiaomi Mi *Band* 2 e o *Apple Watch Series* 4 irão registrar a hora que o usuário acordou somente quando for realizada a sincronização após a ação do desbloqueio da tela, gerando assim falsos resultados. Nesta situação o indivíduo pode editar o horário de forma manual nos aplicativos *Mi Fit* e *Pillow*, *Android* e iOS, respectivamente, informando a hora real em que acordou.

Outro ponto importante que também pode ser levado em consideração a comparação entre os dois dispositivos, é que o tempo que o Xiaomi *Mi Band* 2 e o *Apple Watch* registram no qual o portador foi dormir, sempre são alguns minutos adiantados da hora real que de fato o usuário dormiu. Mas, o *Apple Watch* apresentou mais precisão nesse ponto, pois o *Mi Band* 2 começa a contabilizar o tempo dormido somente pelo fato de o usuário estar deitado, levando a aferição da informação de forma errônea.

As Tabelas 6 e 7, mostram respectivamente os resultados dos dados coletados na primeira e segunda fase do experimento, monitorados pela pulseira *Xiaomi Mi Band* 2. Dentre os parâmetros mostrados por essa tecnologia *Wearable*, foi observado que o tempo Médio de Sono foi maior na segunda fase, período em que estava sendo realizado exercícios físicos, do que na primeira fase, em que não estava realizando exercícios físicos, entretanto, o equipamento também registrou uma diminuição do Sono Profundo e um aumento do Sono Leve nos mesmos períodos, mesmo o portador se considerando mais disposto

na segunda fase (com exercícios físicos) e com o Tempo Acordado permanecendo o mesmo.

Tabela 6 – Média dos resultados Xiaomi *Mi Band* 2 – Fase 1

XIAOMI *MI BAND* 2 FASE 1 – SEM EXERCÍCIOS FÍSICOS			
TEMPO DE SONO	**SONO PROFUNDO**	**SONO LEVE**	**TEMPO ACORDADO**
07:19	30%	70%	00:01

Tabela 7 – Média dos resultados Xiaomi *Mi Band* 2 – Fase 2

XIAOMI *MI BAND* 2 FASE 2 - COM EXERCÍCIOS FÍSICOS			
TEMPO DE SONO	**SONO PROFUNDO**	**SONO LEVE**	**TEMPO ACORDADO**
07:38	28%	72%	00:01

Nas Tabelas 8 e 9, mostram respectivamente os resultados das informações adquiridas na primeira e segunda fase do experimento, monitorados pela pulseira *Apple Watch Series* 4. Com relação aos parâmetros apresentados por essa tecnologia *Wearable*, quando comparado as duas fases do experimento, foi observado que na fase 2 se obteve um maior tempo de sono, sono REM e aumento da qualidade, uma diminuição do tempo acordado e os tempos de sono profundo e sono leve permaneceram os mesmos, quando se comparados com a fase 1.

Tabela 8 – Média dos resultados *Apple Watch Series* 4 – Fase 1

APPLE WATCH SERIES 4 FASE 1 - SEM EXERCÍCIOS FÍSICOS					
TEMPO DE SONO	**SONO PROFUNDO**	**SONO LEVE**	**TEMPO ACORDADO**	**SONO REM**	**QUALIDADE**
06:43	32%	42%	9%	17%	70%

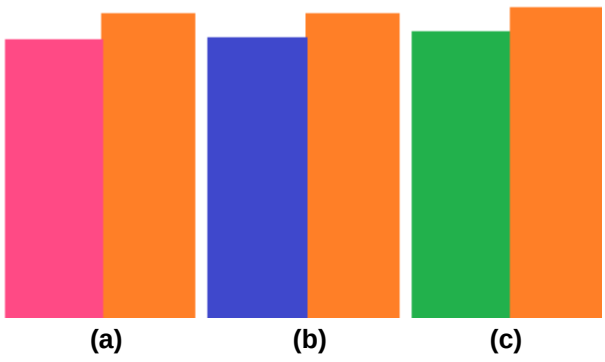
Tabela 9 – Média dos resultados *Apple Watch Series* 4 – Fase 2

APPLE *WATCH SERIES 4* FASE 2 - COM EXERCÍCIOS FÍSICOS					
TEMPO DE SONO	**SONO PROFUNDO**	**SONO LEVE**	**TEMPO ACORDADO**	**SONO REM**	**QUALIDADE**
06:56	32%	42%	7%	19%	74%

Segundo (BRAND *et al*., 2010), observaram em uma amostra de adolescentes, que a prática de exercícios físicos regulares está relacionada com a melhor qualidade do sono em 38 jovens com 18 anos de idade. Em outro estudo, uma única sessão de exercício físico explicou aproximadamente 50% da melhoria da qualidade do sono de adolescentes. Como citado anteriormente, houve melhora direta na qualidade do sono das pessoas que praticaram atividades físicas. O resultado deste trabalho, foi o mesmo, havendo em um curto período de tempo, uma melhora significativa nas características do sono.

