



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPUS I - CAMPINA GRANDE

PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE

DIANNA LÍVIA DA SILVA COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA CARACTERIZAÇÃO E
MONITORAMENTO DE INSÔNIA EM PESSOAS IDOSAS UTILIZANDO A
PLATAFORMA DE MONITORAMENTO REMOTO SÊNIOR SAÚDE MÓVEL**

CAMPINA GRANDE – PB

2025

DIANNA LÍVIA DA SILVA COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA CARACTERIZAÇÃO E
MONITORAMENTO DE INSÔNIA EM PESSOAS IDOSAS UTILIZANDO A
PLATAFORMA DE MONITORAMENTO REMOTO SÊNIOR SAÚDE MÓVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Linha de Pesquisa: Regulação, Gestão e Desenvolvimento de Projetos Tecnológicos de Produtos para a Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Eujessika K. Rodrigues Silva

CAMPINA GRANDE – PB

2025

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.

C837d Costa, Dianna Lívia da Silva.

Desenvolvimento de um algoritmo para caracterização e monitoramento de insônia em pessoas idosas utilizando a plataforma de monitoramento remoto sênior saúde móvel [manuscrito] / Dianna Lívia da Silva Costa. - 2025.

53 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2025.

"Orientação : Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa, Departamento de Computação - CCT. " "Coorientação: Prof. Dr. Eujessika K. Rodrigues Silva , UEPB - Universidade Estadual da Paraíba "

1. Qualidade de sono. 2. Idoso. 3. Classificação de insônia.
4. Dispositivos vestíveis. 5. Telemonitoramento. I. Título

21. ed. CDD 005.3

DIANNA LÍVIA DA SILVA COSTA

DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE INSÔNIA EM PESSOAS IDOSAS UTILIZANDO A PLATAFORMA DE MONITORAMENTO REMOTO SÊNIOR SAÚDE MÓVEL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Linha de Pesquisa: Regulação, Gestão e Desenvolvimento de Projetos Tecnológicos de Produtos para a Saúde.

Dissertação aprovada em: 19/02/2025

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva BARbosa
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dra. Sabrina Gabrielle Gomes F. Macêdo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN



Profa. Dra. Gabriela Brasileiro Campos Mota
Centro Universitário Facisa - UNIFACISA

AGRADECIMENTOS

Nos bastidores de todo trabalho realizado existe uma equipe que trabalha com dedicação para que ele seja possível, orientações de mestres e companheiros de jornada, amigos e familiares que apoiam à sua maneira. Há, sobretudo, uma força Divina que te move a enfrentar tudo e chegar ao seu objetivo!

Expresso minha profunda gratidão as minhas amigas (os) por me motivarem, entregar todo apoio e me incentivarem com palavras e ações, todos vocês foram essenciais nesse processo. Agradeço aos meus familiares por todo apoio, especialmente a minha tia Michele (in memoriam) que me ensinou a pensar em mim e em minha profissão.

Agradeço ao meu orientador e minha coorientadora, pela paciência, orientação e incentivo durante o processo e desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também aos professores e colegas de mestrado e laboratório, pelas discussões que enriqueceram minha formação acadêmica.

A todos os idosos que participaram e contribuíram para este trabalho.

À banca, por sua contribuição, disponibilidade e paciência.

A todos, meu mais sincero "muito obrigada!"

*“Chegará o momento em que terá
que fazer uma escolha difícil e,
neste momento, descobrirá
a coragem que realmente tem.”*

Enola Holmes

RESUMO

Introdução: A insônia é definida pela presença de um relato individual de dificuldade para dormir. É comumente diagnosticada em idosos, acredita-se que isso aconteça por esse grupo etário ter o sono mais fragmentado e apresentar mais comorbidades que interferem no funcionamento noturno e diurno. Existem algumas formas de avaliação do sono, dentre elas as que vêm ganhando força, são os dispositivos vestíveis no formato de relógios inteligentes, como por exemplo os modelos recentes do Fitbit, que incluem sensores baseados em fotopletismografia e sensores de movimento como acelerômetro e giroscópio, que estimam não apenas os parâmetros e estágios do sono, mas também a frequência cardíaca durante a vigília e o sono. Tendo em vista a importância de tecnologias de monitoramento acompanhadas por dispositivos que captam sinais fisiológicos de maneira não invasiva, a plataforma Sênior Saúde Móvel (SSM) foi desenvolvida com o objetivo de acompanhar esses sinais e gerar dados de saúde. **Objetivo:** Desenvolver um algoritmo para caracterizar e monitorar a insônia em pessoas idosas utilizando a plataforma de monitoramento remoto da SSM. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa com foco em desenvolvimento tecnológico com abordagem transversal, observacional, descritiva, analítica e de natureza quantitativa. O algoritmo foi desenvolvido no Núcleo de Tecnologia Estratégica em Saúde, no Laboratório de Computação Biomédica, em Campina Grande, PB e os dados de sono foram obtidos de amostras pertencentes ao Condomínio Cidade Madura, no Centro de Convivência do Idoso e na Universidade Aberta à Maioridade. A amostra foi composta por indivíduos de ambos os sexos com idade igual ou superior a 60 anos. Os participantes foram avaliados e monitorados de forma remota durante 7 dias contínuos através do smartwatch da marca Fitbit. Os dados de sono foram extraídos através do Grafana, a análise dos dados foi realizada por meio do programa estatístico IBM SPSS Statistics 20 (Statistical Package for the Social Science), atribuindo-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para todos os testes. **Resultados:** O algoritmo foi desenvolvido utilizando a linguagem de Python e foram utilizados dados de “estágios do sono”, “latência” e “despertares”, para então chegar à caracterização de “despertares precoces” que se apresentou em média de $1,56 \pm 1,08$ vezes por semana, “insônia de manutenção” foram $2,18 \pm 1,63$ vezes por semana e “insônia inicial” $0,06 \pm 0,32$ vezes por semana. **Conclusão:** Foi possível realizar o desenvolvimento do algoritmo juntamente a uma equipe multidisciplinar. Contudo, ainda que os dispositivos vestíveis apresentem um bom desempenho, foi encontrado a necessidade de

investigar a variância da frequência cardíaca para novos esclarecimentos de despertares e latência do sono, assim como a validação deste algoritmo.

Palavras-chave: qualidade de sono; idoso; envelhecimento; classificação de insônia, dispositivos vestíveis; telemonitoramento.

ABSTRACT

Introduction: Insomnia is defined as the individual report of difficulty sleeping. It is commonly diagnosed in the older people, as this age group tends to have more fragmented sleep and presents more comorbidities that interfere with nocturnal and daytime functioning. Among the methods to evaluate sleep, wearable devices, particularly smartwatches like recent Fitbit models, are gaining prominence. These devices include photoplethysmography-based sensors and motion sensors such as accelerometers and gyroscopes, which estimate not only sleep parameters and stages but also heart rate during wakefulness and sleep. Considering the importance of monitoring technologies with devices that capture physiological signals non-invasively, the *Sênior Saúde Móvel (SSM)* platform was developed to track these signals and generate health data. **Objective:** To develop an algorithm for characterizing and monitoring insomnia in elderly individuals using the remote monitoring platform *SSM*. **Methodology:** This study focuses on technological development with a cross-sectional, observational, descriptive, analytical, and quantitative approach. The algorithm was developed at the Strategic Health Technology Center, in the Biomedical Computing Laboratory, in Campina Grande, PB, Brazil. Sleep data were collected from participants at the *Condomínio Cidade Madura* and the Elderly Community Center at the *Universidade Aberta à Maioridade*. The sample consisted of individuals aged 60 years or older of both sexes. Participants were evaluated and remotely monitored for 7 consecutive days using Fitbit smartwatches. Sleep data were extracted through Grafana, and data analysis was conducted using IBM SPSS Statistics 20 (Statistical Package for the Social Sciences), with a significance level of 5% ($p < 0.05$) for all tests. **Results:** The algorithm was developed using Python and employed data on "sleep stages," "latency," and "awakenings" to characterize "early awakenings," which occurred on average 1.56 ± 1.08 times per week; "maintenance insomnia," occurring 2.18 ± 1.63 times per week; and "initial insomnia," occurring 0.06 ± 0.32 times per week. **Conclusion:** The development of the algorithm was successfully carried out with a multidisciplinary team. However, despite the good performance of wearable devices, further investigation is needed into heart rate variability to better clarify awakenings and sleep latency, as well as to validate the algorithm.

Keywords: sleep quality; elderly; aging; insomnia classification; wearable devices; telemonitoring.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Painel de detalhes do sono da Plataforma Sênior Saúde Móvel.....	26
Figura 2: Painel de detalhes do sono da Plataforma Sênior Saúde Móvel.....	27
Figura 3: <i>Sleep duration Panel (duration)</i> /Painel de duração do sono.....	28
Figura 4: <i>Sleep latency Panel (latency)</i> / Painel de latência do sono.....	28
Figura 5: <i>Sleep efficiency Panel (efficiency)</i> /Painel de eficiência do sono.....	28
Figura 6: <i>Sleep stages Panel (stages)</i> / Painel de estágios do sono.....	29
Figura 7: <i>Sleep stages Panel classic (classic)</i> /Painel classico de estágios do sono.....	29
Figura 8: <i>Sleep awakenings Panel (awakenings)</i> / Painel de despertares do sono.....	29
Figura 9: Estágios do sono, latência do sono e despertares.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características sociodemográficas e clínicas da amostra.....	33
Tabela 2: Caracterização da Insônia obtida através do algoritmo.....	34
Tabela 3: Correlação entre insônia inicial com variáveis subjetivas do PSQI.....	35
Tabela 4: Correlação entre dois tipos de insônia com variável subjetiva do PSQI.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS - Associação Brasileira do Sono

API - *Application Programming Interface*

CCM - Condomínio Cidade Madura

CMCI - Centro Municipal de Convivência do Idoso

EEG - Eletroencefalograma

IA - Inteligência Artificial

ICSD - *International Classification of Sleep Disorders*

IoT - Internet das Coisas

NSQ - Núcleo Supraquiasmático

NUTES - Núcleo de Tecnologia Estratégica em Saúde

PCL - Prova Cognitiva de Léguas

PSG - Polissonografia

PSQI - Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh

SSM - Sênior Saúde Móvel

UAMA - Universidade Aberta à Maioridade

UEPB - Universidade Estadual da Paraíba

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1	Aspectos Gerais do Sono	15
3.2	Qualidade do Sono dos Idosos	15
3.3	Distúrbios do Sono	16
3.4	Insônia	17
3.5	Ferramentas para Análise do Sono	18
4	MÉTODOS.....	20
4.1	Tipo de Estudo	20
4.2	Local de Estudo.....	20
4.3	População e Amostra.....	21
4.4	Critérios de Elegibilidade	22
4.5	Procedimentos de Coleta de Dados	22
4.6	Instrumentos de Coleta de Dados	23
4.7	Desenvolvimento do Algoritmo de Caracterização de Insônia de Acordo com as Séries Temporais de Sono	26
4.7.1	<i>Critérios Para a Classificação da Insônia</i>	28
4.7.2	<i>Passo a Passo Para a Classificação da Insônia</i>	29
4.8	Análise dos Dados	31
4.9	Aspectos Éticos.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE A - <i>TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</i>	41
	APÊNDICE B - <i>QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO GERIÁTRICA</i>	44
	ANEXO A - <i>RASTREIO COGNITIVO PROVA COGNITIVA DE LEGANÉS</i>	45
	ANEXO B - <i>ÍNDICE DE QUALIDADE DE SONO DE PITTSBURGH VERSÃO EM PORTUGUÊS DO BRASIL (PSQI-BR)</i>	47

1 INTRODUÇÃO

Os distúrbios do sono são sintomas frequentes em adultos e estão associados a vários fatores, incluindo qualidade de vida relacionada à saúde, doenças crônicas e saúde mental (Bubbico 2019). Roth T. (2007) ressalta a variedade de distúrbios primários do sono, como o distúrbio do ritmo circadiano, a síndrome das pernas inquietas, distúrbios periódicos dos movimentos dos membros e distúrbios respiratórios relacionados ao sono (ronco, dispneia, apneia do sono), que podem levar a insônia.