Foi percebido que nos dias em que o usuário acordou após o sono REM ou profundo, ou seja, quando visualizado pelo *Apple Watch Series* 4, a barra laranja (*Awake*) no *layout* do *Pillow* estava precedida da barra azul (*Deep Sleep*) como ilustrado na figura 8(b) ou rosa (REM) na figura 8(a), a sensação ao acordar não era muito confortante, com características de tontura. Entretanto, quando precedida pela barra verde (*Light Sleep*), como apresentado na figura 8(c), a impressão ao levantar não demonstrava esses sintomas, e sim o sentimento neutro.

Figura 8 – (a) Análise do Sono REM, (b) Análise do Sono Profundo e (c) Análise do Sono Leve.



Fonte: Produzido pelo autor

Com base na análise realizada com um dispositivo de alta qualidade e um outro mais simples, verificando a sensibilidade de cada um em relação aos seus pontos positivos e negativos, ressaltando um aparelho que utiliza tecnologia de alta qualidade e outro dispositivo com uma mais simples, podem ser utilizados

como uma forma de alerta nas funções fisiológicas do portador, ajudando a identificar qualquer mudança mais brusca no seu corpo, fazendo com que esse usuário venha procurar o especialista para uma análise mais precisa em seu diagnóstico. É importante pontuar que estes dispositivos não eliminam a importância do usuário procurar o especialista para acompanhamento de sua saúde, tendo assim uma qualidade do sono melhor, levando uma característica de vida mais adequada.

6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Sobre os dois equipamentos, apesar do *Apple Watch Series* 4 ser muito mais caro que o Xiaomi *Mi Band* 2, ele apresenta resultados bem mais precisos que o *Mi Band* 2, com mais opções e parâmetros para analisar a qualidade do sono do usuário.

Uma outra diferença em relação a precisão dos dispositivos, foi que o Xiaomi começa a marcar o sono do portador, assim que o usuário entra em repouso, independentemente dormir, assistindo TV, mexendo no celular, gera um tempo de sono maior do que o realmente dormido. A precisão do tempo acordado é outro ponto negativo, pois não consegue captar o período em que o usuário esteve acordado, gerando informações imprecisas. Com relação aos seus parâmetros de sono leve e sono profundo, também não são precisos, pois como visto anteriormente, na fase 2 (com exercícios físicos) houve nitidamente uma melhora na qualidade do sono, e segundo os dados da *Mi Band* 2, mostrou uma diminuição do sono leve e profundo entre as fases, sendo contraditório.

O *Apple Watch Series* 4, todos os dados coletados foram precisos, com exceção do parâmetro tempo para dormir, no qual demonstrou uma constância de 10 minutos em todo o período do experimento, dessa forma, informando também um valor falso. Apesar disso, os outros itens foram bem qualificados, a forma que os gráficos de barras com cores foram ilustrados, sendo indicados por legendas, facilitou a leitura do usuário com o uso aplicativo.

As pulseiras só registravam o horário ao acordar, quando os telefones eram desbloqueados, pois caso contrário, eles demoravam um certo tempo para entender que o usuário acordou, dessa forma, gerando também informações falsas. Uma maneira utilizada para diminuir essas classes de erros, tanto para marcar o início e fim de cada sono, uma estratégia para solucionar esse problema, seria colocar as pulseiras exatamente no horário em que for dormir. Ao acordar, o smartphone deve ser desbloqueado, realizando as sincronizações mais precisas com as pulseiras *Wearable*.

Apesar dessas falhas nos dois equipamentos, o *Apple Watch Series* 4 além de possuir suas diversas funções de interatividade, teve uma resposta em relação a precisão de informações, apesar da sua tecnologia ser menos acessível ao usuário, devido ao valor do aparelho. Entretanto, a qualidade de vida e de saúde são quesitos muito delicados e de suma importância na vida de

qualquer ser humano, dessa forma, um investimento como esses, e com um acompanhamento de um especialista da área, pode trazer diversos benefícios para a saúde de um indivíduo.