Sendo considerados queixa comum de saúde, os distúrbios do sono apresentam uma prevalência que tende a aumentar e acarretar consequências significativas na pessoa idosa. Esses distúrbios do sono relacionados a idade incluem a fragmentação do sono, despertar precoce, diminuição do sono de ondas lentas e avanços dos ritmos circadianos (Zitser et al., 2022). Além disso, a duração, a fragmentação e os distúrbios respiratórios do sono têm sido associados ao comprometimento cognitivo (Hsieh et al., 2023).

De acordo com a *Sleep in America* de 2003 da *National Sleep Foundation*, 46% dos adultos com idades entre 65 e 74 anos relataram sintomas de insônia (Zitser et al., 2022), que é considerada um dos distúrbios mais comuns entre os idosos, e ela pode aumentar o risco de hipertensão, doenças cardiovasculares, distúrbios metabólicos e a doença de Alzheimer; como também a presença dessas condições médicas pode exacerbar a insônia (Hsieh et al., 2023).

Segundo o Ministério da Saúde (2023), a insônia é comumente diagnosticada em idosos, acredita-se que isso aconteça por esse grupo etário ter o sono mais fragmentado e apresentar mais comorbidades que interferem no funcionamento noturno e diurno, ressalta ainda que a insônia é mais prevalente na população de menor poder socioeconômico, entre desempregados e aposentados e entre os que perderam cônjuges. Então, nestes casos é comum que a insônia seja um sintoma secundário a algum transtorno psiquiátrico ou de outra condição.

De acordo com a Associação Brasileira do Sono (ABS), o Ministério da Saúde (2023) afirma ainda que a privação de sono pode indicar alterações na saúde física ou mental, e enquanto sintoma, a insônia pode estar associada a questões psiquiátricas, como transtornos de humor, de ansiedade ou de personalidade a insônia como patologia, pode ocorrer em torno de três vezes por semana e persistir por três meses ou mais, pode durar em média 3 anos nos casos crônicos.

Roth T. (2007) apresentou em seu estudo um consenso que foi desenvolvido a partir de estudos populacionais de que aproximadamente 30% de uma variedade de amostras de adultos

coletadas de diferentes países relata um ou mais dos sintomas de insônia, tais como: dificuldade em iniciar o sono, dificuldade em manter o sono, acordar muito cedo e, em alguns casos, sono não restaurador ou de má qualidade.

No que diz respeito a avaliação da insônia e outros distúrbios do sono deve incluir uma entrevista clínica estruturada, diário do sono e medidas objetivas como actigrafia ou polissonografia (PSG), então devido a esses recursos serem escassos, os questionários de autorrelato (validados) são frequentemente utilizados se comparado a outras ferramentas e ao utilizar essas ferramentas de baixo custo, observa-se mais oportunidade de tratamento para os pacientes com distúrbios do sono, melhorando sua qualidade de vida (Zitser et al., 2022).

Devido à dificuldade com questionários de autorrelato e outras ferramentas como a de polissonografia, a utilização da tecnologia no formato de dispositivos vestíveis começa a ser explorada no meio científico. Segundo Miller et al. (2022), esses avanços recentes na tecnologia vestível permitem que os dispositivos detectem o sono em tempo real e forneçam métricas do sono na manhã seguinte por meio de uma plataforma digital ou aplicativo para *smartphone*. Essas tecnologias vestíveis, ou *wearables*, são dispositivos usados juntamente ao corpo que fornecem medidas fisiológicas diretamente a dispositivos inteligentes, por exemplo, *smartphones* ou *tablets*, tais tecnologias trazem essas medidas com base em uma alternativa às medições padrão-ouro, que exigem mais mão de obra.

Tendo em vista a importância de tecnologias de monitoramento acompanhadas por dispositivos que captam sinais fisiológicos de maneira não invasiva, a plataforma Sênior Saúde Móvel (SSM) foi desenvolvida com o objetivo de acompanhar esses sinais e gerar dados de saúde. A SSM foi elaborada com serviços relacionados à gestão de usuários e informações, ciência de dados e IoT (Internet das Coisas). Algoritmos de inteligência artificial e análises de séries temporais foram empregados para monitorar e caracterizar dados importantes sobre a saúde do idoso (Rodrigues et al., 2022).

Nesse cenário, o presente estudo pretende caracterizar e monitorar a insônia em pessoas idosas, com auxílio de um algoritmo desenvolvido através de medidas objetivas advindas de dispositivos vestíveis da marca Fitbit que fornecem dados por meio de séries temporais de sono; e dessa forma, e como auxílio da plataforma SSM, contribuir para profissionais da saúde e para população idosa acerca da saúde do sono e sua influência sobre seu comportamento e condições de saúde.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um algoritmo para caracterizar e monitorar a insônia em pessoas idosas utilizando a plataforma de monitoramento remoto Sênior Saúde Móvel (SSM).

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o perfil sociodemográfico e clínico da amostra;
- Caracterizar o tipo de insônia das pessoas idosas através do algoritmo;
- Correlacionar as variáveis subjetivas do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI) com as variáveis objetivas do algoritmo insônia;
- Contribuir para a Plataforma Sênior Saúde Móvel com desenvolvimento da nova funcionalidade de caracterização e monitoramento de insônia em pessoas idosas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Aspectos Gerais do Sono

O sono é fundamental para a vida do ser humano, por ter função reparadora, de conservação de energia e de melhorar função imunológica (Neves et al, 2017). Sabe-se ainda que ele é essencial, pois acredita-se que suas funções sejam também restauradoras, conservadoras, adaptativas, termorreguladoras e consolidadoras de memória (De Fazio et. al., 2022).

Para que haja a regulação do sono é necessário a interação de dois sistemas, tais como: o homeostático sono-vigília (liberação de substâncias que promovem sono) e o sistema de temporização circadiano (variação cíclica do estado de vigília e sono). Quando funcionam de forma alinhada permitem aos adultos um período de vigília longo e consolidado durante o dia e um período de sono longo e consolidado durante a noite (Kim, Elkhadem, Duffy, 2022). Para essa regulação, é necessário o processo biológico chamado de ciclo circadiano que consiste em três partes: entrada, oscilador central e saída. A entrada refere-se a retina, que pode perceber mudanças nos sinais externos, como luz natural, temperatura e alimentação, a via de saída refere-se aos vários ritmos biológicos, que oscila em um período de 24 horas que envolve processos fisiológicos e bioquímicos fundamentais para corpo (Xu, Wang e Chen, 2023).

O impulso circadiano é regulado pelo núcleo supraquiasmático (NSQ) no hipotálamo, que estabelece um ciclo de 24 horas afetando o sono e muitas outras funções fisiológicas (REF). O NSQ pode ser regulado por uma variedade de entradas corticais em resposta a estímulos externos, enviando projeções indiretas para o núcleo pré-óptico ventrolateral no hipotálamo que resulta na inibição do sono durante o dia. A vigília é promovida por grupos de células monoaminérgicas no tronco cerebral, incluindo o locus coeruleus noradrenérgico e os neurônios serotoninérgicos da rafe dorsal, é definido pelo comportamento diurno e refere-se aproximadamente a períodos de 12 horas que consistem principalmente em comportamento de vigília ativa (Bahari et al., 2021).

3.2 Qualidade do Sono dos Idosos

Segundo Alves et al. (2020), a prevalência de problemas de sono em idosos é uma questão relevante em nossa sociedade. A qualidade do sono consiste na continuidade do sono (por exemplo, início do sono, manutenção do sono e número de despertares) e impacto diurno, porém, o conceito de qualidade do sono pode ser subjetivo (Scott et al., 2021). Além disso, a saúde do sono é um padrão de sono-vigília que se adapta às necessidades individuais, sociais e

ambientais e repercute na saúde física e mental. A qualidade ou saúde do sono, está relacionada com a duração do sono, continuidade, tempo, estado de alerta, sonolência e satisfação/qualidade e pode ser classificada de acordo com esses dados (De Fazio et. al., 2022).

Assim, a interrupção no padrão de sono pode gerar desequilíbrio emocional, déficit na cognição, consequentemente podendo desenvolver demência, estresse, ansiedade, sintomas depressivos, fazendo com que o sono influencie na função cognitiva. Além disso, a má qualidade do sono como fator de risco para o agravamento de doenças (Bezerra, Bezerra e Barros, 2020).

Existem alguns fatores que contribuem para a modificação no padrão do sono no processo de envelhecimento, tais como incontinência urinária, apnéia do sono, dor ou desconforto físico e emocional, parassonia, distúrbios no ritmo circadiano, doenças articulares, tomar medicamentos durante a madrugada, fatores ambientais, entre outros (Alves et al., 2020). Além de tudo, o tempo e a qualidade do sono dos idosos estão associados à sua função emocional e cognitiva. O risco de comprometimento cognitivo, a ansiedade e a depressão serão mais graves se a qualidade de sono for ruim, e o mau humor pode agravar ainda mais o comprometimento da função cognitiva (Liao et al., 2022).

3.3 Distúrbios do Sono

De acordo com a prevalência, os distúrbios do sono mais comuns são: insônia, apnéia do sono, síndrome das pernas inquietas, hipersonia, parassonia, distúrbios do ritmo circadiano, apnéia obstrutiva do sono, noturna e epilepsia (De Fazio et al., 2022). A classificação dos distúrbios do sono permite diagnóstico preciso, melhora na comunicação entre profissionais da saúde e padronização de dados para fins de pesquisa (Thorpy, 2012).

Kim, Elkhadem e Duffy (2022), relatam que as mudanças na interação do processo homeostático sono-vigília e do sistema de temporização circadiano, ou em um deles isoladamente, pode gerar uma incapacidade de adormecer no horário desejado, dificuldade em permanecer dormindo ou dificuldade em permanecer acordado durante o episódio de vigília desejado e que essas dificuldades são chamadas de distúrbios do sono-vigília do ritmo circadiano.

De Fazio et al. (2022), mencionam que a privação do sono tem repercussões negativas a curto e longo prazo, sejam elas causadas pelo estilo de vida ou por distúrbios do sono e que outros distúrbios que podem afetar significativamente o sono são nos sistemas nervosos autônomo e somático, que podem ser classificados em duas categorias: dissonias, que causam dificuldade

para adormecer ou permanecer dormindo, e parassonias que, diferente das dissonias, são distúrbios que apresentam ações irregulares executadas durante o sono, como distúrbios de excitação, parassonias associadas ao sono REM e enurese.