Portanto, analisar o comportamento da qualidade do sono através de dispositivos vestíveis durante um período de tempo, sendo praticante de exercícios físicos ou não, os resultados encontrados afirmam como visto na literatura que usuário praticantes de qualquer classe de exercícios físicos, tendem a ter uma melhor qualidade do sono e consequentemente de vida.

Como trabalhos futuros, realizar as medições do sono por um período de tempo maior do que o executado e utilizando equipamentos mais precisos, como por exemplo um EEG portátil, que monitora de forma precisa as informações do repouso, como também utilizar dados de um eletroencefalógrafo que realiza a aquisição dos dados mais precisos, confrontando as informações dos dois períodos monitorados, sendo estes praticando exercícios físicos ou não, podendo assim, comparar os dados coletados dos dispositivos vestíveis com as máquinas de dados mais confiáveis.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alan Luiz Eckeli. **Saúde sem Complicações**. Centro de Medicina do Sono do Hospital das Clínicas da FMRP (HCFMRP) (2018). Disponível em <https://jornal.usp.br/radio-usp/radioagencia-usp/ma-qualidade-do-sono-e-seus-impactos-na-saude/> Acesso em: 22 ago. 2019.

Apple Brasil, 2018. ***Apple Watch Series 4***. Disponível em <https://www.apple.com/br/newsroom/2018/09/redesigned-apple-watch-series-4-revolutionizes-communication-fitness-and-health/> Acesso em: 6 nov. 2019.

***Apple Watch Series* 4: Redesenhado e com recursos avançados para comunicação, atividades físicas e saúde, 2018**. *Apple*. Disponível em <https://www.apple.com/br/newsroom/2018/09/redesigned-apple-watch-series-4-revolutionizes-communication-fitness-and-health/> Acesso em: 27 ago. 2019.

Atadokht A, Mohammadi I. ***Effectiveness of aerobics exercises on sleep quality of chronic psychiatric patients admitted in rehabilitation center in Ardabil***. J Rafsanjan Univ Med Sci. 2015;14(1):3–14.

Ayas, N. T., White, D. P., Al-Delaimy, W. K., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Speizer, F. E., Patel, S. *and* Hu, F. B. ***A prospective study of self-reported sleep duration and incident diabetes in women***. *Diabetes Care*, 2003a, 26: 380–384.

Baca, A. *and* Schwartz, B. (2016). ***Wearables and apps - Modern diagnostic frameworks for* health promotion through sport**. *In Cardiovascular Medicine.*

Barrett-Connor E, Dam TT, Stone K, *et al*. ***The association of testosterone levels with overall sleep quality, sleep architecture, and sleep-disordered breathing***. J Clin Endocrinol Metab 2008; 93:2602–9.

Brand S, Gerber M, Beck J, Hatzinger M, Pühse UWE, Holsboer Trachsler E. **Exercising, sleep EEG patterns, and psychological functioning are related among adolescents. World J Biol Psychiatry**. 2010; 11:129-40.

Bravata DM, Smith-Splanger C, Sundaram V, Gienger A, Lin N, Lewis R, CD Stave, Olkin I, Sirard Jr. **Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review**. JAMA. 2007; 298: 2296-2304.

Buscar Saúde. **Ciclo do sono.** Disponível em < https://www.buscarsaude.com.br/fases-do-sono-quais-sao-e-como-entender/> Acesso em: 02 dez. 2019.

Casey, E., Jason, H., and Michael, L. (2016). ***Wearable device implications in the healthcare industry.*** *In Journal of medical engineering and technology*.

Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. ***Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health related research.*** *Public Health Rep. 1985; 100:126-30*.

Chen, J. C., Brunner, R. L., Ren, H., Wassertheil-Smoller, S., Larson, J. C., Levine, D. W., Allison, M., Naughton, M. J. *and* Stefanick, M. L. ***Sleep duration and risk of ischemic stroke in postmenopausal women***. *Stroke*, 2008, 39: 3185–3192.

Confira quantas horas você precisa dormir de acordo com sua idade. BBC News (11 de fevereiro de 2015). Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/02/150210_sono_idade_lgb> Acesso em: 05 set. 2019.

Daniel J. Buysse, Charles F. Reynolds, Timothy H. Monk, Susan R. Berman, and David J. Kupfer. 1989. **The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research**. Psychiatry Research 28, 2: 193–213. http://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4.

Deepak, S., Syung, J., Mohsen, S., S. Roopa, and Keri, C. (2014). **How to interpret the results of a sleep study**. In Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives.

Grandner MA, Kripke DF. ***Self-reported sleep complaints with long and short sleep: A nationally representative sample***. *Psychosom Med* 2004; 66: 239–241.

Inoue S, Yorifuji T, Sugiyama M, *et al*. ***Does habitual physical activity prevent insomnia? A cross-sectional and longitudinal study of elderly Japanese***. J Aging Phys Act 2013; 21:119–39.

Institute of Medicine. **Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem**. The National Academies Press, Washington DC, 2006.

Instituto do Sono - IS. ***Sono Normal***. Disponível em <https://www.sono.org.br/sono/sono.php> Acesso em: 6 nov. 2019.

Instituto do Sono e Transtornos Mentais. **Distúrbios do Sono**. (S.I) (2019?). Disponível em <http://institutosonoemente.com.br/disturbios-do-sono/> Acesso em: 16 ago. 2019.

IPlace. ***Apple Watch Series 4***. Disponível em <https://www.lojaiplace.com.br/iPlace/produto/apple-watch-series-4/apple-watch-s4-cell-44-cinza-espacial-mtvu2bz-a/210031/> Acesso em: 6 nov. 2019.

Jamin, C., Nicholas, O. *and* Lara, K., (2017). ***Wearable healthcare: Lessons from the past and a peek into the future.*** *In Telematics and Informatics.*

Knutson, K. L., Spiegel, K., Penev, P. *and* Van Cauter, E. ***The metabolic consequences of sleep deprivation***. *Sleep Med*. Rev., 2007, 11: 163–178.

Kristen L. Knutson, PhD; Eve Van Cauter, PhD; Paul J. Rathouz, PhD; Thomas DeLeire, PhD; Diane S. Lauderdale, PhD. ***Trends in the Prevalence of Short Sleepers in the USA: 1975–2006***. SLEEP, Vol. 33, No. 1, 2010.

Leger D, Bayon V, Laaban JP, Philip P. ***Impact of sleep apnea on economics***. *Sleep Med Rev* 2012; 16:455e62.

Lisa Gallicchio *and* Bindu Kalesan. ***The Prevention and Research Center, The Weinberg Center for Women's Health & Medicine***, *Mercy Medical Center, Baltimore*, MD, *USA. J. Sleep Res*. (2009) 18, 148–158.

Luciano Machado Ferreira Tenório de Oliveira, Alison Oliveira da Silva, Marcos André Moura dos Santos, Raphael Mendes Ritti-Dias, Paula Rejane Beserra Diniz. **Exercício físico ou atividade física: qual apresenta maior associação com a percepção da qualidade do sono de adolescentes**? Rev Paul Pediatr. 2018;36(3):322-328.

Maetzler W, Domingos J, Srulijes K, Ferreira JJ, Bloem BR. **Quantitative wearable sensors for objective assessment of Parkinson's disease**. Mov Disord. 2013; 28: 1628-1637.

Magazine Luíza. **Pulseira Xiaomi Mi Band 2**. Disponível em <https://www.magazineluiza.com.br/pulseira-inteligente-mi-band-2-smart-watch-para-android-e-ios-preto-xiaomi-/p/cj1jg164c1/te/smba/> Acesso em: 6 nov. 2019.

Marshall, N. S., Glozier, N. *and* Grunstein, R. R. ***Is sleep duration related to obesity? A critical review of the epidemiological evidence***. *Sleep Med*. Rev., 2008, 12: 289–298**.**

Max, H., Kaitlyn, W., Steven, A., Cathy, A., Oliviero, B., Lydia, D., Nancy, H., John, H., Eliot, K., abd N. David, K., Anne, O., Maurice, O., John, P., Robert, R., Ramesh, S., Belinda, S., Michael, V., Catesby, W., *and* Paula, A. (2015). ***National sleep foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary****. In Sleep Health: Journal of the National Sleep Foundation.*

Meier-Ewert, H. K., Ridker, P. M., Rifai, N., Regan, M. M., Price, N. J., Dinges, D. F. *and* Mullington, J. M. ***Effect of sleep loss on C-reactive protein, an inflammatory marker of cardiovascular risk***. J. Am. Coll. Cardiol., 2004, 43: 678–683.