3.4 Insônia

A insônia é definida pela presença de um relato individual de dificuldade para dormir (Roth, 2007). Pode estar presente na população Brasileira entre 56% a 74% dos pacientes no decorrer do ano, e em 46% deles de forma contínua, o que pode gerar riscos para o desenvolvimento de outras doenças tais como hipertensão ou doenças metabólicas, como a diabetes (Ministério da Saúde, 2023).

Apresenta maior prevalência na população de menor poder socioeconômico (desempregados ou aposentados), entre os que perderam o cônjuge (viúvos ou divorciados/separados), e entre as mulheres, acredita-se que haja influência hormonal já que a insônia começa a aumentar nas mulheres em relação aos homens a partir da puberdade. Além disso, é comumente diagnosticada nos idosos, o que pode ser potencializado pelo fato desse grupo ter sono mais fragmentado e apresentar mais comorbidades que interferem no seu funcionamento noturno e diurno (Bacelar et al, 2019)

Segundo Schutte-Rodin (2008), o termo insônia tem sido usado em diferentes contextos para se referir a um sintoma ou a um distúrbio específico, é definido também como um relato subjetivo de dificuldade no início, duração, consolidação ou qualidade do sono que ocorre independente do ambiente adequado e que resulta em alguma forma de comprometimento diurno.

Em seu estudo Schutte-Rodin (2008) cita os Critérios de Diagnóstico para Insônia, segundo a *International Classification of Sleep Disorders (ICSD-2)*, tais como:

- Queixa de dificuldade para iniciar o sono, para manter o sono, ou acordar muito cedo, ou sono rotineiramente não restaurador ou de baixa qualidade;
- A dificuldade de sono pode ocorrer apesar das oportunidades e circunstâncias adequadas para dormir;
- Comprometimento diurno relatado pelo paciente: fadiga; déficit na atenção, concentração ou na memória; disfunção social, ou mau desempenho escolar; distúrbios de humor ou irritabilidade; sonolência diurna; baixa motivação, energia ou iniciativa; propensão a acidentes no trabalho ou ao dirigir; tensão, dores de cabeça ou sintomas gastrointestinais em resposta à perda de sono; e estresse ou preocupações com o sono.

Bacelar e colaboradores (2019), concordam com os critérios de diagnóstico de insônia citado acima e trazem como um ponto primordial para enquadrar a insônia em “sintoma” ou “transtorno”, pois quando ligada a outras condições clínicas, se manifesta inicialmente como “sintoma” e, posteriormente, como “transtorno”, destacam ainda a dificuldade de identificar se a insônia iniciou antes ou no decurso de um transtorno mental. Destacam ainda que o transtorno só pode ser classificado como insônia crônica caso os sintomas estiverem associados a outro transtorno de sono, mental, uso de medicação/substância ou outra condição médica, e se o quadro de insônia necessitar de atenção específica no seguimento clínico.

Sendo assim a insônia é classificada como sintoma ou transtorno, de acordo com Bacelar et al., (2019), e definida de acordo com seguintes critérios: a) latência de sono ≥ 30 minutos; b) tempo de vigília após início do sono ≥ 30 minutos, e/ou tempo total de sono ≤ 360 minutos; c) despertar final ≥ 30 minutos do fim do registro. E trouxeram também a divisão afim de caracterizar o quadro do paciente quanto:

- **Ao momento do sono:**

Insônia inicial: dificuldade para iniciar o sono;

Insônia de manutenção: dificuldade em manter o sono (despertares noturnos);

Despertar precoce: despertar anteriormente ao desejado.

- **Ao curso:**

Insônia aguda: não atinge o critério mínimo de frequência e duração associado a insônia crônica;

Insônia recorrente: ocorre pelo menos dois episódios de insônia aguda

Insônia crônica (ou transtorno de insônia): acontece pelo menos três vezes por semana e no mínimo três meses a dificuldade para dormir com repercussões diurna.

- **Ao tempo de sono:**

Insônia com tempo de sono curto: de acordo com a idade, apresenta tempo de sono muito menor que o fisiologicamente normal;

Insônia com tempo de sono normal: de acordo com a idade, apresenta tempo de sono dentro ou próximo do fisiologicamente normal.

3.5 Ferramentas para Análise do Sono

Haghighy et al. (2019), traz em seu estudo modelos de avaliação do sono, dentre eles, a polissonografia (PSG), que é considerada o padrão ouro para diagnóstico de distúrbios do sono. A PSG consiste em avaliações simultâneas de eletroencefalograma (EEG),

eletromiografia, eletro-oculografia, eletrocardiografia, entre outras. Porém, o ambiente onde o exame é normalmente realizado, pode trazer ansiedade e/ou perturbar o sono por ser desconfortável. Para a realização da PSG, além das instalações especializadas, é necessário a supervisão de técnicos qualificados, o que torna o exame dispendioso e pode impedir a investigação da variação da qualidade do sono.

Não há dúvidas que a PSG seja padrão-ouro para avaliação de sono. Contudo, há um problema comum tanto com a PSG como com o EEG, ambas ferramentas são inviáveis para avaliação do sono de forma contínua, mas apenas avaliar a qualidade do sono durante um período limitado, impossibilitando o acompanhamento contínuo (Kawasaki et al., 2022).

Haghighy et al (2019) afirma ainda que o método de diário do sono é uma forma simples e econômica de monitorizar e avaliar o sono, porém, é uma forma subjetiva de avaliação, além de ser impreciso e incompleto, não avalia a arquitetura e os estágios do sono.

A actigrafia de pulso é outro método utilizado para avaliação do sono, onde detecta movimentos acelerados (Haghighy et al., 2019). É uma alternativa geralmente utilizada à PSG, avalia através de monitores de atividade que são dispositivos usados no pulso contendo acelerômetro que detecta movimento, correlacionando o movimento com a vigília e a inatividade com o sono, e diários de sono/vigília (Miller et al., 2022). Mesmo assim, alguns dispositivos podem ser limitados à detecção do sono/vigília e após um longo período de uso, exigirem um download manual (Miller et al., 2022). Além disso, os dispositivos que dependem inteiramente de algoritmos baseados em movimento não possuem capacidade de avaliação do estágio do sono (Haghighy et al., 2019).

Outros métodos de avaliação vêm ganhando força em meio a comunidade científica, tais como os dispositivos vestíveis no formato de relógios inteligentes, que podem estimar os parâmetros e estágios do sono e a frequência cardíaca durante a vigília e o sono, devido a sensores baseados em fotopletismografia para detectar a variação da frequência cardíaca e movimentos corporais por meio de sensores como acelerômetro e giroscópio (Kawasaki et al., 2022). Esses modelos atuais incluem algoritmos de pontuação baseados coletivamente no movimento corporal e na variação da frequência cardíaca, estima não apenas os parâmetros e estágios do sono, mas também a frequência cardíaca durante a vigília e o sono (Haghighy et al., 2019).

4 MÉTODOS

O estudo ocorreu da seguinte forma, primeiramente foram realizadas as coletas no Centro Municipal de Convivência do Idoso de Campina Grande, no Condomínio Cidade Madura e na Universidade Aberta à Maioridade. Após isso, foi realizado o desenvolvimento do algoritmo de classificação de insônia pelo Núcleo de Tecnologia Estratégica em Saúde (NUTES), no Laboratório de Computação Biomédica, localizado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

4.1 Tipo de Estudo

Trata-se de uma pesquisa com foco em desenvolvimento tecnológico com abordagem observacional, do tipo transversal, descritiva, analítica e de natureza quantitativa.

4.2 Local de Estudo

O estudo foi realizado na cidade de Campina Grande – PB. A coleta de dados ocorreu em três locais: (1) Centro Municipal de Convivência do Idoso de Campina Grande, no (2) Condomínio Cidade Madura, e na (3) Universidade Aberta à Maioridade (UAMA).

O Centro Municipal de Convivência do Idoso (CMCI) é uma associação que desenvolve Políticas Públicas e promove a integração do idoso na sociedade, funciona de segunda à sexta-feira, localizado no bairro dos Cuités, em Campina Grande - PB. O CMCI possui cerca de 390 idosos cadastrados pela unidade, e cerca de 100 são atendidos semanalmente. O local desenvolve atividades que vão desde as oficinas de artesanato e pintura, palestras educativas, aulas de música e instrumentos, apresentações culturais, aulas de dança e prática de exercício físico. Os idosos recebem acompanhamento de profissionais como assistente social, psicólogo clínico, fisioterapeuta e enfermeiros, os mesmos também têm direito à alimentação no local, refeições essas oferecidas pelo Centro antes e após as atividades, em um refeitório do CMCI.

O Condomínio Cidade Madura (CCM) é um condomínio horizontal de propriedade do Estado da Paraíba, desenvolvido por meio da Companhia Estadual de Habitação Popular (CEHAP) e da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Humano, com 40 casas acessíveis que beneficia idosos de baixa renda, localizado no bairro do Ligeiro, em Campina Grande – PB. O local conta com uma praça de esporte contendo aparelhos de academia ao ar livre, uma praça com horta, uma praça com mesas destinadas a prática de jogos de tabuleiro, redário, local para caminhada e um centro de vivência com um salão. O condomínio possui ainda em suas dependências um Núcleo de Assistência à Saúde, onde os idosos habitantes recebem

atendimentos de profissionais da enfermagem, fisioterapia e psicologia semanalmente. Os idosos contemplados com o serviço precisam possuir baixa renda e ter autonomia para fazer suas atividades diárias. Os residentes pagam apenas uma pequena taxa de condomínio, além de água e luz, e podem morar por tempo indeterminado, sendo permitida apenas a habitação do local pelo idoso, sozinho, e de seu cônjuge.

A Universidade Aberta à Maioridade (UAMA), situa-se dentro da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no bairro Universitário na cidade de Campina Grande – PB. Tem o objetivo de atender a demanda educativa de idosos a partir dos 60 anos, contribuindo na melhoria das capacidades pessoais, funcionais e socioculturais, através da formação e atenção social, que visa criar e dinamizar regularmente atividades educacionais, sociais, culturais e de convívio, favorecendo a melhoria na qualidade de vida. Possibilitando aos idosos à participação em aulas de formação especial aberta à maturidade, aprofundando seus conhecimentos em diversas áreas como saúde, educação, ciências agrárias, direito, letras, pedagogia, tecnologia, cultura, lazer e temas relacionados ao envelhecimento humano. O curso de Educação para o Envelhecimento Humano tem duração de dois anos (4 semestres) e é composto por disciplinas obrigatórias e optativas distribuídas em 4 eixos.

O desenvolvimento da nova funcionalidade foi realizado pelo Núcleo de Tecnologia Estratégica em Saúde (NUTES), no Laboratório de Computação Biomédica, localizado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). O NUTES possui uma equipe interdisciplinar de professores, pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação, bem como, profissionais de nível técnico. O mesmo é caracterizado como um centro de referência para a pesquisa, desenvolvimento, produção, inovação e prestação de serviços tecnológicos aplicada ao setor de saúde humana, se dispondo a atender a demanda de mercado e atuar como facilitador de inovação para o governo, empresas e centros de desenvolvimento.

4.3 População e Amostra

A população e amostra foi composta por 102 pessoas idosas de ambos os sexos com idade igual ou superior a 60 anos, que residissem no Condomínio Cidade Madura, que frequentassem o Centro Municipal de Convivência do Idoso e a Universidade Aberta à Maioridade (UAMA) da cidade de Campina Grande – PB. Para recrutar os participantes, foi seguido o método de amostragem não probabilística por conveniência.

4.4 Critérios de Elegibilidade

Foram incluídos no estudo pessoas idosas de ambos os sexos, com 60 anos ou mais, que apresentassem um bom resultado cognitivo definido pela Prova Cognitiva de Légenes (PCL) (ANEXO A), utilizando o ponto de corte de 22 pontos, que tivessem capacidade de compreender as instruções para uso do dispositivo vestível, e que aceitassem participar da pesquisa de forma voluntária. Foram excluídos da amostra aqueles que se recusaram em algum momento a participar da pesquisa, aqueles que se recusaram a fazer uso do dispositivo vestível pelo tempo determinado, aqueles que não utilizaram o dispositivo durante o período da noite para dormir e aqueles cujos os dados dos 7 dias não foram captados.

4.5 Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta de dados seguiu todos os protocolos de biossegurança para manter a integridade física e biológica dos indivíduos envolvidos nessa pesquisa, para esse fim, todos os pesquisadores passaram por um treinamento para a utilização adequada de todos os instrumentos necessários para a coleta de dados.

Através da plataforma de monitoramento Sênior Saúde Móvel (SSM) foi desenvolvida uma funcionalidade para monitoramento e avaliação dos padrões de insônia em indivíduos acima de 60 anos. Essa funcionalidade foi implementada através do consumo das séries temporais de sono advindos dos sensores embarcados no dispositivo vestível da Fitbit.

Os participantes da pesquisa foram solicitados a utilizarem os dispositivos vestíveis durante um período de 7 (sete) dias, no membro superior não dominante, na região do punho, posicionado um dedo acima do processo estilóide da ulna, preso próximo a pele de forma que não incomode o paciente.

O procedimento para coleta de dados ocorreu em dois momentos, da seguinte forma:

1. Primeiro momento: foram esclarecidos os objetivos do estudo aos participantes, em seguida foi dado aos pacientes o direito de participarem da pesquisa, aceitando, os mesmos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APENDICE A). Após isso, foi aplicada a ficha de avaliação clínica e sociodemográfica e a Prova Cognitiva de Leganés, para verificar se os participantes se encaixam nos critérios de inclusão. As instruções de uso do dispositivo foram esclarecidas, sendo solicitado ao participante que utilizasse o dispositivo durante sete dias, 24 horas por dia, no ambiente domiciliar ou extra-domiciliar, durante o sono e vigília, seguindo a sua rotina de forma normal, em seguida o aplicativo foi instalado no *smartphone* e o

dispositivo aplicado no punho não dominante do paciente para a realização do monitoramento remoto.

2. Segundo momento: após o período de 7 dias, ocorreu o segundo momento em que foi realizado a sincronização dos dados armazenados no dispositivo vestível com a plataforma Sênior Saúde Móvel para a transferência dos dados colhidos pelo relógio.

4.6 Instrumentos de Coleta de Dados

Foram utilizados os instrumentos descritos a seguir:

1. Ficha de avaliação sociodemográfica e clínica (APÊNDICE B): A ficha de avaliação foi desenvolvida pelos pesquisadores do Nutes para registro de informações do participante, tais como nome, data de nascimento, sexo, endereço, profissão, estado civil, raça, número para contato, idade, altura, peso, circunferência abdominal, circunferência de panturrilha direita e esquerda, anos de escolaridade, profissão, ocupação, arranjo familiar, comorbidades autorrelatadas e medicamentos em uso.
2. Prova Cognitiva de Léguas (PCL): A PCL é uma escala de rastreio cognitivo adaptada para populações de baixa escolaridade que tem como principal vantagem a sua facilidade de aplicação, abrangendo dois domínios importantes da função cognitiva, como a memória e a orientação. Essa escala contempla ao todo 7 itens, com pontuação máxima total de 32 pontos: orientação temporal, orientação espacial, informações pessoais, teste de nomenclatura, memória imediata, memória tardia e memória lógica. Os melhores escores estão associados a melhores desempenhos, o ponto de corte para presença de algum déficit cognitivo são de 22 pontos. Estes itens permitem rastrear a presença de algum declínio cognitivo e são considerados mais sensíveis para detecção precoce de demência. Por ser adaptada para populações de baixo nível de educação, reduz os vieses de escolaridade que podem estar associados à aplicação de outras escalas de avaliação cognitiva. Ainda assim, trata-se de uma escala que também apresenta boa confiabilidade em indivíduos com maior nível educacional e apresenta uma boa aceitação por profissionais de saúde e pacientes (Caldas et al., 2011).
3. Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI) (ANEXO B): O PSQI é um questionário que traz a combinação de informações quantitativas e qualitativas sobre sono. Esse questionário foi desenvolvido com o objetivo de fornecer uma medida de qualidade de sono padronizada, que distinguisse os pacientes em “bons dormidores”

e “maus dormidores”, além de ser fácil de responder e interpretar. O questionário consta 19 (dezenove) questões auto administrativas e 5 (cinco) questões respondidas por seus companheiros de quarto (caso tenham). As 19 questões estão agrupadas em 7 componentes, com pesos distribuídos de 0 a 3, somados para gerarem um escore global de 0 a 21, quanto maior a pontuação, pior é a qualidade do sono; o PSQI >5 indica que o indivíduo está apresentando grandes dificuldades em pelo menos 2 componentes ou dificuldade moderada em mais de 3 componentes. Estes componentes avaliam queixas frequentes em relação ao sono, tais como qualidade subjetiva do sono, latência do sono, duração do sono, eficiência habitual do sono, transtornos do sono, uso de medicamentos para dormir e disfunção diurna (Buysse, 1989).

4. *Smartwatch* Inspire 2 da marca Fitbit: Foram utilizados os modelos Fitbit Inspire 2, que contam com sensores: acelerômetro, giroscópio e de fotopletismografia, esses sensores presentes nesses dispositivos fornecem maior precisão na extração dos dados, capta a Frequência cardíaca (FC), quantidade de passos, minutos ativos, gasto de calorias, reconhece exercícios automaticamente, dados do sono. É um dispositivo confortável, com matéria biocompatível o que diminui as chances do desenvolvimento de qualquer processo alérgico devido ao contato constante. Possuem bateria que duram até 14 dias, memória interna que armazena os dados captados, *bluetooth* 4.0 e é a prova d'água. Com sincronização automática sem fio com outros dispositivos e disponibilizam *Application Programming Interface* (API) aberta, dando a possibilidade de criar novas funcionalidades para o dispositivo, de interoperabilidade em tecnologias de saúde e também é acessível para plataformas de sistema Android, iOS e Windows (Rodrigues, 2023).
5. Sênior Saúde Móvel (SSM): A plataforma é uma ferramenta de armazenamento, gerenciamento e monitoramento remoto de dados de saúde, criada para prestar suporte a pesquisas, desde 2018 a mesma vem sendo desenvolvida pelo Laboratório de Computação Biomédica do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES/UEPB), utiliza de três componentes para seu funcionamento (dispositivo tecnológico vestível, aplicativo móvel e *dashboard* Sênior Saúde Móvel), possui diversas funções como gerenciamento de usuários e informações, ciência de dados e Internet das Coisas (IoT).

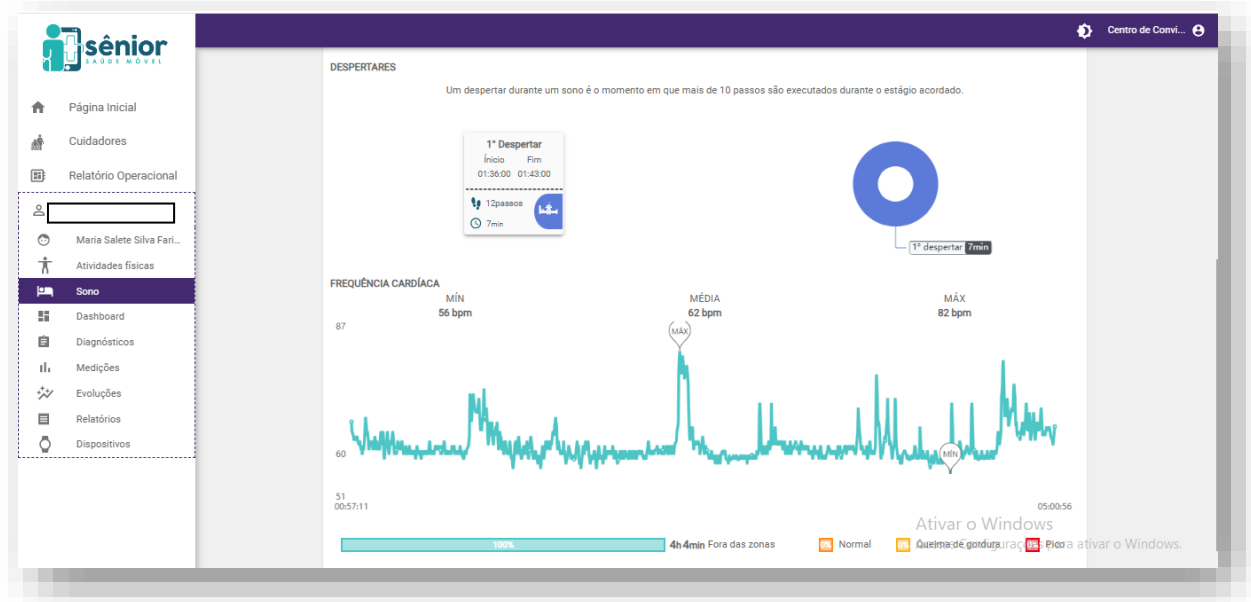
A Sênior Saúde Móvel é implementada através de um serviço web, e não há necessidade de ser instalada no computador, permitindo ser acessada de qualquer lugar, utilizando apenas um navegador e acesso à internet. O aplicativo móvel, que deverá estar instalado no smartphone do participante ou em um aparelho cedido pelos pesquisadores para o cadastro do paciente, exerce as funções de visualização dos dados captados pelo *smartwatch* e de transferência destes dados para a plataforma por meio de sincronização com o dispositivo vestível via *bluetooth* e *wi-fi*, permitindo gerenciamento dos dados na plataforma web. Na mesma, é possível realizar um cadastro para cada participante, onde diversas informações clínicas podem ser inseridas. A plataforma exibe os dados captados pelo período de tempo que o indivíduo utilizou o dispositivo vestível através de um *dashboard* interativo, que utiliza de recursos como gráficos e diferentes ícones para exibição dos dados captados (Rodrigues et al, 2022).