Mi Fit. Anhui Huani Information Technology Co. LTD. Versão 4.0.9, Atualização: 17 de setembro de 2019.

Morin, C. M., Savard, J., Ouellet, M. C. and Daley, M. Insomnia. In: A. M. Nezu, C. M. Nezu, P. A. Geller and I. B. Weiner (Eds) **Handbook of Psychology**. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, 2003: 317–338.

Nediyana Daskalova, Danaë Metaxa-Kakavouli, Adrienne Tran, *et al*., 2016. ***Sleep Coacher***. *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology - UIST '16*, ACM Press, 347–358. http://doi.org/10.1145/2984511.2984534.

Noland H, Price JH, Dake J, Telljohann SK. **Adolescents' sleep behaviors and perceptions of sleep**. J Sch Health. 2009; 79:224-30.

Pillow Automatic Sleep Tracker. Neybox Digital LTD. Versão 3.9.4, Atualização: 19 de setembro de 2019.

Poyares D, Tufik S. **I Consenso Brasileiro de Insônia: introdução**. Hypnos: rev sono. 2003 15 out.; São Paulo: Sociedade Brasileira de Sono; 2003. p. 5. Oct:4-45.

Relatório PWC. **Impacto socioeconómico da saúde móvel. Um relatório de avaliação para a União Europeia**. *PricewaterhouseCoopers*. 2013. (17 de maio de 2016).

Roberto Pacheco da Silva, Denis Martinez, Kelly Silveira da Silva Bueno e Jhoana Mercedes Uribe-Ramos. **Efeitos do exercício nos sintomas do sono em pacientes com apneia obstrutiva do sono**. J bras. Pneumol. Vol.45 no.3 São Paulo 2019 Epub June 19, 2019.

Santiago LC, Lyra MJ, Cunha Filho M, Cruz PW, Santos MA, Falcão AP. **Efeito de uma sessão de treinamento de força sobre a qualidade do sono de adolescentes**. Rev Bras Med Esporte. 2015; 21:148-52.

Seung-Gul, K., Myeong, K. J., Kwang-Pil, K., Seon-Cheol, P., Sara, M., *and* Jia, W. (2017). ***Validity of a commercial wearable sleep tracker in adult insomnia disorder patients and good sleepers.*** *In Journal of Psychosomatic Research.*

Shaefer SE, Van Empresarial M, Alemão JB. **A Feasibility Study of Wearable Activity Monitors for Pre-Adolescent School Children**. Prev Dis crônico. 2014; 11: 130262.

Shearer, W. T., Reuben, J. M., Mullington, J. M., Price, N. J., Lee, B. N., Smith, E. O., Szuba, M. P., Van Dongen, H. P. and Dinges, D. F. **Soluble TNF-alpha receptor 1 and IL-6 plasma levels in humans subjected to the sleep deprivation model of spaceflight**. J. Allergy Clin. Immunol., 2001, 107: 165–170.

Singh NA, Clements KM, Singh MA. ***The efficacy of exercise as a long-term antidepressant in elderly subjects: a randomized controlled trial***. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2001;56:M497–504.

Souza JC, Sousa NM. **Sono, filosofia e mitologia: correlações clínico-filosóficas e mitológicas**. 1ª ed. Campo Grande: Editora da UCDB; 1998.

Spiegel, K., Leproult, R. *and* Van Cauter, E. ***Metabolic and endocrine changes***. *In*: C. Kushida (Ed.) *Sleep Deprivation: Basic Science, Physiology, and Behavior*. Marcel Dekker, *New York*, 2005: 293–318.

Wijndaele K, West Gate K, Stephens SK, Blair SN, Bull FC, Chastin SF Dunstan DW, Ekelund L, Esliger DW, Freedson PS, Granada MH, Matthews CE, Owen N, Rowlands AV, Sherar LB, Tremblay MS, RP Troiano, Brage S, Healy GN. **Use and harmonization of adult accelerometry data: expert review and consensus**. Med Sci Sports Exerc. 2015; 47: 2129-2139.

World Health Organization. ***Global recommendations on physical activity for health***. Geneva: WHO; 2010.

Yang P-Y, Ho K-H, Chen H-C, *et al*. ***Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: a systematic review***. J Physiother 2012; 58:157–63.