Figura 1: Painel de detalhes do sono da Plataforma Sênior Saúde Móvel.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Figura 2: Painel de detalhes do sono da Plataforma Sênior Saúde Móvel.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

4.7 Desenvolvimento do Algoritmo de Caracterização de Insônia de Acordo com as Séries Temporais de Sono

O algoritmo de caracterização de insônia utilizou dados de séries temporais de sono do usuário advindos do dispositivo vestível Fitbit durante o período de monitoramento de 7 dias. Esses dados foram sincronizados com a plataforma SSM, após isso os dados foram extraídos por meio da plataforma Grafana que é uma aplicação web de análise de código aberto que permite uma visualização de dados interativa e extração dos mesmos.

No Grafana, são disponibilizados seis painéis distintos que apresentam dados referentes ao sono do usuário/paciente. São eles:

1. *Sleep duration Panel (duration)*/Painel de duração do sono: Apresenta dados sobre que horas iniciou cada sessão de sono, a duração de cada sessão (em ms) e o horário de despertar.

Figura 3: *Sleep duration Panel (duration)*/Painel de duração do sono.

patient_id ▾	start_time ▾	duration ▾	end_time ▾
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-08T04:25:30.000Z	26100000	2021-12-08T11:40:30.000Z
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-07T05:41:00.000Z	25800000	2021-12-07T12:51:00.000Z
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-06T18:01:00.000Z	5220000	2021-12-06T19:28:00.000Z
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-06T04:12:00.000Z	16440000	2021-12-06T08:46:00.000Z
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-05T03:14:00.000Z	31260000	2021-12-05T11:55:00.000Z
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-04T05:19:00.000Z	17940000	2021-12-04T10:18:00.000Z

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

2. *Sleep latency Panel (latency)*/ Painel de latência do sono: Mostra a latência do sono para cada sessão. O tempo que uma pessoa leva para adormecer após se deitar com a intenção de dormir.

Figura 4: *Sleep latency Panel (latency)*/ Painel de latência do sono.

patient_id ▾	start_time ▾	duration ▾	latency ▾
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-08T04:25:30.000Z	26100000	150000
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-07T05:41:00.000Z	25800000	1200000
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-05T03:14:00.000Z	31260000	30000
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-04T05:19:00.000Z	17940000	300000
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-03T04:17:30.000Z	25980000	30000

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

3. *Sleep efficiency Panel (efficiency)*/Painel de eficiência do sono: Apresenta a eficiência do sono de cada sessão; proporção de tempo que uma pessoa passa efetivamente dormindo em relação ao tempo total passado na cama. Uma eficiência de 100% indica que o usuário dormiu assim que se deitou.

Figura 5: *Sleep efficiency Panel (efficiency)*/Painel de eficiência do sono.

patient_id ↑ ▾	start_time ▾	duration ▾	totalawake ▾	efficiency in % ▾
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-06T18:01:00.000Z	5220000	0	100
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-06T04:12:00.000Z	16440000	2220000	86.5
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-05T03:14:00.000Z	31260000	1470000	95.3
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-04T05:19:00.000Z	17940000	1200000	93.31
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-03T04:17:30.000Z	25980000	3090000	88.11
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-09T05:08:30.000Z	8040000	180000	97.76

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

4. *Sleep stages Panel (stages)*/ Painel de estágios do sono: Esse painel apresenta a porcentagem de cada estágio do sono, para cada sessão de sono.

Figura 6: *Sleep stages Panel (stages)*/ Painel de estágios do sono.

patient_id ▾	start_time ▾	duration ▾	awake (%) ▾	light (%) ▾	rem (%) ▾	deep (%) ▾
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-08T04:25:30.000Z	26100000	6.55	60	17.82	15.63
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-07T05:41:00.000Z	25800000	7.79	60.7	13.95	17.56
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-06T04:12:00.000Z	16440000	13.5	66.61	11.86	8.21
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-05T03:14:00.000Z	31260000	4.7	52.69	24.86	17.75
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-04T05:19:00.000Z	17940000	6.69	56.35	24.25	12.71
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-03T04:17:30.000Z	25900000	11.89	61.89	12.47	13.86

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

5. *Sleep stages Panel classic (classic)*/Painel clássico de estágios do sono: Esse painel apresenta a porcentagem de cada estágio do sono, para cada sessão de sono, mas como pode ser visto, são considerados estágios diferentes, como acordado, agitado e dormindo.

Figura 7: *Sleep stages Panel classic (classic)*/Painel clássico de estágios do sono.

patient_id ▾	start_time ▾	duration ▾	awake (%) ▾	restless (%) ▾	asleep (%) ▾
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-06T18:01:00.000Z	5220000	0	21.84	78.16
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-09T05:08:30.000Z	0040000	2.24	8.21	89.55

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

6. *Sleep awakenings Panel (awakenings)*/ Painel de despertares do sono: Esse painel mostra cada despertar registrado e quantos passos foram dados.

Figura 8: *Sleep awakenings Panel (awakenings)*/ Painel de despertares do sono.

patient_id ▾	start_time ▾	start_time_awakening ▾	duration ▾	steps ▾
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-06T04:12:00.000Z	05:20:30	1320000	12
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-05T03:14:00.000Z	05:03:30	450000	16
61ae09341913dc00199e9db4	2021-12-03T04:17:30.000Z	03:30:00	1830000	31

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

4.7.1 Critérios Para a Classificação da Insônia

Segundo Bacelar et al., (2019) a classificação de Insônia pode ser realizada da seguinte forma:

Classificação quanto ao tempo:

- Crônica: quando ocorre 3x por semana, por no mínimo 3 meses;
- Recorrente: 2 episódios de insônia aguda ou mais por ano;
- Aguda: quando não atinge a frequência e a duração mínima

Classificação quanto a duração do sono:

- Inicial: Latência do sono igual ou superior a 30 minutos;
- Manutenção: Despertares após o iniciar o sono igual ou superior a 30 minutos ou tempo total de sono inferior a 6 horas (≤ 360 minutos);
- Precoce: Acordar de uma sessão de sono 30 minutos (ou mais) mais cedo do que o costume.

É importante destacar alguns pontos:

- O classificador, por ora, não classifica quanto ao tempo, já que não há nenhum usuário com dados de sono por mais de 3 meses;
- Para a classificação, são necessários dados apenas dos painéis: *stages* (estágios do sono), *latency* (latência do sono) e *awakenings* (despertares);
- É possível (e comum) ter mais de uma sessão de sono registrada por dia;
- É possível (e comum) que uma sessão de sono esteja registrada em um painel, mas não esteja registrada em outro;
- O classificador precisa de ao menos 3 meses de dados para classificar a insônia como crônica.

4.7.2 Passo a Passo Para a Classificação da Insônia

Passo 1: O classificador de insônia recebe três parâmetros:

ID: identificador do usuário;

data_inicial e *data_final*: datas opcionais para filtrar os dados.

Passo 2: A partir do ID, busca dados de três fontes:

Estágios do sono (*stages*);

Latência do sono (*latency*);

Despertares (*awakenings*).

Passo 3: Lê os dados das fontes em três tabelas separadas.

Passo 4: Se *data_inicial* e *data_final* forem fornecidos, os dados são filtrados para o intervalo de datas determinados. Se não foi fornecido, mantém todos os dados.

Passo 5: Cria colunas adicionais nos dados de estágios:

start_hour: hora de início do sono;

end_hour: hora de término do sono.

Passo 6: Mantém apenas uma sessão de sono por dia, escolhendo a mais longa. Isso é feito para evitar pegar cochilos como uma sessão de sono, o que atrapalharia no processo de calcular o horário médio de início de sono, o horário de médio de despertar e a classificação da insônia como um todo.

Passo 7: Uma vez que tem apenas uma sessão de sono por dia, são combinadas as tabelas estágios do sono, latência e despertares em uma única tabela. Constata-se na figura a seguir os dados das três tabelas. Com esses dados, é possível calcular cada tipo de insônia com relação a duração do sono.

Figura 9: Estágios do sono, latência do sono e despertares.

start_time	duration	awake (%)	light (%)	rem (%)	deep (%)	start_date	start_hour	end_hour	latency	duration_awakening	end_hour_seconds
2021-12-06 04:12:00+00:00	16440000.0	13.50	66.61	11.86	8.21	2021-12-06	04:12:00	08:46:00	0.0	1320.0	31560
2021-12-04 05:19:00+00:00	17940000.0	6.69	56.35	24.25	12.71	2021-12-04	05:19:00	10:18:00	300.0	0.0	37080
2021-12-07 05:41:00+00:00	25800000.0	7.79	60.70	13.95	17.56	2021-12-07	05:41:00	12:51:00	1200.0	0.0	46260
2021-12-03 04:17:30+00:00	25980000.0	11.89	61.89	12.47	13.86	2021-12-03	04:17:30	11:30:30	30.0	1830.0	41430
2021-12-08 04:25:30+00:00	26100000.0	6.55	60.00	17.82	15.63	2021-12-08	04:25:30	11:40:30	150.0	0.0	42030
2021-12-05 03:14:00+00:00	31260000.0	4.70	52.69	24.86	17.75	2021-12-05	03:14:00	11:55:00	30.0	450.0	42900

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Passo 8: Por fim, utilizando os dados da figura acima, são calculados:

Hora média de início do sono, a partir da hora média na coluna *start_hour* (hora inicial);

Hora média de despertar, a partir da hora média na coluna *end_hour* (hora final);

Número de despertares precoces: pelo menos 30 minutos antes da hora média de despertares;

Episódios de insônia de manutenção: sono $\leq 6h$ (≤ 360 minutos) e despertar precoces (≥ 30 minutos);

Episódios de insônia inicial: latência $\geq 30min$;

Número total de dias com qualquer tipo de insônia.

4.8 Análise dos Dados

Todos os dados subjetivos coletados juntamente aos dados objetivos advindos dos dispositivos vestíveis que foram extraídos da SSM por meio da plataforma Grafana, foram tabulados em planilha Excel e alinhados aos objetivos do estudo. Em seguida, utilizando a linguagem de programação Python para gerar a classificação de insônia, os dados provenientes dos dispositivos vestíveis foram analisados e realizada a classificação. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa estatístico IBM SPSS Statistics 20 (*Statistical Package for the Social Science*), atribuindo-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para todos os testes. Para o teste de normalidade dos dados foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, onde os dados apresentaram distribuição diferente do normal ($p < 0,05$) ($p = 0,00$), ou seja, de forma não paramétrica para as variáveis, “latência do sono em minutos”, “não conseguiu adormecer em até 30 minutos”, “acordou no meio da noite ou de manhã muito cedo”, do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI), “despertares precoces”, “insônia de manutenção” e “insônia inicial” do algoritmo. As variáveis categóricas foram expostas em frequência e distribuição e as numéricas em medianas e intervalo interquartil e a análise de correlação dos dados foi através do coeficiente de Spearman.

4.9 Aspectos Éticos

A coleta de dados ocorreu sob as normas da Resolução 466/12 (BRASIL, 2012) do Conselho Nacional de Saúde – pesquisa envolvendo seres humanos, como garantia da confidencialidade, do anonimato, da não utilização das informações em prejuízo dos indivíduos e do emprego das informações somente para os fins previstos na pesquisa. A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e obteve aprovação com o número do CAAE 51155321.0.0000.5187 e parecer de número 4.948.040. Todos os participantes que aceitaram participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e receberam os devidos esclarecimentos a respeito dos objetivos e procedimentos da pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo da vida, com envelhecimento, o indivíduo sofre alterações fisiológicas e por vezes patológicas, essas alterações interferem em sua percepção de qualidade de vida. As alterações de sono vão interferir nos aspectos cognitivos, na atenção, no humor, ou seja, vão influenciar diretamente na condição de saúde da pessoa idosa (Nascimento, et al. 2020). Por isso, é necessário utilizar de ferramentas que avaliem as condições que interferem na saúde da pessoa idosa e o monitoramento por meio de dispositivos vestíveis se mostra como uma ferramenta estratégica que contribui para as tomadas de decisões e diminuição dos impactos na saúde dessa população (Nascimento, et al. 2020).

Partindo dessa teoria, o presente estudo desenvolveu um algoritmo que caracteriza e monitora sinais sugestivos de insônia na população idosa através de medida objetiva de séries temporais extraídas de sensores de fotopletismografia, que mensura a frequência cardíaca, e por meio de sensores de movimento, como acelerômetro e giroscópio. Para esse objetivo, 142 pessoas idosas foram elegíveis para compor a amostra, no entanto, através de uma avaliação criteriosa 40 pessoas foram excluídas; 14 foram excluídos porque pontuaram < 22 na PCL, 1 por desistir e não fazer o uso do dispositivo durante o tempo determinado, 25 porque não ocorreu a captura dos dados de sono, finalizando em 102 participantes que se encaixaram aos critérios de elegibilidade. Por meio dos dados sociodemográficos e clínicos, observou-se que sexo feminino foi prevalente na amostra, correspondendo à 76,5% ($n = 78$), a maioria dos participantes eram viúvos, 36,3% ($n = 37$), autodeclarados pardos 40,2% ($n = 41$), apresentaram uma média de idade $70,99 \pm 6,58$ anos, de IMC $27,12 \pm 4,52$; em relação aos números de comorbidades declaradas foi uma média de $2,26 \pm 1,52$ e declararam também consumir uma média de medicamentos diários de $2,51 \pm 2,09$. A tabela 1 a seguir apresenta os dados citados de forma detalhada.

Tabela 1: Características sociodemográficas e clínicas da amostra.

Características sociodemográficas e clínicas	Total (n = 102)
Sexo	
Feminino	78 (76,5%)
Masculino	24 (23,5%)
Estado Civil	

Casado	29 (28,4%)
Divorciado	20 (19,6%)
Solteiro	16 (15,7%)
Viúvo	37 (36,3%)
Raça	
Pardo	41 (40,2%)
Branco	35 (34,3%)
Preto	25 (24,5%)
Amarelo	1 (1%)
Idade	70,99 ± 6,58
IMC	27,12 ± 4,52
Peso	66,81 ± 12,85
Altura	1,56 ± ,079
Nº de Comorbidades	2,26 ± 1,52
Nº de Medicamentos Diário	2,51 ± 2,09

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Como foi descrito em nossos métodos, para desenvolver o algoritmo foi utilizado a linguagem de Python e foram utilizados dados de “estágios do sono”, “latência” e “despertares”, para então chegar à caracterização de “despertares precoces” que, na amostra estudada, se apresentou em média de 1,56 ± 1,08 vezes por semana, “insônia de manutenção” foram 2,18 ± 1,63 vezes por semana e “insônia inicial” 0,06 ± 0,32 vezes por semana, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 2: Caracterização da Insônia obtida através do algoritmo.

Caracterização da insônia	Total (n = 102)
Insônia Inicial	0,06 (± 0,32)
Insônia de Manutenção	2,18 (± 1,63)
Despertares Precoces	1,56 (± 1,08)

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Para avaliar a possível correlação entre os dados de insônia obtidos pelo algoritmo desenvolvido na pesquisa e pelo questionário de PSQI, foi realizado o teste de correlação de Spearman (r) das variáveis objetivas de “insônia inicial”, “insônia de manutenção” e “despertar precoce” resultantes do algoritmo, com as variáveis correspondentes subjetivas do PSQI:

“latência do sono em minutos” e “não conseguiu adormecer em até 30 minutos”. Resultando em “latência do sono em minutos” com a “insônia inicial” $r = 0,012$ ($p = 0,904$), “não conseguiu adormecer em até 30 minutos” com a “insônia inicial” $r = 0,083$ ($p = 0,406$) como mostra a tabela 3; enquanto isso na tabela 4, encontra-se o resultado da correlação entre as variáveis de “insônia de manutenção” com a “acordou no meio da noite ou de manhã muito cedo” $r = 0,036$ ($p = 0,716$) e “despertar precoce” com a “acordou no meio da noite ou de manhã muito cedo” $r = 0,087$ ($p = 0,384$). Observa-se que não houve correlação entre os dados objetivos do algoritmo com os dados subjetivos de questões do PSQI.

Tabela 3: Correlação entre insônia inicial com variáveis subjetivas do PSQI.

	Latência do sono em minutos	Não conseguiu adormecer em até 30 minutos
Insônia inicial	$r = 0,012$ ($p = 0,904$)	$r = 0,083$ ($p = 0,406$)

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Tabela 4: Correlação entre dois tipos de insônia com variável subjetiva do PSQI.

	Acordou no meio da noite ou de manhã muito cedo
Insônia de manutenção	$r = 0,036$ ($p = 0,716$)
Despertar precoce	$r = 0,087$ ($p = 0,384$)

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Em seu estudo, Lim et al., (2023), traz a diferença, eficácia e comparação na precisão do Fitbit em relação a Polissonografia e, no geral, o Fitbit mostrou alta sensibilidade e especificidade relativamente baixa, mas para o tempo de vigília após o início do sono. O tempo total de sono, e a eficiência do sono não diferiram em relação a da Polissonografia. No entanto, subestimou a latência do sono. Ainda assim, o Fitbit é considerado uma alternativa à coleta de dados objetivos do sono. Lim, et al. (2023), relata ainda que o Fitbit apresenta uma limitação em relação à coleta de dados do sono, pois usa apenas as informações coletadas após a medição do sono com base no movimento e na frequência cardíaca. Enquanto, Cook JD, et al. (2017) e Moreno-Pino F., et al. (2019) mostram que os dispositivos Fitbit podem ser utilizados para acompanhamento e gerenciamento de rotina do sono. Moreno-Pino F., et al. (2019) afirma

ainda, que qualidade geral dos rastreadores de sono Fitbit vem aumentando ao longo do tempo e eles devem ser mais confiáveis à medida que a tecnologia avança.

Embora alguns instrumentos de avaliação subjetiva do sono sejam padronizados e validados, por exemplo o PSQI, podem sofrer alterações em casos de falta de conhecimento e conscientização (Mollayeva, et al., 2016). Além disso, por serem questionários de autorrelatos, podem estarem sujeitos a vieses de memória e percepção (FILHO, et al. 2024). O PSQI, por ser longo, requer reflexão sobre problemas de sono que abrangem o mês anterior. Outros aspectos que podem ser observados são a forma de questionar as pessoas idosas com déficits cognitivos leves ou de baixa educação o que leva a alteração no registro (Espírito-Santo, et al., 2021).

Enquanto que sistema de saúde vestível vem iniciando uma nova era para o diagnóstico, tratamento e prevenção de muitas doenças (Lou, et al., 2020) e acompanhando o avanço dessas tecnologias, o monitoramento pessoal vêm avançando rapidamente, o que se torna de interesse para profissionais da saúde e para população (Haghighyegh, et al. 2019) que juntamente ao uso desses dispositivos vestíveis pode fornecer aos pacientes uma visão mais objetiva (Ojalvo, et al., 2023). Portanto, por utilizarem sinais fisiológicos e se apresentarem de forma não invasiva, essas tecnologias de monitoramento do sono, dispositivos inteligentes que monitoram o sono, avançam cada vez mais (Kainec, et al., 2024).

Outro ponto discutido por Berryhill, et al., (2020) em seu estudo, é um possível efeito placebo dos dispositivos vestíveis, onde foi observado uma melhora na qualidade do sono (autorrelatada) ou alguma redução na perturbação do sono. Estas descobertas são relatadas por indivíduos com insônia, que entendem os dispositivos como um componente importante da terapia cognitivo-comportamental.

Diante desse cenário, a plataforma de monitoramento Sênior Saúde Móvel (SSM) se apresenta com diversos algoritmos de inteligência artificial e análises de séries temporais que foram empregadas para a criação da plataforma, gerando funções para monitorar e gerenciar informações importantes sobre a saúde do usuário, nesse caso, a pessoa idosa, a fim de prestar suporte às pesquisas e a profissionais de saúde durante o acompanhamento desse público (Rodrigues et al., 2020). Assim a SSM armazena dados e cria algoritmos que possam classificar a pessoa idosa quanto a insônia, facilitando o monitoramento da saúde do idoso. Contudo, mesmo que os dispositivos vestíveis apresentem um bom desempenho, há limitação na captação nos dados de latência do sono e despertares, levando à necessidade de maiores investigações.

6 CONCLUSÃO

Sabendo então que o sono da pessoa idosa sofre modificações quanto a duração e qualidade, este estudo apresentou-se com o objetivo de prestar suporte de prevenção e promoção à saúde através do monitoramento da saúde do sono da população idosa por meio de um algoritmo desenvolvido para monitorar sinais indicativos de insônia. Além disso, buscamos contribuir com as pesquisas científicas nas áreas de envelhecimento humano e tecnologia em saúde, acrescentando na literatura sobre o uso de dispositivos vestíveis e sistemas de monitoramento remoto para a pessoa idosa.

O principal objetivo desse estudo foi realizado, ou seja, o desenvolvimento do algoritmo foi possível, juntamente a uma equipe multidisciplinar. Contudo, algumas limitações foram encontradas, tais como, o tamanho amostral ($n = 102$) e o tempo de uso do *smartwatch* (7 dias), por esse motivo, por ora, não há resultados para este estudo de classificação entre insônia recorrente e crônica, mas vale ressaltar que o algoritmo cumpre essa função. Ainda que os dispositivos vestíveis apresentem um bom desempenho, foi encontrado a necessidade de investigar a variância da frequência cardíaca para novos esclarecimentos de despertares e latência do sono, assim como a validação deste algoritmo.

REFERÊNCIAS

- ALVES H. B. et al. A qualidade do sono em idosos ativos. **Saúde Coletiva (Barueri)**, [S.L.], v. 10, n. 58, p. 3875-3884, 24 nov. 2020. MPM Comunicação.
<http://dx.doi.org/10.36489/saudecoletiva.2020v10i58p3875-3884>.
- BACELAR A.; PINTO JR, L. R. Insônia: do diagnóstico ao tratamento. **São Caetano do Sul: Diffusion**, p. 17-27, 2019.
- BAHARI F., et al. Model-based analysis and forecast of sleep-wake regulatory dynamics: Tools and applications to data. **Chaos**. 2021 Jan;31(1):013139. doi: 10.1063/5.0024024. PMID: 33754773; PMCID: PMC7837756.
- BERRYHILL S., et al. Effect of wearables on sleep in healthy individuals: a randomized crossover trial and validation study. **J Clin Sleep Med**. 2020 May 15;16(5):775-783. doi: 10.5664/jcsm.8356. Epub 2020 Feb 11. PMID: 32043961; PMCID: PMC7849816.
- BEZERRA ALVES H.; BEZERRA ALVES H.; BARROS DE MELO P. Y. A qualidade do sono em idosos ativos. **Saúde Coletiva (Barueri)**, [S. l.], v. 10, n. 58, p. 3875–3884, 2020. doi: 10.36489/saudecoletiva.2020v10i58p3875-3884.
- BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 466, de 12 de Dezembro de 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>.
- BUYSSE D. J. et al. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. **Psychiatry research**, v. 28, n. 2, p. 193-213, 1989.
- BUBBICO G., et al. Subjective Cognitive Decline and Nighttime Sleep Alterations, a Longitudinal Analysis. **Front Aging Neurosci**. 2019 Jul 2;11:142. doi: 10.3389/fnagi.2019.00142.
- CALDAS V. V. A. Tradução, adaptação cultural e avaliação psicométrica da Prova Cognitiva de Leganés em uma população idosa brasileira com baixo nível de escolaridade. 2011. 82f. **Dissertação (Mestrado em Fisioterapia)** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.
- COOK J.D., et al. Utility of the Fitbit Flex to evaluate sleep in major depressive disorder: A comparison against polysomnography and wrist-worn actigraphy. **J Affect Disord**. 2017 Aug 1;217:299-305. doi: 10.1016/j.jad.2017.04.030. Epub 2017 Apr 19.
- DE FAZIO R., et al. Methodologies and Wearable Devices to Monitor Biophysical Parameters Related to Sleep Dysfunctions: An Overview. **Micromachines (Basel)**. 2022 Aug 17;13(8):1335. doi: 10.3390/mi13081335. PMID: 36014257; PMCID: PMC9412310.
- ESPIRITO-SANTO H., et al. Validation of the geriatric sleep questionnaire. **Sleep Medicine**. 2021. Volume 88, Pages 162-168, ISSN 1389-9457. doi.org/10.1016/j.sleep.2021.10.022.
- FILHO O.L.L., et al. Manual – Avaliação do Sono. Um guia básico sobre como avaliar o sono. 2024. Acessado em: Dezembro de 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382968787_Manual_de_Avaliacao_do_Sono_-_Guia_basico_sobre_como_avaliar_o_sono.

GRASSLER B., et al. Relationship between Resting State Heart Rate Variability and Sleep Quality in Older Adults with Mild Cognitive Impairment. **Int J Environ Res Public Health**. 2021 Dec 17;18(24):13321. doi: 10.3390/ijerph182413321. PMID: 34948937; PMCID: PMC8703743.

HAGHAYEGH S, et al. Accuracy of Wristband Fitbit Models in Assessing Sleep: Systematic Review and Meta-Analysis. **J Med Internet Res**. 2019 Nov 28;21(11):e16273. doi: 10.2196/16273. PMID: 31778122; PMCID: PMC6908975.

HSIEH C.-J., et al. Association of subclinical depressive symptoms and sleep with cognition in the community-dwelling older adults. **Journal Of The Formosan Medical Association**, [S.L.], v. 122, n. 8, p. 790-799, ago. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfma.2023.03.005>.

KAWASAKI Y., et al. Evaluation of Sleep Parameters and Sleep Staging (Slow Wave Sleep) in Athletes by Fitbit Alta HR, a Consumer Sleep Tracking Device. **Nat Sci Sleep**. 2022 Apr 26;14:819-827. doi: 10.2147/NSS.S351274. PMID: 35502231; PMCID: PMC9056106.

KAINEC K.A., et al. Evaluating Accuracy in Five Commercial Sleep-Tracking Devices Compared to Research-Grade Actigraphy and Polysomnography. **Sensors (Basel)**. 2024 Jan 19;24(2):635. doi: 10.3390/s24020635. PMID: 38276327; PMCID: PMC10820351.

KIM J.H., ELKHADEM A.R., DUFFY J.F. Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders in Older Adults. **Sleep Med Clin**. 2022 Jun;17(2):241-252. doi: 10.1016/j.jsmc.2022.02.003. PMID: 35659077; PMCID: PMC9181175.

LIAO H., et al. Correlation between Sleep Time, Sleep Quality, and Emotional and Cognitive Function in the Elderly. **Biomed Res Int**. 2022 May 14;2022:9709536. doi: 10.1155/2022/9709536. PMID: 35607303; PMCID: PMC9124129.

LIM S.E., et al. Validation of Fitbit Inspire 2™ Against Polysomnography in Adults Considering Adaptation for Use. **Nat Sci Sleep**. 2023 Feb 28;15:59-67. doi: 10.2147/NSS.S391802. PMID: 36879665; PMCID: PMC9985403.

LOU Z., et al. Reviews of wearable healthcare systems: Materials, devices and system integration. **Materials Science and Engineering: R: Reports**. Vol. 140, April 2020, 100523.

MANSUKHANI M.P., et al. International Classification of Sleep Disorders 2 and American Academy of Sleep Medicine Practice Parameters for Central Sleep Apnea. **Sleep Med Clin** 9 (2014) 1–11 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsmc.2013.10.006>.

MILLER, D. J. et al. A Validation of Six Wearable Devices for Estimating Sleep, Heart Rate and Heart Rate Variability in Healthy Adults. **Sensors**, [S.L.], v. 22, n. 16, p. 6317, 22 ago. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s22166317>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Você já teve insônia? Saiba que 72% dos brasileiros sofrem com alterações no sono. **Ministério da saúde**, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/marco/voce-ja-teve-insonia-saiba-que-72-dos-brasileiros-sofrem-com-alteracoes-no-sono>. Publicado em: 17/03/2023 11h46.

MOLLAYEVA T., et al. The Pittsburgh sleep quality index as a screening tool for sleep dysfunction in clinical and non-clinical samples: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev.* 2016 Feb;25:52-73. doi: 10.1016/j.smrv.2015.01.009. Epub 2015 Feb 17. PMID: 26163057.

MONK, TH., et al. Timing, Duration and Quality of sleep, and Level of Daytime sleepiness in 1166 Retired seniors. **Healthy Aging Clin Care Elder.** 2012 Nov 21;4:33-40. doi: 10.4137/HACCE.S10596. PMID: 25045283; PMCID: PMC4102144.

MORENO-PINO F., et al. Validation of Fitbit Charge 2 and Fitbit Alta HR Against Polysomnography for Assessing Sleep in Adults With Obstructive Sleep Apnea. *J Clin Sleep Med.* 2019 Nov 15;15(11):1645-1653. doi: 10.5664/jcsm.8032. NASCIMENTO, EFA. et al. Sleep in the context of the quality of life of the elderly. **Rev Min Enferm.** 2020.

NEVES, SMLN., et al. Transtornos do Sono: Atualização (1/2). **Revista Brasileira de Neurologia.** Volume 53, Nº 3,19-30, Jul/Agô/Set. 2017.

OJALVO D., et al. A useful tool or a new challenge? Hand-wrist-worn sleep trackers in patients with insomnia. *J Sleep Res ;* 32(5): e13883, 2023 10.

RODRIGUES, E. Desenvolvimento, validação e aplicabilidade clínica de uma plataforma de monitoramento remoto para análise da variabilidade de frequência cardíaca. Tese (Doutorado em Fisioterapia) – **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, 2023.

RODRIGUES E., et al. HRV Monitoring Using Commercial Wearable Devices as a Health Indicator for Older Persons during the Pandemic. **Sensors (Basel).** 2022 Mar 4;22(5):2001. doi: 10.3390/s22052001. PMID: 35271148; PMCID: PMC8915092.

RODRIGUES, E., et al. The Sênior Mobile Health Platform. 20XX IEEE, 2020.

ROTH T. Insomnia: definition, prevalence, etiology, and consequences. *J Clin Sleep Med.* 2007 Aug 15;3(5 Suppl):S7-10. PMID: 17824495; PMCID: PMC1978319.

SATEIA, M.J. International Classification of Sleep Disorders-Third Edition: Highlights and Modifications. *journal.publications.chestnet.org.* revision accepted June 16, 2014. DOI: 10.1378/chest.14-0970.

SCHUTTE-RODIN S. Diretriz clínica para avaliação e tratamento da insônia crônica em adultos. *J Clin Sleep Med.* 2008 ;4(5):487–504.

SCOTT A.J., et al. Improving sleep quality leads to better mental health: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Sleep Med Rev.* 2021 Dec;60:101556. doi: 10.1016/j.smrv.2021.101556. Epub 2021 Sep 23. PMID: 34607184; PMCID: PMC8651630.

THORPY M.J. Classification of sleep disorders. **Neurotherapeutics.** 2012 Oct;9(4):687-701. doi: 10.1007/s13311-012-0145-6. PMID: 22976557; PMCID: PMC3480567.

XU X, WANG J, CHEN G. Circadian cycle and neuroinflammation. **Open Life Sci.** 2023 Oct 17;18(1):20220712. doi: 10.1515/biol-2022-0712. PMID: 37872969; PMCID: PMC10590615.

ZITSER J., et al. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) responses are modulated by total sleep time and wake after sleep onset in healthy older adults. PLoS One. 2022 Jun 24;17(6): e0270095. doi: 10.1371/journal.pone.0270095. PMID: 35749529; PMCID: PMC9232154.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo De Consentimento Livre E Esclarecido – TCLE

Prezado, o senhor (a) está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada: **TECNOLOGIA VESTÍVEL NO RASTREIO DAS SÍNDROMES GERIÁTRICAS** sob a responsabilidade de: Dianna Livia da Silva Costa e da orientadora Eujessika K. Rodrigues Silva, de forma totalmente voluntária.

Antes de decidir sobre sua permissão para a participação na pesquisa, é importante que entenda a finalidade da mesma e como ela se realizará. Portanto, leia atentamente as informações que seguem.

O objetivo principal da presente pesquisa é investigar a efetividade da tecnologia vestível no rastreamento da Síndrome da Fragilidade em idosos. Ainda, tem como objetivos: Identificar o nível de atividade física de idosos; Rastrear a função cognitiva dos usuários; Investigar a velocidade da marcha de idosos; Analisar aspectos relacionados ao sono dos idosos; Investigar presença de noctúria em idosos; Avaliar a variabilidade de frequência cardíaca de idosos; Investigar Atividades Básicas de Vida Diária; Atividades Instrumentais de Vida Diária e Capacidade Funcional em idosos; Investigar a relação entre as variáveis obtidas através da tecnologia vestível e o fenótipo de Fried. Propor um modelo de predição de Síndrome da Fragilidade; investigar critérios de usabilidade da tecnologia vestível dos usuários.

Essa temática é de extrema importância para incentivar criação de novos modelos de assistência voltados ao monitoramento, diagnóstico e intervenção no âmbito da saúde, para o idoso.

Todos os participantes da pesquisa serão avaliados através de questionários de avaliação de condições de saúde para idosos, dinamômetro, fita métrica, balança, para entendermos as condições de saúde geral dos nossos participantes, mantendo sempre a segurança e o cuidado com todos os envolvidos. Em seguida, será entregue ao participante da pesquisa um relógio da Fitbit, que deverá ser alocado no pulso esquerdo e em contato próximo com a pele. O voluntário nesta pesquisa será aconselhado em fazer uso do dispositivo vestível 24 horas por um período e seguir a sua rotina diária normal, sendo permitido a retirada do dispositivo em alguns momentos, desde que não comprometa a aquisição e perda de 24 horas de dados. Essa semana de uso do relógio fornecerão dados sobre FC, sono, número de passos e minutos ativos do paciente, que irão compor um *baseline*, para que o indivíduo seja avaliado o comportamento destas variáveis em seu estado rotineiro. Após os sete dias, o idoso será novamente avaliado

sobre nível de atividade física, autorrelato de frequência urinária noturna e usabilidade quanto ao uso da tecnologia.

Ao voluntário na pesquisa não haverá nenhum risco ou desconforto, só caberá a autorização para responder aos questionários e os testes. Apenas com sua autorização realizaremos a coleta dos dados, seguindo as conformidades da Resolução CNS 466/12/CNS/MS. Por se tratar de um dispositivo minimamente invasivo, sendo utilizado pela maioria da população em sua forma mais comum, como um relógio de pulso, entendemos que os riscos para questões de usabilidade dessa tecnologia serão mínimos. A probabilidade de intercorrências que, de alguma forma, venham a prejudicar os usuários que utilizarão o relógio inteligente, aproxima-se do valor zero, podendo, apenas, o usuário se sentir constrangido por estar sendo monitorado em toda a sua rotina, porém, garantiremos toda a confidencialidade desse monitoramento para minimizar possível constrangimento.

Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial, cumprindo as exigências da Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

O voluntário poderá recusar-se a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer fase da realização da pesquisa ora proposta, não havendo qualquer penalização ou prejuízo. O participante terá assistência e acompanhamento durante o desenvolvimento da pesquisa de acordo com Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

Os dados individuais serão mantidos sob sigilo absoluto e será garantida a privacidade dos participantes, antes, durante e após a finalização do estudo. Será garantido que o participante da pesquisa receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário. Todos os possíveis encargos financeiros, se houver, ficarão a sob a responsabilidade do pesquisador dessa pesquisa. Garantiremos o ressarcimento de qualquer custo caso o participante tiver algum prejuízo financeiro e também asseguramos indenização ao participante, se ocorrer algum dano não previsível decorrente da pesquisa.

Os resultados da pesquisa poderão ser apresentados em congressos e publicações científicas, sem qualquer meio de identificação dos participantes, no sentido de contribuir para ampliar o nível de conhecimento a respeito das condições estudadas. (Res. 466/2012, IV. 3. g. e. h.).

Em caso de dúvidas, você poderá obter maiores informações entrando em contato com Karoline Andrade Gonzaga através do número (83) 9 8185-4903 ou com Eujessika Rodrigues através dos telefones (83) 9 9155-3773 ou através do e-mail: eujessika.rodrigues@nutes.uepb.edu.br. Caso suas dúvidas não sejam resolvidas pelos pesquisadores ou seus direitos sejam negados, favor recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa, localizado no 2º andar, Prédio Administrativo da Reitoria da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Telefone 3315 3373, e-mail: cep@uepb.edu.br e da CONEP (quando pertinente) e da CONEP (quando pertinente).

CONSENTIMENTO

Após ter sido informado sobre a finalidade da pesquisa **TECNOLOGIA VESTÍVEL NO RASTREIO DAS SÍNDROMES GERIÁTRICAS** e ter lido os esclarecimentos prestados no presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, eu _____ autorizo a participação no estudo, como também dou permissão para que os dados obtidos sejam utilizados para os fins estabelecidos, preservando a nossa identidade. Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do pesquisador.

Campina Grande, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO GERIÁTRICA**Questionário De Avaliação Geriátrica**

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade: _____ Profissão: _____

Sexo: () Feminino () Masculino Altura: _____ Peso: _____

Situação conjugal: Solteiro () Casado () Viúvo () Divorciado ()

Endereço: _____

Nº _____ Bairro: _____ Cidade: _____

Comorbidades: () cardiopatia () hipertensão () diabetes mellitus () reumatismo () depressão
() _____ osteoporose;
outros/quais: _____

Anos de escolaridade: _____

Medicamentos: _____

Contato: _____

Possui smartphone? Sim () Não ()

Se a resposta for não, nome do responsável e parentesco: _____

Quantidade de filhos: _____ Idade que teve o 1º filho: _____ Idade da menopausa: _____

Raça: _____

Circunferência abdominal: _____

Circunferência da panturrilha (pct em pé): Perna esquerda _____ Perna direita _____

Teve Covid-19? _____ Ficou internado quantos dias? _____

Exposição a tela (antes de dormir): () Sim () Não Horas (tempo total do dia): _____

Mora sozinho: () Sim Não ()

ANEXO A - RASTREIO COGNITIVO PROVA COGNITIVA DE LEGANÉS

Rastreio Cognitivo Prova Cognitiva De Leganés

Você deve responder essas perguntas sozinhas sem ajuda de outra pessoa.

- Qual é a data de hoje? () Correto () Incorreto
- Que horas são? () Correto () Incorreto
(+ / - 2 horas)
- Que dia da semana estamos? () Correto () Incorreto
- Qual é o seu endereço completo? () Correto () Incorreto
- Em que bairro nós estamos? () Correto () Incorreto
- Que idade você tem? () Correto () Incorreto
- Qual é sua data de nascimento? () Correto () Incorreto
- Qual é a idade e o nome do(a) filho (a) mais novo da sua mãe?
() Correto () Incorreto

Menos de 4 pontos nessa primeira parte, pode ser fator pra retirar o paciente.

Considerando a escala toda, 22 é o ponto de corte pra retirar o paciente.

TOTAL: _____

“Nesse momento vou mostrar algumas imagens e vou lhe perguntar o que elas representam para você.”

Mostre as imagens ao participante e marque se a resposta é correta ou não.

- Vaca () Correto () Incorreto
- Barco () Correto () Incorreto
- Colher () Correto () Incorreto
- Avião () Correto () Incorreto
- Garrafa () Correto () Incorreto
- Caminhão () Correto () Incorreto

TOTAL: _____

Agora vou repetir todos os objetos para você olhar. “Você pode me dizer os objetos que você viu, por favor?”

- Vaca () Correto () Incorreto
- Barco () Correto () Incorreto
- Colher () Correto () Incorreto
- Avião () Correto () Incorreto

Garrafa () Correto () Incorreto

Caminhão () Correto () Incorreto

TOTAL: _____

“Vou lhe contar uma história. Você vai ficar atenta, porque só vou contar uma vez. Quando eu terminar, depois de alguns segundos, vou lhe perguntar e quero que você repita o que aprendeu. A história é:

“Três crianças estavam sozinhas em casa quando começou a incendiar. Um bravo bombeiro chegou a tempo, entrou pela janela, chegou dentro de casa e levou as crianças para um lugar seguro. Salvo alguns cortes e arranhões as crianças ficaram sãs e salvas.”

Depois de dois minutos peça ao participante para dizer o que ele entendeu da história.

Três crianças () Correto () Incorreto

Incêndio () Correto () Incorreto

Bombeiro que entrou () Correto () Incorreto

Crianças foram Socorridas () Correto () Incorreto

Cortes e arranhões () Correto () Incorreto

Sãs e salvas () Correto () Incorreto

TOTAL: _____

5 minutos depois de mostrar as imagens (durante esse tempo, você pode medir a pressão arterial do participante, a preensão manual).

“Você pode repetir os objetos que você viu a poucos minutos?”

Vaca () Correto () Incorreto

Barco () Correto () Incorreto

Colher () Correto () Incorreto

Avião () Correto () Incorreto

Garrafa () Correto () Incorreto

Caminhão () Correto () Incorreto

TOTAL: _____

TOTAL GERAL: _____

**ANEXO B - ÍNDICE DE QUALIDADE DE SONO DE PITTSBURGH VERSÃO EM
PORTUGUÊS DO BRASIL (PSQI-BR)**

Índice De Qualidade De Sono De Pittsburgh Versão Em Português Do Brasil (PSQI-BR)

INSTRUÇÕES:

As seguintes perguntas são relativas aos seus hábitos usuais de sono durante os últimos dias somente. Suas respostas devem indicar a lembrança mais exata da maioria dos dias e noites nos últimos dias. Por favor, responda a todas as perguntas.

1. Durante os últimos dias, quando você geralmente foi para a cama à noite?

Hora usual de deitar-se _____

2. Durante o último mês, quanto tempo (em minutos) você geralmente levou para dormir à noite?

Número de minutos _____

3. Durante os últimos dias, quando você geralmente se levantou de manhã?

Hora usual de levantar-se _____

4. Durante os últimos dias, quantas horas de sono você teve por noite? (Este pode ser diferente do número de horas que você ficou na cama).

Horas de sono por noite _____

Para cada uma das questões restantes, marque a melhor (uma) resposta. Por favor, responda a todas as questões.

5. Durante os últimos dias, com que frequência você teve dificuldade de dormir porque você...

(a) Não conseguiu adormecer em até 30 minutos

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(b) Acordou no meio da noite ou de manhã cedo

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(c) Precisou levantar-se para ir ao banheiro

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(d) Não conseguiu respirar confortavelmente

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(e) Tossiu ou roncou forte

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(f) Sentiu muito frio

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(g) Sentiu muito calor

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(h) Teve sonhos ruins

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(i) Teve dor

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(j) Outra(s) razão(ões), por favor descreva _____

_____.

Com que frequência, durante os últimos dias, você teve dificuldade para dormir devido a essa razão?

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

6. Durante os últimos dias, como você classificaria a qualidade do seu sono de uma maneira geral?

Muito boa _____

Boa _____

Ruim _____

Muito ruim _____

7. Durante os últimos dias, com que frequência você tomou medicamento (prescrito ou “por conta própria”) para lhe ajudar a dormir?

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

8. Nos últimos dias, com que frequência você teve dificuldade de ficar acordado enquanto dirigia, comia ou participava de uma atividade social (festa, reunião de amigos, trabalho, estudo)?

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

9. Durante os últimos dias, quão problemático foi para você manter o entusiasmo (ânimo) para fazer as coisas (suas atividades habituais)?

Nenhuma dificuldade _____

Um problema muito leve _____

Um problema razoável _____

Um problema muito grande _____

10. Você tem um(a) parceiro [esposo(a)] ou colega de quarto?

Não _____

Parceiro ou colega, mas em outro quarto _____

Parceiro no mesmo quarto, mas não na mesma cama _____

Parceiro na mesma cama _____

Se você tem um parceiro ou colega de quarto, pergunte a ele/ela com que frequência nos últimos dias você teve ...

(a) Ronco forte

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(b) Longas paradas na respiração enquanto dormia

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(c) Contrações ou puxões nas pernas enquanto você dormia

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(d) Episódios de desorientação ou confusão durante o sono

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

(e) Outras alterações (inquietações) enquanto você dorme; por favor, descreva

Nenhuma no último mês _____

Menos de 1 vez/ semana _____

1 ou 2 vezes/ semana _____

3 ou mais vezes/ semana _____

Classificado para pesquisa: () SIM () NÃO

E-mail:

Senha:

