



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE, AMBIENTE E TRABALHO

VANESSA SANTOS CARVALHO

**ACURÁCIA DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONE NA
MEDIÇÃO DE RUÍDO AMBIENTAL E OCUPACIONAL**

Salvador

2024

VANESSA SANTOS CARVALHO

ACURÁCIA DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONE NA MEDIÇÃO DE RUÍDO AMBIENTAL E OCUPACIONAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho da Faculdade de Medicina da Bahia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para conclusão do Curso de Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho.

Área de Concentração: Saúde e Trabalho

Orientadora: Profa Dra. Ana Paula Corona

Coorientadora: Profa Dra. Tatiane Costa Meira

Salvador

2024

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). Acurácia de Aplicativos para Smartphone na Medição de Ruído Ambiental e Ocupacional, financiado por Bolsa de estudos fornecida pela Universidade Federal da Bahia, por um período de quatro meses.

Ficha catalográfica

Carvalho, Vanessa Santos.

C331 Acurácia de aplicativos para smartphone na medição de ruído ambiental e ocupacional / Vanessa Santos Carvalho. – Salvador, 2024.

124 f.: il.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Corona.

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Tatiane Costa Meira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Saúde Ambiente e Trabalho, Salvador, 2024.

Inclui anexos e apêndices.

1. Medição de ruído. 2. Precisão da medição dimensional. 3. Aplicativos móveis. 4. Saúde do trabalhador. I. Corona, Ana Paula. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina da Bahia. III. Título.

CDU (2007): 614

VANESSA SANTOS CARVALHO

ACURÁCIA DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONE NA MEDIÇÃO DE RUÍDO AMBIENTAL E OCUPACIONAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho da Faculdade de Medicina da Bahia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para conclusão do Curso de Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho.

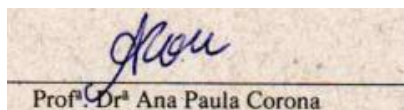
Área de Concentração: Saúde e Trabalho

Orientadora: Profa Dra. Ana Paula Corona

Coorientadora: Profa Dra. Tatiane Costa Meira

Banca Examinadora

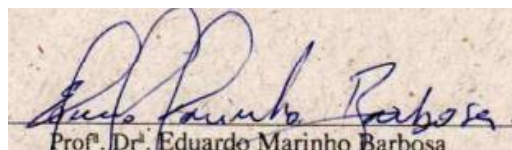
Ana Paula Corona, Orientadora



Prof.^a Dr.^a Ana Paula Corona

Doutora em Medicina e Saúde pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia
Universidade Federal da Bahia

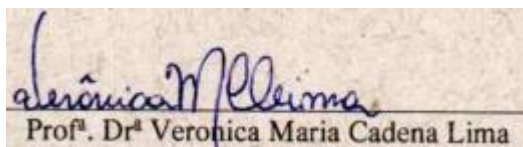
Eduardo Marinho Barbosa



Prof.^a Dr.^a Eduardo Marinho Barbosa

Doutor em Saúde Pública pelo Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia
Instituto Federal da Bahia

Veronica Maria Cadena Lima



Prof.^a Dr.^a Veronica Maria Cadena Lima

Doutora em Estatística pela University of Leeds
Universidade Federal da Bahia

Dedico este trabalho a todos os estudantes da rede pública de ensino que, assim como eu, acreditaram ser possível alcançar uma trajetória acadêmica em uma Universidade Federal, mesmo tendo sido graduada em faculdade privada graças às políticas sociais.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por terem criado a base que me permitiu estar aqui.

A minha irmã Vania e ao meu esposo Edmilson, pela compreensão e dedicação à Sofia Rosa durante os meus momentos de ausência.

A minha orientadora, pelo incentivo, estímulo e contribuições, que me ensinaram a arte de pesquisar.

A coorientadora professora Tatiane pelo auxílio ao longo de todo o projeto e pelo olhar atento nas correções.

A professora Maria Lúcia pelo apoio e empréstimo do sonômetro, possibilitando assim a execução desse trabalho.

A professora Verônica Cadena, pela dedicação e paciência durante a análise estatística.

A IBPC, em especial aos engenheiros Jarilson Santana e Marcus Vinicius, pela compreensão nos momentos de ausência do posto de trabalho e por permitirem a implementação desta pesquisa.

À equipe de QSMS da IBPC (Mariusa e Nadjane), pelo apoio durante minhas ausências ao longo do curso e pela parceria durante o período de coleta dos dados.

Aos familiares e amigos, por compreenderem minha ausência em diversos momentos importantes.

E a todas as pessoas que, de alguma forma, colaboraram para que esse trabalho fosse viabilizado.

Conhecer os níveis de ruído que nos cercam não deve ser privilégio para especialistas, mas sim, um direito de todos.

CARVALHO, Vanessa Santos. *Acurácia de aplicativos para smartphone na medição de ruído ambiental e ocupacional*. 2024. 124 p. Orientador: Ana Paula Corona. Dissertação Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho – Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

RESUMO

Introdução: O ruído é um dos principais desafios tanto na saúde ocupacional quanto no meio ambiente, com impactos significativos nos aspectos sociais e fisiológicos, comprometendo a comunicação, a segurança, a saúde e a qualidade de vida das pessoas. Embora os dispositivos regulamentados sejam amplamente empregados para monitorar os níveis de ruído, seu alto custo e a complexidade no manuseio dificultam o acesso tanto por parte dos trabalhadores informais quanto da população em geral. Como alternativa, aplicativos para smartphones têm se apresentado como ferramentas práticas e acessíveis para a medição dos níveis de ruído. No entanto, estudos anteriores não demonstram um consenso quanto à precisão desses aplicativos, o que limita sua confiabilidade para uso em diferentes contextos. **Objetivo:** Investigar a acurácia de aplicativos para smartphones na medição de ruído ambiental e ocupacional, em comparação com instrumento padronizado. **Método:** Foi realizada uma revisão sistemática nas bases de dados PubMed, Lilacs e Medline, utilizando os descritores *noise measurement*, *mobile applications*, *noise meters* e *accuracy*. As informações das publicações incluídas foram analisadas de forma descritiva. Complementarmente, foi conduzido um estudo de validade de critério de seis aplicativos, pertencentes a diferentes sistemas operacionais, em um ambiente não controlado, em comparação com um sonômetro calibrado, instrumento padrão ouro. As medições foram realizadas em quatro diferentes marcas de smartphones, totalizando 12 pares de medições. A acurácia dos aplicativos foi analisada com base nas diferenças entre as medições e na correlação entre os resultados obtidos pelos aplicativos e pelo sonômetro calibrado. **Resultados:** Na revisão sistemática identificou-se 38 publicações e foram incluídas 16, as quais analisaram a acurácia de 43 aplicativos. Na plataforma iOS, os aplicativos *Sound Meter Pro*, *SPLnFFT*, *Noisee* e *SLA Lite* demonstraram precisão na mensuração de ruído ambiental e ocupacional. Na plataforma Android, o *Audio Tool*, quando utilizado com microfone externo e calibrado, foi o único preciso dentre os investigados. Os achados revelaram ainda que não há consenso entre os estudos que avaliaram o mesmo aplicativo. O estudo de validade de critério revelou que somente os aplicativos para smartphone *Sound Analyzer App*, no aparelho Samsung, e *SmarterNoise*, no aparelho Xiaomi, demonstraram boa precisão na medição de ruído ocupacional. **Discussão:** Os aplicativos para smartphone são precisos na mensuração de ruído ocupacional e ambiental, sendo esta precisão influenciada por acessórios e smartphone utilizados. Apesar de não substituírem os instrumentos padronizados, esses aplicativos podem ser ferramentas úteis, acessíveis e de baixo custo para a triagem da exposição ao ruído, autovigilância e na mensuração de ruído em estudos epidemiológicos.

Palavras-chave: acurácia, aplicativo para smartphone, medição de ruído

ABSTRACT

Introduction: Noise is a major challenge for both occupational health and the environment, with significant impacts on social and physiological aspects, compromising communication, safety, health and quality of life. Although regulated devices are widely used to monitor noise levels, their high cost and complexity in handling make them difficult for both informal workers and the general population to access. As an alternative, smartphone applications have been presented as practical and accessible tools for measuring noise levels. However, previous studies do not demonstrate a consensus regarding the accuracy of these applications, which limits their reliability for use in different contexts. **Objective:** To investigate the accuracy of smartphone applications in measuring environmental and occupational noise, compared to a standardized instrument. **Method:** A systematic review was carried out in the PubMed, Lilacs and Medline databases, using the descriptors noise measurement, mobile applications, noise meters and accuracy. The information from the included publications was analyzed descriptively. Additionally, a criterion validity study was conducted on six applications, belonging to different operating systems, in an uncontrolled environment, in comparison with a calibrated sound level meter, the gold standard instrument. Measurements were performed on four different brands of smartphones, totaling 12 pairs of measurements. The accuracy of the applications was analyzed based on the differences between the measurements and the correlation between the results obtained by the applications and the calibrated sound level meter. **Results:** The systematic review identified 38 publications and included 16, which analyzed the accuracy of 43 applications. On the iOS platform, the applications Sound Meter Pro, SPLnFFT, Noisee and SLA Lite demonstrated accuracy in measuring environmental and occupational noise. On the Android platform, Audio Tool, when used with an external and calibrated microphone, was the only accurate one among those investigated. The findings also revealed that there is no consensus among the studies that evaluated the same application. The criterion validity study revealed that only the smartphone applications Sound Analyzer App, on the Samsung device, and SmarterNoise, on the Xiaomi device, demonstrated good accuracy in measuring occupational noise. **Discussion:** Smartphone applications are accurate in measuring occupational and environmental noise, and this accuracy is influenced by accessories and smartphones used. Although they do not replace standardized instruments, these applications can be useful, accessible and low-cost tools for screening noise exposure, self-monitoring and measuring noise in epidemiological studies.

Keywords: accuracy, smartphone app, noise measurement

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Ruído contínuo	16
Figura 2	Ruído intermitente	16
Figura 3	Ruído de impacto	16
Quadro 1	Limites de níveis de pressão sonora em função do tipo de área habitada e do período	21
Quadro 2	Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com a sua finalidade de uso	22
Quadro 3	Configuração de medidores de ruído	25
Figura 4	Esquema ilustrativo da diferença entre validade e precisão	29
Figura 5	Fluxograma de estratégia de busca	39
Tabela 1	Caracterização dos estudos incluídos na revisão sistemática	39
Quadro 4	Características dos aplicativos para smartphone investigados nos estudos incluídos na revisão sistemática	42
Quadro 5	Caracterização dos aplicativos selecionados nas lojas virtuais	54
Figura 6	Smartphone com microfone na parte traseira	56
Figura 7	Smartphone com microfone na parte inferior	56
Figura 8	Posicionamento dos instrumentos pareados durante a medição do ruído	58
Quadro 6	Mensuração, precisão e correlação dos aplicativos para smartphone na medição de ruído ocupacional em comparação com o instrumento padrão ouro	60
Figura 9	Mensuração do ruído ocupacional realizada pelos aplicativos <i>Sound Analyzer</i> no aparelho Samsung e <i>SmarterNoise</i> o Xiaomi em comparação ao instrumento padrão ouro (sonômetro tipo 2)	61
Figura 10	Diferença nas medições realizadas pelos aplicativos de plataforma Android, nos respectivos smartphones em comparação com o instrumento padrão ouro (sonômetro tipo 2)	62
Figura 11	Diferença nas medições realizadas pelos aplicativos testados no iPhone em comparação com o instrumento padrão ouro (sonômetro tipo 2)	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
IEC	International Electrotechnical Commission
ANSI	American National Standards Institute
FGV	Fundação Getúlio Vargas
Pa	Pascal
NPS	Nível de Pressão Sonora
dB	Decibel
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNVS	Política Nacional de Vigilância em Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
PNSTT	Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora
VISAT	Vigilância em Saúde do Trabalhador
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COSMIN	Consensus-based Standards for the Selection of Health Measurement Instruments
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
MeSH	Medical Subject Headings
RBC	Rede Brasileira de Calibração
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
CEP	Conselho de Ética em Pesquisa
NR	Norma Regulamentadora
NBR	Norma Brasileira
LAeq	Nível de pressão sonora equivalente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	RUIDO E SEUS EFEITOS NA SAÚDE DAS PESSOAS	15
2.2	VIGILÂNCIA NA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO	18
2.2.1	Vigilância na exposição ao ruído ocupacional	19
2.2.2	Vigilância na exposição ao ruído ambiental	21
2.3	INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO	23
2.4	AVANÇO TECNOLÓGICO COMO ESTRATÉGIA PARA MEDIÇÃO DE RUÍDO	26
2.5	VALIDADE DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE APOIO A ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS	28
3	OBJETIVOS	32
3.1	OBJETIVO GERAL	32
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
4	ARTIGO 1: Acurácia dos aplicativos para smartphone na medição de ruído ambiental e ocupacional: uma revisão sistemática	33
	RESUMO	33
	INTRODUÇÃO	34
	OBJETIVO	36
	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	36
	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	36
	ANÁLISE DE DADOS	37
	RESULTADOS	38
	DISCUSSÃO	43
	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	48
5	ARTIGO 2: Utilização de aplicativos para smartphone como estratégia para medição de ruído ocupacional	51
	RESUMO	51
	INTRODUÇÃO	52
	MÉTODOS	53
	RESULTADOS	59
	DISCUSSÃO	63
	REFERÊNCIAS	65
6	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICES	
	A – FORMULÁRIO DE PESQUISA	72
	B – SÍNTESE DOS APLICATIVOS TESTADOS PELOS ESTUDOS INCLUIDOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA	74
	C – SCRIPT DA ANÁLISE DOS DADOS	81
	D – ANÁLISES GRÁFICAS DOS APLICATIVOS PARA SMARTPHONE	103
	ANEXOS	
	A – LISTA DOS VINTE SMARTPHONES COM MAIOR TRÁFEGO DE DADOS NA WEB	105
	B – INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES DA REVISTA CODAS	106
	C – INSTRUÇÃO PARA O COLABORADOR DA REVISTA CIÊNCIA & SAÚDE COLETIVA	116

1. INTRODUÇÃO

O ruído é reconhecido como um dos maiores problemas de saúde ocupacional, presente nos diversos ambientes de trabalho. Em níveis elevados, pode produzir efeitos adversos que incluem desde interferência na comunicação, acidentes de trabalho, até efeitos na saúde do trabalhador e perdas auditivas irreversíveis (Peixoto e Ferreira, 2013; Saliba, 2023). Ibekwe e colaboradores (2015) acrescentam que o ruído é um perigo global, não apenas para a saúde ocupacional, como também ambiental, com considerável impacto social e fisiológico. Desta forma, é necessário o monitoramento regular dos níveis de ruído nos diversos ambientes, com o intuito de proporcionar condições seguras de trabalho e bem-estar.

A gestão eficaz das condições de trabalho, em se tratando de ruído, depende principalmente de medições precisas dos níveis sonoros. Isso pode ser realizado utilizando dispositivos regulamentados para este fim, como, por exemplo, os sonômetros - equipamentos utilizados para medir o nível de pressão sonora, popularmente conhecidos como decibelímetro e dosímetro (ABNT, 2020a; Peixoto e Ferreira, 2013; Saliba, 2023).

A Norma de Higiene Ocupacional (NHO 01), procedimento técnico que trata da avaliação da exposição ao ruído ocupacional no Brasil, assim como as Normas Técnicas Brasileiras (NBR) que tratam sobre medição e avaliação de ruído ambiental, especificam que os equipamentos utilizados na avaliação de ruído ocupacional ou ambiental, devem ter classificação mínima do tipo 2, seguindo especificações estabelecidos pelos padrões da *International Electrotechnical Commission* (IEC) e *American National Standards Institute* (ANSI) (Fundacentro, 2001; ABNT, 2020a). As características construtivas dos equipamentos, necessárias para atender aos requisitos normativos, podem torná-los inacessíveis para grande parte da população, não apenas devido ao elevado custo de aquisição, mas também pela complexidade no manuseio, configuração e interpretação adequada dos dados. Adicionalmente, deve-se considerar a falta de familiaridade com os conceitos de Higiene Ocupacional e as técnicas específicas de medição de ruído.

Diante deste cenário e com a evolução tecnológica dos dispositivos móveis, surgem os aplicativos para smartphone para medição de níveis de ruído, possibilitando o monitoramento do nível de som de forma simples e com baixo custo. No entanto, as evidências científicas sobre a precisão destes aplicativos para a medição de ruído ambiental e ocupacional, em comparação com instrumentos padronizados, são controversas e ainda não há clareza quanto à sua acurácia.

Na última década, essa temática tem sido amplamente explorada em estudos internacionais, nos quais diferentes abordagens metodológicas foram adotadas para avaliar a precisão de diversos aplicativos. Apesar dos avanços nesse campo, os resultados são inconsistentes, variando conforme os métodos aplicados e parâmetros analisados (Kenne et al., 2013; Kardous et al., 2013, 2014, 2016; Nast et al., 2014; Murphy e King, 2015, 2016; Ibekwe et al., 2015, 2016; Roberts et al., 2016, 2017; Serpanos et al., 2018, 2021; Blair et al., 2018; McLennon et al., 2019 e Crossley et al., 2021).

Essa controvérsia é evidente desde as primeiras investigações realizadas. Keene et al. (2013) e Nast et al. (2014) revelaram a imprecisão dos aplicativos para smartphone *dB Volume*, *Decibel X*, *Decibel Meter*, *Noise Meter*, *Sound Meter BT*, *Sound Meter ST*, *Advanced Decibel*, *SPL* e *SPLnFFT Noise Meter* na medição de ruído ambiental e ocupacional. Em contrapartida, Kardous e Shaw (2013) indicaram que alguns aplicativos, como o *Noise Hunter*, *NoiSee*, *SoundMeter* e *SPLnFFT*, foram capazes de medir o ruído com precisão, especialmente os aplicativos da plataforma iOS.

Diante das divergências nas conclusões dos estudos, da variedade de métodos utilizados e da inclusão de diferentes acessórios para a mensuração do ruído através de aplicativos para smartphone, novas investigações tornam-se necessárias, concentrando esforços principalmente na avaliação em condições reais de trabalho e em métodos que tenham maior potencial de uso em larga escala, como medições sem microfone externo e calibração.

Além disso, deve-se considerar a ampla difusão dos smartphones no mundo. De acordo com um relatório da Fundação Getúlio Vargas (FGV) de 2021, o Brasil conta com 440 milhões de dispositivos digitais, incluindo computadores, notebooks, tablets e smartphones. Especificamente em relação aos smartphones, o relatório aponta que há mais de um aparelho por habitante, totalizando 242 milhões de celulares em uso no país até o primeiro semestre de 2021 (Maireles, 2022), o que possibilita maior disponibilidade e praticidade para compreensão dos níveis de ruído, seja no âmbito profissional ou ambiental.

Desta forma, os achados do presente estudo podem colaborar para a síntese do conhecimento em relação a acurácia dos aplicativos para smartphone na medição de ruído ocupacional e ambiental, bem como contribuir com uma alternativa viável para os trabalhadores informais na medição dos níveis de ruído, auxiliando na autovigilância e na adoção de medidas protetivas. A população em geral também pode ser beneficiada com a identificação dos níveis de ruído

ambiental a que está exposta, possibilitando assim, reivindicações aos órgãos competentes visando uma melhor qualidade de vida. Além disso, os aplicativos para mensuração de ruído podem favorecer o desenvolvimento de estudos epidemiológicos neste campo de conhecimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para alcançar o objetivo proposto, é essencial construir uma base de conhecimento que possibilite uma melhor compreensão da área de estudo. Dessa forma, apresenta-se a seguir uma revisão de literatura sobre o ruído e seus efeitos na saúde das pessoas, além da vigilância na exposição ao ruído e os instrumentos utilizados para a mensuração da exposição. Por fim, será discutido o avanço tecnológico como estratégia para a medição do ruído e a validação dos instrumentos de medição.

2.1 RUÍDO E SEUS EFEITOS NA SAÚDE DAS PESSOAS

Ruído é uma palavra derivada do latim *rugitum*, que significa som, barulho, estrondo, rumor. Fisicamente, consiste em um movimento vibratório transmitido por meios sólidos, líquidos ou gasosos. Está presente cotidianamente nas atividades humanas e nos diversos ambientes de trabalho (Saliba, 2023).

Os termos ruído e som, apesar de serem usualmente considerados como palavras similares, se diferem um do outro, devido à sensação que causam ao ouvinte. Som está relacionado a sensações agradáveis como uma música ou conversa, ao tempo em que ruído é utilizado para descrever sons indesejáveis, como o funcionamento de uma máquina, tiro ou explosão (Saliba, 2023; Santos et al., 1996).

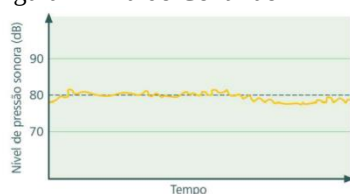
As principais características do ruído são: frequência, amplitude, timbre, variação no tempo (tipo) e intensidade (Maia, 2008; Santos et al., 1996). Frequência consiste na quantidade de oscilações de uma onda acústica em um intervalo de tempo, está dividida em baixa, média e alta frequência. Nas baixas frequências encontram-se os sons graves, ao passo em que a alta frequência abarca os sons agudos (Peixoto e Ferreira, 2013).

A amplitude, conforme Peixoto & Ferreira (2013), pode ser resumida como a maneira como o som é percebido. Consiste na dimensão de uma onda de som e o grau de movimento dessa propagação no ar, ou seja, quanto maior a amplitude da onda, mais intensamente as moléculas de ar atingem o tímpano e mais forte o som é percebido.

Timbre é a característica que possibilita o ouvinte distinguir sons de mesma frequência e mesma intensidade, emitidos por fontes sonoras diferentes. Através do timbre é possível reconhecer instrumentos musicais diversos (Peixoto e Ferreira, 2013).

Quanto à variação no tempo, o ruído pode ser do tipo contínuo, intermitente ou de impacto. O ruído contínuo (Figura 1) ocorre com pequenas variações dos níveis (até + ou - 3dB) durante o período observado, enquanto o intermitente (Figura 2) ocorre em intervalos de tempo, regulares ou não, em que a duração de cada um é superior a 1 segundo e sua variação é superior a + ou - 3dB. Já o ruído do tipo de impacto (Figura 3) é todo aquele que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, a intervalos superiores a um segundo (ABNT, 2014; Santos et al., 1996).

Figura 1 – Ruído Contínuo



Fonte: (Peixoto e Ferreira, 2013)

Figura 2 – Ruído Intermitente



Fonte: (Peixoto e Ferreira, 2013)

Figura 3 – Ruído de Impacto



Fonte: (Peixoto e Ferreira, 2013)

A intensidade, popularmente conhecida como volume, tem como parâmetros determinantes a amplitude, pressão efetiva e a energia transportada. Sua unidade de medida é Watt por metro quadrado (W/m^2) (Filho, 2012).

O nível de intensidade do som está relacionado ao nível de pressão sonora. Corresponde ao produto da pressão pela velocidade das partículas em um meio fluido, onde o quadrado da média de variação da pressão sonora é proporcional à intensidade sonora (Filho, 2012).

A pressão sonora consiste na variação de pressão atmosférica em relação a um valor de referência percebido pelo ouvido, tem como unidade de medida Pascal (Pa). A pressão sonora, através de uma medida logarítmica entre ela e um valor de referência, resulta no nível de pressão sonora - NPS (Santos et al., 1996), característica utilizada para traduzir o nível de ruído ao qual um indivíduo está exposto.

Um som ou ruído, para ser percebido, necessita se apresentar em nível compatível com o limiar de audibilidade humana. Limiar este que, para um ouvido normal, encontra-se na faixa de 16 a 20.000Hz (Santos et al., 1996), com nível de intensidade sonora em torno de 0 a 140 decibéis, dependendo da frequência do som (Peixoto e Ferreira, 2013).

Decibel (dB) é a escala utilizada para representar o nível de pressão sonora. Consiste em uma forma logarítmica de quantificar o volume, a intensidade e a pressão do som (Ibekwe et al., 2016), fenômeno físico que está presente não apenas em ambientes de trabalho, mas também

em locais como ruas, bares, restaurantes, escolas, entre outros, e com grande potencial para causar danos auditivos e extra-auditivos.

O ruído elevado pode se apresentar na forma de ruído ocupacional (aquele que ocorre em ambientes de trabalho), sons recreativos ou ruído ambiental. Apresenta-se como ruído elevado, aquele com intensidade superior a 80 dB, a qual é considerada insegura para exposição, com potencial de causar danos irreversíveis às pessoas (OMS, 2021).

Fora do ambiente de trabalho, o ruído ainda se apresenta como vilão para a população, principalmente nos centros urbanos. Perturbações sonoras advindas das indústrias instaladas nos eixos urbanos, atividades comerciais, tráfego de motocicletas, carros, eventos escolares, competições esportivas e eventos de ruas, são apenas alguns dos fatores que contribuem para os problemas ambientais relacionados ao ruído e afetam fortemente a qualidade de vida das pessoas.

Vários estudos apontam para os problemas associados à exposição continuada ao ruído, os quais perpassam os limites do ambiente de trabalho e se apresentam a nível global, destacando o impacto social e fisiológico que este agente de risco pode causar na comunidade (Ibekwe et al., 2016).

Os danos auditivos mais comuns causados pela exposição continuada ao ruído é a redução da capacidade auditiva, perda auditiva permanente (dificuldade para entender a fala no ruído), o zumbido (sensação subjetiva de som na ausência de um estímulo) e a hiperacusia (aumento de sensibilidade a sons altos) (Themann e Masterson, 2019). A Organização Mundial da Saúde estima que aproximadamente 16% das perdas auditivas registradas em adultos, resultam da exposição ao ruído ocupacional (OMS, 2021).

A OMS destaca que a perda auditiva é a terceira maior causa de deficiência em nível global, afetando pessoas de todas as faixas etárias e classes econômicas (OMS, 2021). E, ainda, estima que 1 trilhão de dólares são desperdiçados anualmente devido à incapacidade mundial em lidar de forma adequada com a perda auditiva. Este relatório indica um crescimento significativo no número de perdas auditivas em todo o mundo, onde se estima um aumento superior a 60% do número de pessoas com algum grau de perda auditiva até o ano de 2050, saindo de 1,5 bilhão de registros em 2021 para 2,5 bilhões em 2050 (OMS, 2021).

Para além dos custos financeiros, alguns aspectos que acompanham a perda auditiva não tratada são difíceis de serem mensurados, como a angústia causada pela perda de comunicação, educação e interação social (OMS, 2021).

Os efeitos do ruído vão além dos danos auditivos e podem afetar todo o sistema fisiológico do corpo humano e, portanto, causar danos adicionais chamados de efeitos extra-auditivos. Entre os danos extra-auditivos relatados em estudos epidemiológicos, Themann e Masterson (2019), apontam que a exposição ao ruído afeta a saúde cardiovascular, como hipertensão e doenças cardíacas, comprometimento cognitivo, risco de diabetes e obesidade, depressão, enxaqueca, aborrecimento, raiva, abstinência, ansiedade e agitação.

Peixoto e Ferreira (2013) destacam o ruído como um dos maiores problemas de saúde ocupacional presentes nos diversos ambientes de trabalho. A OMS aponta a exposição ao ruído intenso entre os três principais fatores desencadeadores de perda auditiva, estando ao lado de casos de otite média e presbiacusia, fatores de alta prevalência na população ao tempo em que, passíveis de prevenção e tratamento (OMS, 2021). A organização destaca ainda que 50% das pessoas com idade entre 12 e 35 anos estão em risco de perda auditiva devido à exposição a níveis inseguros de sons em ambientes recreativos (OMS, 2021).

Em se tratando de ruído ambiental, a OMS destaca que tal ruído é, na maioria dos casos, demasiadamente inferior aos níveis necessários para causar perda auditiva irreversível (OMS, 2021). No entanto, as pessoas expostas a esses níveis de ruído podem sofrer outros efeitos na saúde, incluindo aumento no risco de doença isquêmica do coração, hipertensão, distúrbios do sono, aborrecimento e deficiências cognitivas.

Nesse cenário, medidas de controle e vigilância para garantir condições seguras de trabalho, qualidade de vida e bem-estar das pessoas tornam-se urgentes e necessárias.

2.2 VIGILÂNCIA NA EXPOSIÇÃO A RUÍDO

Segundo o dicionário Michaelis (2023), vigilância é o ato ou efeito de vigiar, estado de quem age com atenção e precaução para evitar riscos e perigos. Pode ser entendido como cuidado, precaução ou prudência.

Em se tratando de saúde, ações de vigilância são prescritas pela Resolução 588/2018 do Conselho Nacional de Saúde, onde foi instituída a Política Nacional de Vigilância em Saúde

(PNVS). Tal documento é o norteador de ações de vigilância em saúde, caracterizando definições de responsabilidades, princípios, diretrizes e estratégias nas três esferas de gestão do Sistema Único de Saúde (SUS) (Brasil, 2021a; CNS, 2018).

No contexto da exposição a ruído, seja ele ambiental ou ocupacional, a vigilância também se faz presente. Tal ação encontra-se estabelecida em requisitos normativos e legislativos, os quais prescrevem formas e níveis de vigilância necessárias para ambientes corporativos, áreas circunvizinhas, ambientes residenciais e outros, que de alguma forma possam ser acometidos por níveis de ruído com potencial de causar danos ou agravos a saúde da população (ABNT, 2020a, 2020b; Brasil, 2022a).

2.2.1 Vigilância na exposição ao ruído ocupacional

No âmbito ocupacional, a Portaria de nº 1.823/2012, instituiu a Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora (PNSTT). Esta política tem como propósito, definir os princípios, diretrizes e estratégias para o desenvolvimento da atenção integral à saúde do trabalhador, com ênfase na vigilância, visando a promoção e a proteção da saúde da população trabalhadora e a redução da morbimortalidade decorrente dos modelos de desenvolvimento e dos processos produtivos (Brasil, 2012).

Entre os objetivos previsto na PNSTT, destaca-se o fortalecimento da Vigilância em Saúde do Trabalhador (VISAT), a qual busca almejar a qualidade de vida dos trabalhadores e da população circunvizinha, mediante ações de identificação dos fatores de riscos ambientais e intervenções nos ambientes e processos de trabalho (Brasil, 2012).

Em relação aos fatores de riscos ambientais, o ruído ocupacional – agente de risco físico, produzido dentro dos ambientes de trabalho, que afeta os trabalhadores que ali desenvolvem suas atividades (Maia, 2008) – é considerado um dos principais e mais frequentes riscos nos diversos ambientes e processos de trabalho. As normas regulamentadoras, estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, se apresentam como norteadoras de requisitos para proporcionar condições salubres no âmbito ocupacional, assim como vigilância em saúde (Brasil, 2022a; Saliba, 2023).

Dentre o ordenamento jurídico previsto nas normas regulamentadoras, a NR 9 trata da necessidade em realizar avaliações quantitativas das exposições ocupacionais aos agentes de riscos físico, químico e biológico. Tais avaliações devem ser realizadas no intuito de

dimensionar a exposição, comprovar o controle e ou subsidiar o equacionamento das medidas de prevenção adotadas pela organização (Brasil, 2021b).

Tal norma, com foco na prevenção de danos à Saúde do Trabalhador, faz referência ao nível de ação dos agentes de risco. Ou seja, aquela concentração ou intensidade acima da qual devem ser implementadas ações de controle sistemáticos, para minimizar a probabilidade de que as exposições ocupacionais ultrapassem os limites de tolerância (Brasil, 2021b).

Limite de tolerância, conforme a NR 15 (Brasil, 2022b), consiste na concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente de risco, que não causará danos à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral. Para o ruído ocupacional existem dois limites de tolerância: 85 dB(A) para oito horas de exposição a ruído do tipo contínuo ou intermitente, com nível de ação de 80 dB(A), e 130 dB (linear) para ruído do tipo impacto (Brasil, 2022b).

Em caso de extrapolação dos limites de tolerância, torna-se condição de insalubridade no exercício do trabalho em grau médio, assegurando ao trabalhador a percepção de adicional de 20% sobre o salário mínimo da região (Brasil, 2022b).

Vale salientar que o limite de tolerância não deve ser entendido como uma linha tênue segregando a existência ou inexistência do risco ruído, mas sim, como a grandeza de um risco aceitável ou não (Brasil, 2021b, 2022b). O simples fato do cumprimento da legislação não garante a prevenção de perdas auditivas ou outros danos à saúde do indivíduo.

Ainda no campo da prevenção, em consonância com as normas regulamentadoras número 9 e 1, a NR 7 contém parâmetros para monitoramento da exposição ocupacional a agentes nocivos à saúde, incluindo o ruído. Essa norma auxilia, entre outras coisas, na Vigilância da Saúde do Trabalhador, através do monitoramento da saúde e realização de exames audiométricos (Brasil, 2022c).

Adicionalmente às medidas de prevenção, a NR 17 norma que trata sobre ergonomia, estabelece nível máximo de ruído de 65 dB(A) para locais de trabalho com atividades que envolvam demandas cognitivas e atenção constante. É importante ressaltar que este parâmetro não se aplica às atividades operacionais ou linhas de produção (Brasil, 2021c).

Conforme as NR 15 e NR 9 os níveis de ruído devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de medição de nível de pressão sonora devidamente configurado e com leituras feitas próximas ao ouvido do trabalhador. Tal avaliação deve ser representativa da exposição ocupacional, compreendendo aspectos organizacionais e condições ambientais (Brasil, 2021b, 2022b).

2.2.2 Vigilância na exposição ao ruído ambiental

O ruído ambiental se difere do ocupacional pela origem do som. É aquele produzido por quaisquer atividades humanas que afetam o sossego público, como atividades recreativas, sociais, comerciais, políticas, entre outras (Maia, 2008).

Esse tipo de ruído é regulamentado no âmbito federal pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 01 de 1990, a qual faz alusão às Normas Técnicas Brasileiras NBR 10151 e NBR 10152 como norteadoras de critérios e padrões a serem estabelecidos para emissões de ruído em níveis não prejudiciais à saúde e ao sossego público em áreas habitadas e dentro de edificações (CONAMA, 1990).

A NBR 10151 é utilizada para avaliação sonora ambiental em áreas habitadas. A norma preconiza parâmetros para fins de estudo ou fiscalização de empreendimentos, instalações e eventos. Os limites de nível de pressão sonora em ambiente externos às edificações, conforme o tipo de área, varia de 35 a 70 dB, como pode ser visto no Quadro 1 (ABNT, 2020a).

Quadro 1 – Limites de níveis de pressão sonora em função do tipo de área habitada e do período

Tipos de áreas habitadas	RLAeq (dB)	
	Período Diurno	Período Noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial, urbana ou de hospitais, ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: (ABNT, 2020a)

A norma em referência detalha ainda que para avaliação em ambientes internos a edificações, quando transmissão sonora por via aérea, as medições devem ser realizadas com as esquadrias

abertas. Os resultados devem ser corrigidos para ambiente externo, conforme especificado na norma e comparados com o limite de ruído (RLAeq) previstos no quadro 1. Considera-se nível de ruído aceitável para ambiente interno de uma edificação, quando o LAeq ou o LR corrigido para o ambiente externo, for igual ou menor que limites estabelecidos (ABNT, 2020a).

Para avaliações ambientais dentro de edificações, com vistas a conforto acústico, utiliza-se como referência a NBR 10152, a qual estabelece níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações conforme a finalidade de uso do ambiente (Quadro 2), visando a preservação da saúde e bem-estar dos usuários (ABNT, 2020b).

Quadro 2 – Valores de referência para ambientes internos de uma edificação, de acordo com sua finalidade de uso

Finalidade de uso		Valor de referência		
		RLAeq (dB)	RLASmax (dB)	RLNC
Aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias	Áreas de check-in; Bilheterias	45	50	40
	Salas de embarque e circulações	50	55	45
Centros comerciais (shopping centers)	Circulações; Praças de alimentação	50	55	45
	Lojas	45	50	40
	Garagens	55	60	50
Clínicas e hospitais	Berçário; Centros cirúrgicos; consultórios; quartos individuais.	35	40	30
	Enfermarias; Quartos coletivos	40	45	35
	Laboratórios; Sala de espera	45	50	40
Culturais e lazer	Salões de festa; Templos religiosos pequenos ($\leq 600\text{m}^3$); Bibliotecas; Museus (exposições)	40	45	35
	Restaurantes	45	50	40
	Cinemas; Templos religiosos grandes ($> 600\text{m}^3$)	35	40	30
	Salas de concertos; Teatros	30	35	25
	Estúdios de gravação audiovisual	25	30	20
Educacionais	Circulações	50	55	45
	Berçário	40	45	35
	Salas de aula; Salas de músicas	35	40	30
Escritórios	Centrais de telefonia (call centers); Circulações	50	55	45
	Escritórios privativos (gerência, diretoria etc.); Salas de videoconferência	40	45	35
	Escritórios coletivos (open plan); Recepções; Salas de espera	45	50	40
	Salas de reunião	35	40	30
Esportes	Ginásios de esportes e academias de ginástica	45	50	40
Hotéis	Quartos individuais ou suítes; Salões de convenções	40	45	35
	Áreas de serviço	50	55	45
	Circulações	45	50	40
Residências	Dormitórios	35	40	30
	Salas de estar; Salas de cinema em casa (home theaters)	40	45	35
Outros	Auditórios grandes ($> 600\text{m}^3$)	30	35	25
	Auditórios pequenos ($< 600\text{m}^3$)	35	40	30

Finalidade de uso		Valor de referência		
		RL _{Aeq} (dB)	RL _{ASmax} (dB)	RL _{NC}
	Cozinhas e lavanderias	50	55	45
	Tribunais	40	45	35

Onde:
RL_{Aeq} corresponde ao valor de referência para o nível de pressão sonora global representativo de um ambiente. O L_{Aeq} é obtido pela média logarítmica dos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes, globais, ponderada em A;
RL_{ASmax} corresponde ao valor de referência para o nível máximo de pressão sonora global representativo de um ambiente. É obtido pelo maior resultado entre os níveis máximos de pressão sonora, globais, ponderados em A (frequência) e em S (tempo).
RL_{NC} corresponde ao valor de referência para o nível de pressão sonora correspondentes às curvas NC por bandas de frequências de 1/1 de oitava, representativo de um ambiente interno de uma edificação.

Fonte: Adaptação da NBR 10152 (ABNT, 2020b)

Conforme NBR 10152 (ABNT, 2020b), para fins de avaliação sonora, considera-se adequado para uso, o ambiente cujos níveis de pressão sonora representativos sejam iguais ou inferiores aos valores de referência apresentados no quadro 2, admitindo-se uma tolerância de até 5 dB para RL_{Aeq} e RL_{ASmax} e até 5 para RL_{NC} .

Desta forma, a medição adequada dos níveis de pressão sonora nos ambientes, torna-se essencial não apenas para verificação de condições salubres de trabalho, como também para assegurar uma adequada vigilância ambiental e de saúde da população, e para tanto, torna-se necessário a utilização de instrumento de medição apropriado.

2.3 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO

São diversos os instrumentos padronizados para medição do nível de som. Entre eles, destacam-se os medidores de nível de pressão sonora, como sonômetro (popularmente conhecido como decibelímetro e dosímetro), além de analisadores de frequência e registradores gráficos (ABNT, 2020a; Santos et al., 1996).

Os medidores de nível de pressão sonora têm potencial para registrar o fenômeno acústico, expressando o resultado em decibel (dB), conforme a ponderação para frequência e circuito de resposta configurados (ABNT, 2020a; Santos et al., 1996).

Segundo Santos e colaboradores (1996), a ponderação de frequência consiste em filtros de ponderação que visam aproximar as medidas de ruído às características perceptíveis ao ouvido humano. O objetivo desses filtros é reduzir ou manter o nível de pressão sonora, conforme a frequência do som, mantendo o mesmo valor em decibel para sons de igual amplitude de

pressão sonora, independentemente da frequência do som. Essa condição se deve a limitação do sistema auditivo humano, que impede a audição de sons muito graves e/ou muito agudos, isto é, possui sensibilidade diferente para frequências distintas.

Atualmente, os filtros de compensação previstos nos dispositivos de medição são A, C e Z. O filtro A é a ponderação que mais se aproxima do ouvido humano, quando aplicado na medição, resulta dados expressos em dB(A). O filtro C é frequentemente utilizado para avaliação de ruído de pico, ao passo em que o filtro Z, significa ausência de compensação, é comumente utilizado quando se pretende avaliar a fonte sonora de ruído (Peixoto e Ferreira, 2013).

Segundo Santos e colaboradores (1996), com relação aos circuitos de respostas, é possível encontrar dispositivos de medição de nível de som com até três tipos de configuração: “Fast” ou rápida utilizada para medir ruídos que não oscilam muito rapidamente; “slow” ou lenta destinada a medições de ruído com grande flutuação, resulta como resposta a leitura média; e impulso, utilizado para medir ruídos de impacto. Assim, cabe ao usuário selecionar o instrumento mais adequado para sua medição, considerando as características do ruído e os instrumentos normativos norteadores da atividade.

A NHO 01, juntamente com as normas NBR 10151 e NBR 10152, especificam que os equipamentos utilizados na medição de ruído devem atender aos padrões internacionais como o *American National Standards Institute* (ANSI) e o *International Electrotechnical Commission* (IEC). Tais normas determinam que para medições de leitura instantânea, o instrumento deve ser do tipo 2, seguindo especificações constantes nas normas ANSI S1.4 e IEC 61760 (ABNT, 2020b, 2020a; Fundacentro, 2001).

Essa classificação corresponde ao grau de precisão do equipamento, o qual, segundo a ANSI (1983) varia de 0 a 2, onde de forma gradativa os instrumentos possuem desempenho mais precisos, como do tipo 0, até os menos precisos como o tipo 2. Os instrumentos do tipo 0 são destinados para uso em laboratórios, para serem utilizados como padrão de referência, ao passo em que o tipo 1, destina-se a medições precisas tanto em campo como em laboratório e o tipo 2 é recomendado para uso geral.

Conforme a NHO 01 da Fundacentro (2001), a avaliação de ruído ocorre basicamente por dois métodos. No primeiro, utilizam-se medidores integradores de uso pessoal fixados ao trabalhador, onde o equipamento realiza a integração e indica a dose do ruído medido; enquanto

que o segundo ocorre através da utilização de medidores portáteis, cuja dose de ruído é obtida através de cálculos matemáticos.

A dose é um parâmetro utilizado para caracterizar a quantidade total de ruído a qual o trabalhador está exposto durante sua jornada de trabalho, levando em consideração a intensidade do som e o tempo de exposição (Fundacentro, 2001).

Na utilização de medidores portáteis para medição do ruído ocupacional, a partir de leitura instantânea, os mesmos devem ser configurados de acordo com o tipo de ruído, conforme o Quadro 3, além de serem calibrados como especificado nas normas ANSI S1.40 e IEC 60942 (Fundacentro, 2001).

Quadro 3 – Configuração de medidores de ruído

Configuração	Ruído contínuo ou intermitente	Ruído de impacto
Circuito de ponderação	A	linear
Circuito de resposta	lenta (slow)	pico
Faixa de medição	80 a 115 dB(A)	100 a 150 dB

Fonte: Elaborado a partir da NHO 01 (Fundacentro, 2001)

O procedimento técnico acrescenta que não apenas os medidores de ruído, como os calibradores deverão ser periodicamente aferidos e certificados pelo fabricante ou laboratório credenciado, buscando assim, garantir a qualidade de medição dos dispositivos.

Para a medição de ruído ambiental, a NBR10151 (2020a) detalha que o instrumento de medição deve ser ajustado de acordo com o último certificado de calibração válido, aplicando correções de ajustes especificadas pelo fabricante. Ressalta-se que o instrumento deve estar posicionado na faixa de ponderação A, operados em ambiente com temperatura de 0°C a 40°C, livres de precipitações pluviométricas, trovoadas ou ventos fortes, suscetíveis a comprometer a qualidade da medição realizada.

Quanto à qualidade da medição, a precisão do nível de ruído identificado está diretamente relacionada com o instrumento utilizado. A ANSI S1.40 (ANSI, 1984) detalha que a precisão geral de um equipamento depende de uma variedade de condições, como a frequência do som, ângulo de incidência deste em relação ao microfone do equipamento e variação no tempo da pressão sonora, o que inviabiliza especificar uma precisão adequada a todas as condições. No entanto, o padrão especifica um erro total admissível para um medidor de nível de som de

aproximadamente 1,5 dB para instrumento tipo 1 e de 2,3 dB para instrumento tipo 2. Tolerâncias que se recomenda que sejam respeitadas por quaisquer outros instrumentos que se dediquem a medir o ruído.

2.4 AVANÇO TECNOLÓGICO COMO ESTRATÉGIA PARA MEDIÇÃO DE RUÍDO

O advento da tecnologia proporcionou transformação nos chamados celulares, aparelho destinado a efetuar ligações telefônicas com recursos limitados, em smartphones – dispositivos inteligentes, dotados de recursos diversos – com intuito de facilitar cada vez mais a vida cotidiana dos diversos usuários (Meireles, 2022).

Paralelamente aos smartphones, vários aplicativos foram desenvolvidos para apoiar diversas atividades cotidianas, como: videochamada, agenda e planejamento de atividades, jogos eletrônicos, transações bancárias, edição de fotos e vídeos, além de medições como distância e área, frequência cardíaca, luminosidade, níveis de som, dentre outras (Meireles, 2022).

O desenvolvimento e utilização desses aplicativos estão condicionados ao sistema operacional em que eles operam. Dentre os sistemas usualmente adotados, destacam-se o iOS e Android, os quais dominam o mercado tecnológico, com aplicativos para diversas funcionalidades (Kardous e Shaw, 2014).

Existe uma vasta quantidade de aplicativos destinados à medição de níveis de pressão sonora. Ao acessar as galerias de aplicativos Android e iOS (play store e itunes) é possível identificar mais de 340 aplicativos (245 Android e 101 iOS), os quais possibilitam o monitoramento do som de forma simples, rápida e acessível para uma boa parte da população. Porém, o simples fato de medir não significa precisar o valor apurado, tais dados devem ser analisados com cautela para só assim serem considerados precisos.

A qualidade da medição de níveis de ruído, a partir da utilização de aplicativos para smartphone, vem sendo estudada há cerca de dez anos, onde pesquisadores internacionais testaram, aproximadamente, 40 diferentes aplicativos para medição de ruído ambiental e ou ocupacional, em diferentes condições e métodos. Nestes estudos, os aplicativos mais testados foram *SoundMeter Pro* e *SPLnFFT* (Blair et al., 2018; Kardous e Shaw, 2013, 2014, 2016; Mclennon et al., 2019; Murphy et al., 2015; Murphy e King, 2015; Nast; Speer; Prell, 2014; Roberts; Kardous; Neitzel, 2016; Roberts e Neitzel, 2017).

Autores como Keene e colaboradores (2013) e Nast e colaboradores (2014) que se propuseram a testar aplicativos em ambiente controlado, apontaram para uma imprecisão na medição do ruído em comparação com instrumento padronizado tipo 1 (*dB Volume*, *Decibel X*, *Decibel Meter*, *Noise Meter*, *Sound Meter BT*, *Sound Meter ST*, *Advanced Decibel*, *SPL* e *SPLnFFT Noise Meter*), ao passo em que Kardous e Shaw (2013, 2014), ao testarem aplicativos iOS, concluíram que alguns podem ser capazes de retratar o ruído de forma precisa, como os *Noise Hunter*, *NoiSee*, *SoundMeter* e *SPLnFFT* quando utilizados em ambiente controlado para medição de ruído, em comparação com instrumento tipo 1.

Circunstância parcialmente observada por Murphy e King (2015), onde, ao testarem aplicativos da plataforma iOS (*UE SPL*, *SPLnFFT*, *SLA Lite* e *dB Meter Pro*) e Android (*Noiser Meter* e *Sound Meter*), apesar de concluírem pela imprecisão dos aplicativos, destacaram uma superioridade dos aplicativos de plataforma iOS em comparação com aplicativos do sistema Android.

Em estudos distintos promovendo testes de aplicativos para dispositivos Android em ambiente controlado e real, autores concluíram pela precisão dos dados apurados. Ibekwe e colaboradores (2015) relatam uma boa correlação e alta sensibilidade do aplicativo *Androidboy1* em comparação com instrumentos de medição padronizado tipo 2, ao passo que Blair e colaboradores (2018) ao testar o *Audio Tool*, e Zamora e colaboradores (2017) que testaram diferentes algoritmos na medição de ruído, também concluíram pela precisão dos mesmos. Estes, em seus estudos, reforçaram a importância do ajuste correto e do método de apuração dos dados para a qualidade do resultado.

Com o objetivo de aumentar a precisão na medição de ruído, novos estudos incorporaram condições específicas, como o uso de microfones externos e a calibração dos aplicativos. Roberts e Neitzel (2017) destacaram a precisão do aplicativo *SoundMeter* em ambientes controlados, quando utilizado com microfone externo e calibrado. Roberts et al. (2016) também descreveram os aplicativos *NoiSee*, *SoundMeter*, *SPLnFFT* e *Noise Meter* como precisos sob essas mesmas condições. Por outro lado, Kardous e Shaw (2016) e Robinson e Tingay (2014) concluíram que, embora aplicativos como *NoiSee*, *SoundMeter*, *SPLnFFT*, *SPLPro*, *Noise Meter*, *Noise Watch*, *dB Sound Meter*, *Decibel Pro* e *SPL Meter* não apresentem precisão adequada na medição de ruído, houve uma melhora significativa na coleta de dados quando se utilizou um microfone externo.

Vale salientar que apesar de alguns estudos se dedicarem a avaliações em ambiente real, como Ibekwe e colaboradores (2016), Murphy e King (2016) e Zamora e colaboradores (2017), em nenhum deles, o ruído medido excedeu o limite de 100 dB. A maioria dos estudos realizou medições variando entre 35 e 95 dB, condição que nem sempre retrata a realidade de diversos ambientes de trabalho, principalmente quando se trata de indústrias onde é comum, em momentos pontuais, os níveis de ruído ultrapassarem 100 decibéis.

O avanço tecnológico é célere e frequente e com isso, apesar de alguns estudos apontarem para a imprecisão de aplicativos Android na medição de ruído, novos estudos se fazem necessários, ao tempo em que smartphones e aplicativos se atualizam. Teoria compartilhada por outros autores como Kardous e Shaw (2016) que induzem que os avanços tecnológicos em torno dos aplicativos tendem a reduzir gradativamente a lacuna entre os instrumentos profissionais e os dispositivos, e por Murphy e King (2015) que destacam a evolução tecnológica constante, em torno de “hardware” e “software”, com potencial para proporcionar a estes instrumentos, medições adequadas do nível de ruído ambiental e ocupacional.

Assim, com o avançar da tecnologia, tais aplicativos podem se apresentar como uma boa alternativa para medição de ruído, uma vez que sejam submetidos a testes de validade, assegurando desta forma a qualidade da medida auferida.

2.5 VALIDADE DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE APOIO A ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS

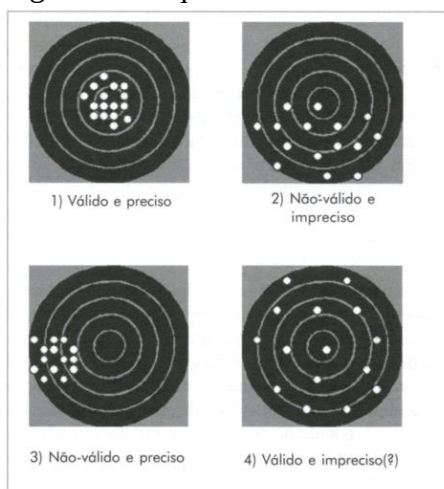
Medronho e colaboradores (2002) definem um estudo epidemiológico válido como aquele que está livre de erros que possam gerar conclusões espúrias, oriundas algumas vezes de falhas metodológicas na concepção, desenho ou implementação do estudo, como também no processo de análise dos dados. Adicionalmente, incluem-se as falhas de medição dos dados, as quais podem ser originadas pela operacionalização inadequada do instrumento de medição, como também pela incapacidade do instrumento em medir de forma adequada o que se propõe.

O termo validade, em estudos epidemiológicos, é frequentemente utilizado como sinônimo de acurácia ou conformidade. Refere-se à capacidade de um instrumento ou método de mensuração em medir corretamente o que se propõe, tomando como referência um padrão de comparação, também denominado padrão-ouro. Esse conceito é particularmente relevante em estudos de concordância, nos quais a validade é avaliada comparando os resultados obtidos pelo

instrumento em análise com os valores estabelecidos pelo padrão de referência (Medronho et al., 2002).

Os autores também diferenciam os conceitos de validade e precisão de um estudo epidemiológico. Ambos os termos retratam a ausência de um erro, contudo a validade refere-se a erros sistemáticos ao passo em que a precisão está associada a ausência de erros aleatórios, como pode ser melhor compreendido na Figura 4 (Medronho et al., 2002).

Figura 4 – Esquema ilustrativo da diferença entre validade e precisão



Fonte: Medronho et al., (2002)

Com base em Medronho e colaboradores (2002), a utilização de um instrumento não validado para um estudo epidemiológico pode resultar em distorções nas estimativas de efeito decorrente de erros de mensuração / aferição da exposição e ou desfecho de interesse e consequentemente produzir informações enviesadas. O erro pode ser proveniente da utilização de procedimento de baixa sensibilidade e ou especificidade, uso de instrumento de coleta de baixa qualidade, procedimentos não padronizados, além de registros de dados incompletos.

De acordo com os critérios do *COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement INstruments* (COSMIN), para que instrumentos de medição possam ser utilizados de maneira apropriada em estudos epidemiológicos, precisam ter suas propriedades de mensuração conhecidas e atendidas. São elas: confiabilidade, validade e capacidade de resposta, adicionadas da dimensão interpretabilidade, a qual não é considerada uma propriedade de medição, mas sim, uma característica importante de um instrumento de medição (Mokkink et al., 2018).

Através desse consenso internacional e multidisciplinar, foi desenvolvida uma lista de verificação (checklist COSMIN) cujo objetivo é avaliar a qualidade metodológica de estudos sobre propriedades de medida de saúde. Tal lista é composta por doze caixas. Dez caixas podem ser usadas para avaliar os padrões de qualidade metodológica do estudo e duas são destinadas à verificação de requisitos gerais. Entre as caixas de qualidade metodológica, nove contém padrões para propriedades de medição como: características de consistência interna (caixa A), confiabilidade e erro de medição (caixas B e C), validade (caixas entre D a H) e responsividade (caixa I). (Mokkink et al., 2012).

O termo validade em se tratando de estudos epidemiológicos, de acordo com Fletcher (2014) pode ser dividido em três tipos: validade de conteúdo, validade de critério e validade de constructo. Validade de conteúdo consiste no grau em que um instrumento pode refletir o fenômeno estudado, validade de constructo mede o grau em que as pontuações de um instrumento são consistentes com hipóteses, ou seja, avalia o quanto se pode, legitimamente, fazer inferências a partir das operacionalizações de um estudo para o constructo teórico, e validade de critério avalia o quanto o resultado de uma medida ou teste obtido no estudo, concorda com aplicação de outro instrumento considerado como padrão-ouro (Gina e Henrique, 2014; Mokkink et al., 2018)

A validação de aplicativos para smartphone na medição de ruído, em comparação a um instrumento padrão ouro, pode ser classificada como validação de critério. Tal validação ocorre através da concordância entre os métodos como correlação e análise estatística mais apropriada, segundo a metodologia COSMIN (2012). Ou seja, situações em que se tem um instrumento padrão ouro e um novo instrumento resultando valores quantitativos do tipo contínuo como variável de resposta.

A validade de critério pode ser dividida em dois tipos, concorrente e preditiva. Validade concorrente é aquela realizada quando já se tem o resultado de um instrumento de referência no momento da aplicação do instrumento em teste, possibilitando a apreciação da validade paralelamente à sua aplicação. Enquanto que a validade preditiva consiste na validade em que as informações obtidas através do instrumento de referência são adquiridas após a aplicação do instrumento teste (Almeida-Filho e Barreto, 2011).

Conforme Medronho e colaboradores (2002), estudos epidemiológicos de validade de critério são utilizados principalmente nos chamados “instrumentos pragmáticos”, aqueles que visam

categorizar e classificar os partícipes dos estudos, auxiliando na definição diagnóstica, na tomada de decisão sobre encaminhamentos para outros serviços ou até na decisão sobre tratamento. Os autores acrescentam ainda que tal validade visa otimizar o custo-benefício, além de auxiliar no planejamento de ações sanitárias.

De acordo com Almeida-Filho e Barreto (2011) essa validade tem por objetivo avaliar um instrumento novo, para o qual se usa escore completo, comparado a um instrumento ou exame de referência de métrica contínua. Tal validação pode ser feita através de diferentes métodos, como correlações intraclasse ou correlação de Pearson, onde se observa o grau de concordância entre a medida do instrumento analisado e a medida de referência.

A validade ou acurácia, consiste em comparar as medidas obtidas a partir de um instrumento à um ou mais padrões de referência, ou seja, compara a concordância entre dois métodos distintos para apurar os mesmos dados. Em se tratando de variáveis contínuas, os dados são apurados através de correlações ou análise da curva ROC, e no caso de dados dicotômicos, avalia-se através de cálculos de sensibilidade e especificidade (Mokkink, 2018).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a acurácia de aplicativos para smartphones na medição de ruído ambiental e ocupacional, em comparação com instrumento padronizado.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar e caracterizar os aplicativos para medição de ruído disponíveis nas lojas virtuais;
- b) Sumarizar as evidências científicas sobre a acurácia de aplicativos para medição de ruído ambiental e ocupacional;
- c) Mensurar o nível de ruído ocupacional, por meio de sonômetro tipo 2 e aplicativos para smartphone;
- d) Estimar as medidas de acurácia de aplicativos para smartphone na mensuração de ruído ocupacional.

4. ARTIGO 1: Acurácia de aplicativos para smartphone na medição de ruído ambiental e ocupacional: uma revisão sistemática

RESUMO

Objetivo: Identificar a acurácia de aplicativos para smartphones na medição de ruído ambiental e ocupacional. **Estratégia de pesquisa:** Foram consultadas as bases de dados *PubMed*, *Lilacs* e *Medline*, no período de junho a agosto de 2023. A estratégia de busca foi elaborada a partir da metodologia PICO, na qual foi estabelecida como P “noise measurement”, como I “mobile applications”, como C “noise meters” e como O “accuracy”. **Crítérios de seleção:** Foram incluídos estudos primários e que compararam os achados com instrumento padrão-ouro. **Análise de dados:** Síntese descritiva das informações, incluindo aplicativos testados e plataforma, métodos de investigação e principais resultados. **Resultados:** Foram localizados 38 estudos e incluídos 16, publicados entre 2013 a 2021. Dentre estes, 43 aplicativos foram avaliados, sendo 32 da plataforma iOS e 11 da plataforma Android. Os estudos incluídos na revisão apresentam métodos distintos de avaliação da acurácia. Os aplicativos *Sound Meter Pro*, *SPLnFFT*, *Noisee* e *SLA Lite* da plataforma iOS apresentaram uma mensuração do ruído ambiental e/ou ocupacional similar a dos equipamentos padrão-ouro. Já na plataforma Android, apenas o *Audio Tool*, com o uso de microfone externo e calibração, foi preciso. **Conclusão:** Alguns dos aplicativos para smartphones disponíveis nas lojas virtuais são precisos para a mensuração de ruído ocupacional e/ou ambiental, em comparação com instrumentos padrão-ouro. Desta forma, configuram-se como ferramentas promissoras para a condução de estudos epidemiológicos e vigilância em saúde, especialmente em ambientes de trabalho informais.

Palavras chaves: *sound level meter*, *app*, *noise measurement*, *noise monitoring*, *smartphone*

INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído representa um desafio não apenas no âmbito ocupacional, mas também em espaços recreativos e no meio ambiente (Ibekwe et al. 2015). Perturbações sonoras advindas das indústrias instaladas nos eixos urbanos, atividades comerciais, tráfegos de veículos automotores, atividades esportivas ou escolares são alguns dos fatores que contribuem para os problemas ambientais relacionados ao ruído, impactando negativamente a qualidade de vida das pessoas (OMS, 2021).

A exposição prolongada a níveis elevados de ruído pode causar efeitos adversos à saúde, como zumbido, rebaixamento e até perdas auditivas irreversíveis, assim como podem afetar o sistema fisiológico do corpo humano, causando hipertensão, doenças cardíacas, comprometimento cognitivo, risco de diabetes, obesidade, depressão, enxaqueca, ansiedade, agitação, raiva, entre outros (Themann e Masterson, 2019; Chen et al, 2023; Peixoto & Ferreira, 2013; Saliba, 2023).

A OMS, no relatório mundial da audição publicado em 2021, estima que cerca de 16% dos casos de perda auditiva em adultos sejam causados pela exposição excessiva ao ruído no ambiente de trabalho. Além disso, aproximadamente 50% das pessoas entre 12 e 35 anos estão em risco de desenvolver perda auditiva devido à exposição a níveis perigosos de som em contextos recreativos (OMS, 2021).

Assim, a compreensão dos níveis de pressão sonora nos ambientes é essencial não apenas para verificar as condições salubres de trabalho, como também para assegurar uma vigilância ambiental e de saúde adequada, promovendo ambientes cada vez mais seguros e saudáveis, com bem-estar e qualidade de vida. Contudo,

para que essas medições sejam precisas, é fundamental utilizar dispositivos de medição apropriados, garantindo a confiabilidade dos dados obtidos (ABNT, 2020a).

Os sonômetros, também chamados de decibelímetro e dosímetro, são os dispositivos regulamentados para medir o nível de pressão sonora em ambientes ocupacionais (ABNT, 2020a; Peixoto & Ferreira, 2013; ANSI, 1983). Esses equipamentos devem atender, no mínimo, à classificação do tipo 2, conforme os padrões internacionais definidos pela *International Electrotechnical Commission* (IEC) e pelo *American National Standards Institute* (ANSI) (Fundacentro, 2001). Contudo, essas regulamentações podem tornar esses dispositivos inacessíveis para grande parte da população, tanto pelo alto custo quanto pela complexidade envolvida em seu uso, configuração e interpretação dos dados.

Diante deste cenário, os aplicativos para smartphone surgem como ferramentas promissoras, de fácil manuseio que possibilitam um monitoramento simples e de baixo custo, podendo colaborar para a mensuração de ruído em ambientes de trabalhadores informais, assim como, serem utilizados como ferramentas de apoio para estudos epidemiológicos. No entanto, é importante questionar a precisão desses aplicativos em comparação com um instrumento padronizado para tais medições.

A precisão de aplicativos para smartphone na medição de ruído tem sido analisada em estudos internacionais há cerca de 10 anos. No entanto, os resultados apresentam divergências quanto à sua eficácia. Este artigo apresenta os achados de uma investigação sobre a precisão desses aplicativos na medição de ruído ocupacional e ambiental.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo identificar a acurácia de aplicativos para smartphones na medição de ruído ambiental e ocupacional, caracterizando os principais estudos sobre a utilização de aplicativos para esse fim, além de descrever os métodos aplicados e sintetizar as informações de acurácia apresentadas.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Foi realizada uma revisão de literatura nas bases de dados *PubMed*, *Lilacs* e *Medline*, no período de junho a agosto de 2023. A busca se deu a partir dos descritores do vocabulário controlado Descritor em Ciências da Saúde (DeCS): “*noise measurement*”, “*noise monitoring*”, “*noise meters*”, “*noise, occupational*” e “*data accuracy*”; e descritores constantes do *Medical Subject Headings* (MeSH): “*mobile applications*”, “*smartphone app*”, “*mobile app*” e “*accuracy, data*”.

Adicionalmente aos descritores, foram incluídas palavras-chaves no idioma inglês, comumente identificadas em estudos prévios, como “*sound measurement*”, “*noise measuring device*”, “*environment noise*”, “*sound level meter*”, “*app*”, “*accuracy*” e “*accurate*”, com o uso dos operadores booleanos OR e AND para unificar os blocos da pesquisa (Apêndice A).

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

A metodologia PICO foi empregada para definir os critérios de elegibilidade, considerando como termos principais: P – *noise measurement*, I – *mobile applications*, C – *noise meters*, O – *accuracy*.

O critério de inclusão considerou estudos sem restrição de idioma que avaliaram a acurácia de aplicativos para smartphone na medição de ruído ambiental ou ocupacional, em comparação com pelo menos um instrumento padronizado para medição. Foram excluídos estudos que não realizaram a comparação a um instrumento padronizado como: sonômetro, dosímetro, cabine acústica ou analisador acústico.

Por se tratar de um tema de tecnologia ainda novo e em constante evolução (Rodriguez, 2019), não foi adotado restrição de período durante a seleção. Após a busca nas bases de dados, foi realizada uma busca manual nas referências dos estudos incluídos, buscando identificar estudos relevantes que não foram localizados nas bases de dados.

ANÁLISE DE DADOS

Os estudos identificados foram selecionados a partir da leitura do título e resumo, tabulados em planilha eletrônica Microsoft Excel, onde foi constatada a inexistência de estudos duplicados.

Os dados foram classificados de acordo com o objeto de estudo, caracterizando os aplicativos validados, bem como o resultado do teste, conforme segue: preciso, impreciso ou inconclusivo. Por fim, foi realizada uma síntese dos principais resultados e pontos relevantes identificados, compreendendo os autores, país e ano de

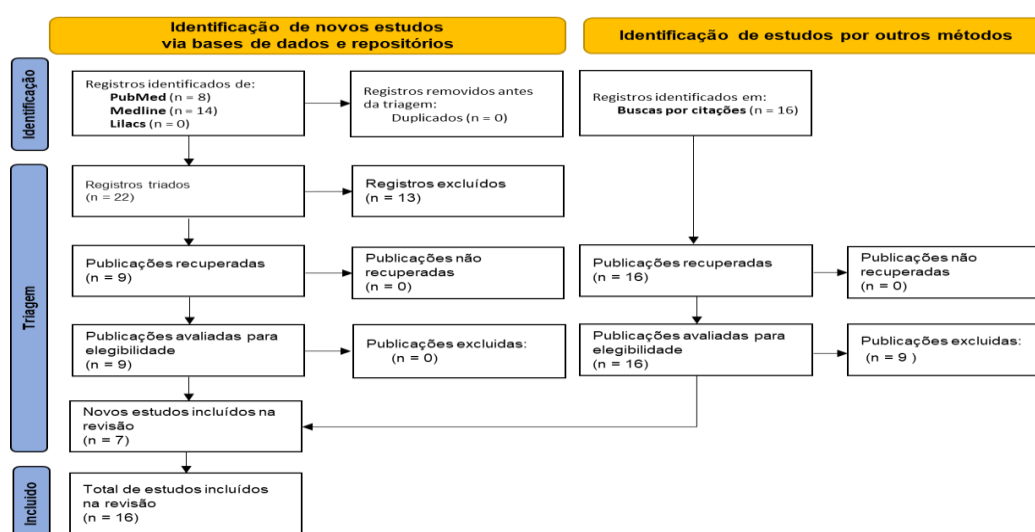
publicação, aplicativos testados e plataforma, bem como métodos de testagem e resultados identificados.

Todas as etapas da pesquisa foram conduzidas por duas pesquisadoras, que selecionaram e extraíram os dados dos artigos e compararam as informações obtidas. As divergências identificadas foram discutidas até o consenso.

RESULTADOS

A pesquisa nas bases de dados identificou 22 estudos. Após a leitura dos títulos e resumos, 13 estudos foram excluídos, um deles não abordava o tema de interesse e os demais por não compararem os resultados com um instrumento padrão-ouro. Adicionalmente, 16 novos estudos foram incluídos por meio de busca manual nas referências dos artigos previamente identificados. Assim, 16 artigos foram selecionados para leitura completa, dos quais nove foram excluídos após análise, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Ao final, 16 estudos foram selecionados para a síntese (Figura 5).

Figura 5 – Fluxograma de estratégia de busca



Fonte: Baseado nas recomendações do PRISMA (2020)

Todos os estudos incluídos foram desenvolvidos fora do Brasil, com a primeira publicação em 2013 e a mais recente em 2021, sendo 2016 o ano com maior número de publicações (25%). Identificou-se que três estudos foram publicados na revista *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, seguido por dois no *The Journal of the Acoustical Society of America*. A maioria dos estudos (87,5%) foram publicados em periódicos revisados por pares, com fator de impacto variando de 0,466 a 5,385 (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização dos estudos incluídos na revisão sistemática

Nº	Autor	Ano	País de Publicação	Periódico	Revisado por Pares	Fator de Impacto
1	Kardous e Shaw	2013	Estados Unidos	Council for Accreditation in Oc. Hearing Conservation	Não	-
2	Keene et al	2013	Canadá	Canadian Hearing Report	Não	-
3	Kardous e Shaw	2014	Estados Unidos	The Journal of the Acoustical Society of America	Sim	2,482
4	Nast, Speer e Prell	2014	Estados Unidos	Noise Health	Sim	1,293
5	Murphy e King	2015	Holanda	Applied Acoustics	Sim	3,614
6	Fava, Gaetano et al	2016	Estados Unidos	American Journal of Speech-Language Pathology	Sim	4,018
7	Ibekwe et al	2016	Reino Unido	Journal of Occupational and Environmental Hygiene	Sim	2,11
8	Kardous e Shaw	2016	Estados Unidos	The Journal of the Acoustical Society of America	Sim	2,482
9	Roberts et al	2016	Reino Unido	Journal of Occupational and Environmental Hygiene	Sim	2,11
10	Roberts e Neitzel	2017	Estados Unidos	Noise Health	Sim	1,293
11	Blair, Benjamin et al	2018	Estados Unidos	Journal of Exposure Science & Env. Epidemiology	Sim	5,385
12	Serpanos YC, et al	2018	Estados Unidos	American Journal of Speech-Language Pathology	Sim	4,018
13	MCLennon et al	2019	Canadá	Journal of Occupational and Environmental Hygiene	Sim	2,11
14	Sun, Kan et al	2019	Estados Unidos	Noise Control Engineering Journal	Sim	0,466
15	Crossley et al	2020	Estados Unidos	The Laryngoscope	Sim	2,970
16	Serpanos et al	2021	Nova Iorque	Journal of the American Academy of Audiology	Sim	1,493

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 4 apresenta a caracterização de cada aplicativo para smartphone testados para medição de ruído, juntamente com os respectivos resultados dos estudos. Foram testados 42 diferentes aplicativos, sendo os aplicativos *SoundMeter.Pro* da Faber Acoustical (sete estudos) e *SPLnFFT* da Fabien Lefebvre (seis estudos) os mais frequentes nas investigações realizadas, seguidos dos aplicativos *dB Volume* da DSP

Mobile, *NoiSee* da IMS Meritini Sistemi e *SPL Pro* da Studio Six Digital, com quatro estudos cada.

Entre os estudos, a maioria dos autores testou entre três e dez aplicativos, sendo estes majoritariamente desenvolvidos para plataforma iOS (11 estudos). Quatro estudos testaram aplicativos das plataformas iOS e Android e apenas um estudo testou somente aplicativo de plataforma Android.

Dentre os aplicativos de plataforma Android, *Noise Meter* desenvolvido pela JINASY e *Sound Meter* da Smart Tools co, foram testados em dois estudos diferentes, seguindo de outros aplicativos da mesma plataforma testados em apenas um estudo (*Androidboy1*, *Audio Tool*, *Decibel 10th*, *Decibel Pro*, *Noise Exposure*, *Sound Meter*, *Sound Meter & Noise Detector* e *Sound Meter (BT)*).

Até 2015, todos os estudos identificados foram conduzidos em ambiente controlado e, a partir deste ano, novos estudos contemplaram também um ambiente não controlado, ou seja, em condições reais de trabalho.

A faixa de medição proposta nos estudos foi de 20 a 100 decibel, com frequência ponderada em A, C ou sem ponderação. Apenas um estudo avaliou o funcionamento do aplicativo na medição de ruído de fundo (Murphy e King, 2015).

Poucos estudos caracterizaram o tipo de medição de ruído realizada. No entanto, de acordo com as características da faixa de medição e utilização de ponderação em frequências específicas, foi possível observar que sete estudos comparam medições de ruído ambiental, sete do tipo ocupacional e dois de ambos os tipos de ruído.

Observa-se que inicialmente, até 2016, os pesquisadores se dedicaram a testar aplicativos livres de recursos adicionais, como microfone externo, buscando simular a utilização por pessoas inexperientes e sem conhecimento prévio de manipulação de dispositivos de medição de som. Estes testes revelaram imprecisão da maioria dos aplicativos utilizados (82,6%).

A partir de 2016, com intuito de adquirir maior precisão com relação à medição de ruído a partir desses dispositivos, novos estudos incorporaram condições específicas, como a utilização de microfone externo e a calibração do aplicativo. Condição observada por Roberts e Neitzel (2017), que destacaram a precisão dos aplicativos ao fazer uso de microfone externo e de calibração, Roberts e colaboradores (2016) que descreveram o aplicativo como preciso ao usar um microfone, além de Kardous e Shaw (2016), cujo estudo classificou os aplicativos como imprecisos, mas relataram uma melhora significativa na apuração dos dados ao utilizarem microfone externo.

Em relação ao instrumento padrão ouro, foram utilizados quatro diferentes instrumentos. Na maioria dos estudos foi adotado o sonômetro tipo 1, como instrumento padrão ouro (12 estudos), seguido de sala e sistema de som calibrados (dois estudos) e dosímetro e sonômetro portátil do tipo 2 (um estudo cada).

Quadro 4 – Características dos aplicativos para smartphone investigados nos estudos incluídos na revisão sistemática

Aplicativo	Plataforma	Estudo	Ambiente de Teste	Intensidade de Ruído	Microfone Externo	Calibração	Conclusão
Adv Decibel Meter	iOS	1, 3	C / NC	65 a 95	N	S / N	I
Advanced Decibel	iOS	4	C	50, 70 e 85	N	N	I
Analyzer	iOS	12	C / NC	20 a 100	N	S	P / I
Androidboy1	Android	7	NC	<100	N	S	IN
Audio Spectrum Analyzer dB RTA	iOS	15	C	25 a 85	N	N	I
Audio Tool	Android	11	C / NC	55 e 95	S	S	P / I
dB Volume	iOS	2, 4, 6, 15	C	25 a 100	N	N	I
Decibel 10 th	iOS	2, 13, 15	C	25 a 90	N	N	I
Decibel 10 th	Android	13	C	60 a 90	N	N	I

Aplicativo	Plataforma	Estudo	Ambiente de Teste	Intensidade de Ruído	Microfone Externo	Calibração	Conclusão
Decibel Meter Free	iOS	2	C	85 e 90	-	-	I
Decibel Meter Master	iOS	15	C	25 a 85	N	N	I
Decibel Meter Pro	iOS	1, 3, 5	C	RF a 95	N	S / N	I
Decibel Meter Sound Detector	iOS	15	C	25 a 85	N	N	P
Decibel Meter With Recorder	iOS	15	C	25 a 85	N	N	I
Decibel Pro	Android	5	C	RF a 90	N	-	I
Decibel: dB, dBA Sound Meter	iOS	15	C	25 a 85	N	N	P
Decibel-Accurate dB Meter	iOS	15	C	25 a 85	N	N	P
iSPL Pro	iOS	1, 3	C	65 a 95	N	S / N	I
NIOSH SLM	iOS	15, 16	C / NC	25 a 85	S / N	S / N	P / I
NIOSH Sound Level Meter (SLM)	iOS	14	C / NC	65 a 95	S	S	P / I
Noise Exposure	iOS	13	C	60 a 90	N	N	I
Noise Exposure	Android	13	C	60 a 90	N	N	I
Noise Hunter	iOS	1, 3	C	65 a 95	N	S / N	P / I
Noise Meter	Android	2, 5	C	RF a 90	N	-	I
NoiSee ¹	iOS	1, 3, 8, 9	C	60 a 100	S / N	S / N	P / I
SLA Lite	iOS	5, 13	C	RF a 90	N	N	P
Sound Level Meter	iOS	1, 3	C	65 a 95	N	S / N	I
Sound Level Meter (Voice Meter)	iOS	13	C	60 a 90	N	N	I
Sound Level Meter Pro	iOS	12	C / NC	20 a 100	N	S	P / I
Sound Meter ¹	Android	2, 5, 13	C	RF a 90	N	N	I
Sound Meter - Decibel	Android	13	C	60 a 90	N	N	I
Sound Meter - Noise Power Level and Decibel Meter	iOS	13	C	60 a 90	N	N	I
Sound Meter & Noise Detector	Android	13	C	60 a 90	N	N	I
Sound Meter (BT)	Android	2	C	85 e 90	-	-	I
SoundMeter Pro	iOS	1, 3, 4, 8, 9, 10, 11	C / NC	40 a 100	S / N	S / N	P / I
SPL	iOS	4	C	50, 70 e 85	N	N	I
SPL Graph Pro	iOS	11	C / NC	55 e 95	S	S	P / I
SPL Meter	iOS	6, 12, 16	C	20 a 100	S / N	S / N	I
SPL Meter (Real)	iOS	1, 3	C	65 a 95	Não	S / N	I
SPL Pro	iOS	1, 3, 6, 8	C	65 a 95	Não	S / N	P / I
SPLnFFT	iOS	1, 3, 4, 5, 8, 9	C	RF a 100	S / N	S / N	P / I
UE SPL	iOS	5	C	RF a 90	N	-	I

Legenda: RF – Ruído de Fundo C – Ambiente controlado NC – Ambiente não controlado
P – Preciso I – Impreciso IN – Inconclusivo
S – Sim N – Não

Nota: ¹Aplicativo com o mesmo nome e diferentes desenvolvedores

Informações adicionais sobre os resultados dos estudos dos aplicativos se encontram no material suplementar (Apêndice B).

Ao analisar os resultados obtidos para concluir quanto à precisão dos aplicativos, os estudos apresentam uma grande variedade de medidas e resultados, inviabilizando assim a condução de uma metanálise a partir dos dados apurados. A maioria dos estudos (n=6) considerou a precisão a partir da média das diferenças e da análise de variância (ANOVA), seguido por estudos que utilizaram as medidas estatísticas de índice de correlação, avaliação de concordância, regressão linear e desvio padrão. Um único estudo apresentou a porcentagem de medições dentro de um limite estabelecido como aceitável, para concluir pela precisão do aplicativo.

Entre os aplicativos de plataforma iOS, o *Sound Meter Pro* da Faber Acoustical foi classificado como preciso na maioria dos estudos que o avaliou em comparação a um instrumento padrão ouro normatizado (5 de 7 estudos), seguido pelo *SPLnFFT* da Fabien Lefebvre (3 de 6 estudos), *Noisee* da IMS Meritini Sistemi (3 de 4 estudos), *SLA Lite* da Toon LLC (2 de 2 estudos). Para o sistema Android, apenas o *Audio Tool* da Jjbum se destaca com medição precisa de ruído ambiental quando em uso de microfone externo e calibração do aplicativo em comparação a um sonômetro tipo 1.

DISCUSSÃO

Os aplicativos para smartphone de plataforma iOS *Decibel Meter Sound Detector*; *Decibel: dB, dBA Sound Meter*; *Decibel-Accurate dB Meter*; e *SLA Lite* foram precisos na medição de ruído ambiental e/ou ocupacional, em ambiente controlado. No entanto, os resultados desses estudos devem ser analisados com cautela, pois a maioria dos aplicativos (3 de 4) foram avaliados em apenas um estudo, em ambiente controlado e com instrumento padrão não normalizado.

Entretanto, os aplicativos *Analyzer*, *NIOSH SLM*, *NIOSH Sound Level Meter (SLM)*, *Noise Hunter*, *NoiSee*, *Sound Level Meter Pro*, *SoundMeter Pro*, *SPL Graph Pro*, *SPL Pro* e *SPLnFFT*, da plataforma iOS, bem como o *Audio Tool* de Plataforma Android, apresentaram resultados contraditórios em relação à sua precisão na medição de ruído ambiental e/ou ocupacional. Em alguns estudos, esses aplicativos foram classificados como imprecisos, e sendo precisos apenas sob condições específicas de teste, como o uso de recursos adicionais, faixa de medição, calibração e medições realizadas em ambiente controlado.

O estudo também revela que 60% dos aplicativos submetidos aos testes foram classificados como imprecisos para medição de ruído ambiental e/ou ocupacional, sendo esses testes, majoritariamente, em ambiente controlado.

Observa-se ainda que um aplicativo apresentou resultado inconclusivo, quanto a sua precisão. O aplicativo *Androidboy1*, testado em ambiente não controlado, para medição de ruído ambiental, apresentou uma boa correlação e alta sensibilidade em comparação ao instrumento padrão ouro, no entanto necessita de novos estudos para conclusão quanto a sua precisão (Ibebwe et al., 2019).

Nos aplicativos considerados precisos e os com resultados contraditórios (precisos/imprecisos), observa-se que as diferenças em relação aos instrumentos padrão-ouro utilizados, estão dentro do grau de precisão recomendado por normas técnicas internacionais para medidores de ruído ambiental e ocupacional. A ANSI (1983) estabelece um erro admissível de 1,6 dB para instrumentos tipo 1 e 2,3 dB para instrumentos tipo 2, limites que foram atendidos por todos os aplicativos classificados como precisos em alguma condição nos estudos analisados (Apêndice B).

Os aplicativos *Sound Meter Pro*, *SPLnFFT*, *Noisee* e *SLA Lite* de plataforma iOS, e o *Audio Tool*, de plataforma Android, apesar da imprecisão em algumas condições de teste, foram classificados como precisos na medição de ruído ambiental e/ou ocupacional, quando comparados a um instrumento padrão ouro, normatizado. As contradições apresentadas em alguns estudos podem ser explicadas pelas condições de teste, onde os estudos que indicaram imprecisão foram realizados em condições básicas de operação, sem o uso de microfone externo ou calibração, enquanto os estudos que o classificaram como preciso utilizaram pelo menos um recurso adicional, como microfone ou calibração.

Outro aspecto relevante é a variação da precisão dos aplicativos em função da intensidade do ruído medido. O estudo de Serpanos et al. (2018) revelou que a maioria dos aplicativos testados não eram precisos para ruídos abaixo de 40 decibel, ao contrário dos ruídos medidos entre 50 e 100 decibéis, onde os aplicativos mostraram-se precisos.

Embora alguns estudos tenham sido realizados em ambientes reais, como os de Ibekwe et al. (2015), Roberts e Neitzel (2017), Blair et al. (2018), Serpanos et al. (2018, 2021) e Sun et al. (2019), em nenhum deles os níveis de ruído ultrapassaram 100 decibéis. A maioria das medições ficou entre 20 e 100 decibéis, uma faixa que nem sempre reflete a realidade dos diferentes ambientes de trabalho, especialmente em indústrias onde os níveis de ruído podem facilmente ultrapassar os 100 decibéis.

Foi observada a ausência de estudos sobre aplicativos para a plataforma Windows, o que pode ser atribuído ao domínio das plataformas iOS e Android no mercado. Além disso, identificou-se um menor número de pesquisas sobre aplicativos Android, uma plataforma amplamente utilizada no Brasil (Deviceatlas, 2023).

É importante destacar que este é o primeiro estudo de revisão de literatura sobre acurácia de aplicativos para smartphones na medição de ruído ambiental e/ou ocupacional. Entretanto, apresenta algumas limitações. A síntese da análise dos dados obtidos para cada aplicativo analisado foi dificultada devido ao fato dos autores não utilizarem uma nomenclatura padronizada, isto é, o mesmo aplicativo foi descrito de maneira distinta e sem indicação da versão testada. Além disso, foram testados aplicativos com o mesmo nome, mas desenvolvidos por diferentes empresas (*Noisee* e *Sound Meter*), o que torna a síntese dos dados ainda mais desafiadora.

Outro aspecto limitante observado neste estudo foi a impossibilidade de avaliar a qualidade metodológica dos estudos analisados, com base nos padrões estabelecidos pelo *Consensus-based Standards for the Selection of Health Measurement Instruments* (COSMIN). Este protocolo especifica que estudos de validação de critério devem ser avaliados conforme o risco de viés COSMIN correspondente. Em conformidade com essas diretrizes, estudos de alta qualidade devem apresentar medidas de correlação, sensibilidade ou especificidade, indicadores que estavam ausentes na maioria dos estudos analisados (68%) (Mokkink et al., 2018).

Dado o constante desenvolvimento da tecnologia para dispositivos móveis e as imprecisões identificadas em muitos aplicativos para mensuração do ruído, novos estudos são necessários. Esta teoria é compartilhada por outros autores como Kardous e Shaw (2016) quando argumentam que os avanços tecnológicos em torno dos aplicativos tendem a reduzir gradativamente a lacuna entre os instrumentos profissionais e os dispositivos, e por Murphy e King (2015) que também defendem que, com a evolução tecnológica constante de hardware e software, tais instrumentos têm um grande potencial para medir adequadamente os níveis de ruído ambiental.

Portanto, à medida que a tecnologia avança, esses aplicativos podem se tornar uma alternativa viável para a medição de ruído, devido à sua acessibilidade, baixo custo e facilidade de uso, possibilitando a autovigilância em diversos ambientes. Contudo, é fundamental que esses aplicativos sejam submetidos a testes de validade antes de sua utilização, assegurando, desta forma, a qualidade da medição realizada.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo revelam que embora alguns aplicativos para smartphone sejam considerados precisos para a medição de ruído ambiental e/ou ocupacional, a precisão destes ainda é objeto de debate, com resultados contraditórios em diferentes estudos. A acurácia dos aplicativos depende de fatores como ambiente de teste, uso de microfones externos e calibração, o que pode influenciar significativamente nos resultados obtidos. Além disso, a variação da precisão de acordo com a intensidade do ruído e a ausência de testes em ambientes com níveis superiores a 100 decibéis indicam que esses aplicativos podem não ser totalmente adequados para todos os cenários, especialmente em ambientes de trabalho com níveis de ruído elevados. Diante disso, é fundamental a realização de novos estudos em condições reais de trabalho, com método rigoroso e replicável, para avaliar a eficácia desses aplicativos para medição dos níveis de ruído em situações cotidianas.

REFERÊNCIAS

- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151:2020 Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral**. Norma Brasileira, 2020a.
- ANSI, AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE **S1.4: Specifications for Sound Level Meters**. Norma Americana, 1983.
- CROSSLEY, E. et al. **The Accuracy of iPhone Applications to Monitor Environmental Noise Levels**. *Laryngoscope*, v. 131, n. 1, p. E59–E62, 2020.
- DEVICEATLAS, D. B. **Device Information & Properties - Data Explorer**. Disponível em: <https://deviceatlas.com/device-data/explorer/webusage/traffic/no-tablet/country/br?search=Apple iPhone XR>. Acesso em: 23 set. 2023.
- FUNDACENTRO. **Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído - NHO 01**. Norma de Higiene Ocupacional Procedimento Técnico. São Paulo, 2001.
- IBEKWE, T. et al. **Evaluation of the environmental noise levels in Abuja Municipality using mobile phones**. *Annals of Ibadan Postgraduate Medicine*, v. 14, n. 2, p. 58–64, 21 fev. 2016.
- IBEKWE, T. S. et al. **Evaluation of mobile smartphones app as a screening tool for environmental noise monitoring**. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, v. 13, n. 2, p. D31–D36, 2015.
- KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. **So How Good are These Smartphone Sound Measurement Apps?** *Council for Accreditation in Occupational Hearing Conservation*, p. Vol.25 (3), 1, 2013.
- KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. **Evaluation of smartphone sound measurement applications**. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 176, n. 3, p. 139–148, 2014.
- KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. **Evaluation of smartphone sound measurement applications (apps) using external microphones—A follow-up study**. *The Journal of the Acoustical Society of America*, p. 140, EL324, out. 2016.
- KEENE, B. K. et al. **Accuracy of Smartphone Sound Level Meter Applications**. *Canadian Hearing Report*, p. Vol.8 (6), P. 24-28, 2013.
- MCLENNON, T. et al. **Evaluation of smartphone sound level meter applications as a reliable tool for noise monitoring**. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, v. 16, n. 9, p. 620–627, 2019.
- MOKKINK, L. B. et al. **COSMIN manual for systematic reviews of PROMs, user manual**. n. February, p. 1–78, 2018.
- FAVA, G. et al. **The Use of Sound Level Meter Apps in the Clinical Setting**. *American Journal of Speech-Language Pathology*, v. 25, p. 14–28, 2016.

MURPHY, E.; KING, E. A. **Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise.** Applied Acoustics, v. 106, n. May, p. 16–22, 2015.

NAST, D. R.; SPEER, W. S.; PRELL, C. G. LE. **Sound level measurements using smartphone apps Useful or inaccurate.** Department of Speech, Language, and Hearing Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32608, USA, p. 251–256, Vol.16; Issue: 72, 2014.

PEIXOTO, N. H.; FERREIRA, L. S. **Higiene Ocupacional II.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2013.

PRISMA, STATEMENT.ORG. Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) website: PRISMA 2020 Flow Diagram - **PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only.** Disponível em: www.prisma-statement.org. Acesso em: 06 nov 2024

ROBERTS, B.; KARDOUS, C.; NEITZEL, R. **Improving the Accuracy of Smart Devices to Measure Noise Exposure _ Enhanced Reader.** J Ocupar Ambiente Hyg, p. 13(11), 840–846, 2016.

ROBERTS, B.; NEITZEL, R. **Using Smart Devices to Measure Intermittent Noise in the Workplace.** Noise and Health, v. 19, n. 87, p. 58–64, 2017.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PGR.** 12ª Edição ed. São Paulo: Ltr, 2023.

SERPANOS, Y. C. et al. **The accuracy of smartphone sound level meter applications with and without calibration.** American Journal of Speech-Language Pathology, v. 27, n. 4, p. 1319–1328, 2018.

SERPANOS, Y. C. et al. **The Accuracy of Smartphone Sound Level Meter Applications (SLMAs) in Measuring Sound Levels in Clinical Rooms.** Journal of the American Academy of Audiology, v. 32, n. 1, p. 27–34, 2021.

SUN, K. et al. **The potential use of a NIOSH sound level meter smart device application in mining operations.** Noise Control Engineering Journal, v. 67, n. 1, p. 23–30, 2019.

THEMANN, C. L.; MASTERSON, E. A. **Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden.** The Journal of the Acoustical Society of America, v. 146, n. 5, p. 3879–3905, 2019.

OMS, O. M. DA S. **World Report On Hearing.** World Health Organization. Geneva, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>

CHEN, X. et al. **Environmental noise exposure and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analysis.** European Journal of Public Health, v. 33, n. 4, p. 725–731, 2023.

BLAIR, B. D. et al. **Measuring environmental noise from airports, oil and gas operations, and traffic with smartphone applications: laboratory and field trials.** Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, p. Vol. 28, Issue 6, nov. 2018.

RODRIGUEZ, M. A História dos Aplicativos – **Quem usa e quem vive de desenvolver.** Disponível em: <<https://tribunadaimpressalivre.com/a-historia-dos-aplicativos-quem-usa-e-quem-vive-de-desenvolver/>>, 2019.

ARTIGO 2: Utilização de aplicativos para smartphone como estratégia para medição de ruído ocupacional

RESUMO

O ruído constitui um dos principais fatores de risco à saúde ocupacional, com o potencial de provocar danos auditivos, tais como zumbido, hiperacusia, redução da capacidade auditiva e até perda auditiva irreversível. Além disso, os efeitos adversos do ruído se estendem para além do sistema auditivo, afetando diversos sistemas fisiológicos do corpo humano, incluindo o cardiovascular, aumentando o risco de doenças como hipertensão, diabetes e obesidade. Adicionalmente, podem ocorrer comprometimentos cognitivos e impactos psicológicos, como estresse e distúrbios emocionais. Diante disso, o monitoramento adequado dos níveis de ruído no ambiente de trabalho é essencial para garantir condições laborais seguras, contribuindo para a prevenção desses efeitos adversos e promovendo uma melhor qualidade de vida para os trabalhadores. Este estudo tem como objetivo investigar a acurácia de aplicativos para smartphones na mensuração de ruído ocupacional, em comparação com um sonômetro calibrado. Para tanto, foram selecionados seis aplicativos, sendo três do sistema Android (*Decibel X*, *Sound Analyzer* e *SmarterNoise*) e três do sistema iOS (*Decibel X*, *NIOSH* e *Decibel Meter*). As medições foram realizadas em ambiente não controlado com os smartphones Samsung, Xiaomi, Motorola e Iphone, totalizando 12 pares de medição. Aplicativos de smartphone foram classificados como precisos quando em comparação com o instrumento padrão ouro, não rejeitaram a hipótese nula de igualdade e, na análise de correlação demonstram uma correlação positiva do tipo alta a muito alta. Os achados indicaram que os aplicativos *Sound Analyzer App* no aparelho Samsung e *SmarterNoise* no aparelho Xiaomi apresentaram precisão na medição de níveis de ruído ocupacional, em comparação com o sonômetro tipo 1. Os demais aplicativos, embora tenham apresentado correlação positiva, de grau alto a muito alto, em comparação com o instrumento padrão ouro, revelaram diferenças significativas entre as medições realizadas. O estudo demonstra que é possível obter medições de ruído precisas usando aplicativos para smartphones, embora esta precisão também esteja relacionada com a marca do aparelho celular utilizado. Apesar de não substituírem os instrumentos padronizados, esses aplicativos para smartphone podem servir como ferramentas acessíveis e de baixo custo para a triagem da exposição ao ruído, autovigilância do trabalhador exposto a ruído e na mensuração de ruído em estudos epidemiológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Medidor de nível sonoro, APP, Smartphone, Monitoramento de ruído.

INTRODUÇÃO

O ruído é reconhecido como um dos principais riscos ocupacionais, estando presente em diversos ambientes de trabalho. Em níveis elevados, o ruído pode causar danos auditivos como redução da capacidade auditiva, perda auditiva permanente, zumbido e hiperacusia. Além disso, a exposição ao ruído pode afetar todo o sistema fisiológico do corpo humano, provocando efeitos extra-auditivos, como problemas cardiovasculares (hipertensão e doenças cardíacas), comprometimento cognitivo, risco de diabetes e obesidade, além de impactos psicológicos, como depressão, ansiedade e irritabilidade (Saliba, 2023, Peixoto & Ferreira, 2013; Themann e Masterson, 2019; Chen et al., 2023).

A gestão eficaz das condições de trabalho, no que tange ao ruído, depende de medições precisas dos níveis sonoros, realizadas por dispositivos regulamentados como sonômetros ou dosímetros (Peixoto & Ferreira, 2013; Saliba, 2023). A Norma de Higiene Ocupacional (NHO 01) no Brasil especifica que os equipamentos utilizados para avaliação da exposição ao ruído ocupacional devem ter classificação mínima do tipo 2, conforme padrões da *International Electrotechnical Commission* (IEC) e *American National Standards Institute* (ANSI) (Fundacentro, 2001). O uso desses instrumentos em outros contextos muitas vezes é inacessível, devido ao alto custo e à complexidade de configuração e interpretação dos dados.

Com o avanço tecnológico, os celulares, aparelhos destinados a efetuar ligações telefônicas com recursos limitados, evoluíram para smartphones com múltiplas funcionalidades que facilitam a vida cotidiana dos usuários (Meireles, 2022). Entre estas funcionalidades estão os aplicativos, ferramentas virtuais para finalidades diversas, incluindo a medição de níveis sonoros (Meireles, 2022). Nas lojas virtuais estão disponíveis mais de 340 aplicativos para medir níveis de pressão sonora, sendo a maioria deles para a plataforma Android.

A qualidade das medições de ruído usando aplicativos para smartphone tem sido objeto de estudo há cerca de uma década. Pesquisadores analisaram 43 aplicativos para medição de ruído ambiental e ocupacional em diversas condições e com diferentes métodos. Os achados são controversos, ora revelando imprecisão dos aplicativos, especialmente aqueles do sistema Android, ora confirmando a precisão destes para a mensuração do ruído ambiental e ocupacional em comparação com o instrumento padrão ouro (Keene et al, 2013; Nast et al, 2014; Ibekwe et al., 2015; Blair et al., 2018; Zamora et al., 2017). Cabe destacar ainda, que estes estudos também reforçam a importância do ajuste correto e do método de apuração dos dados para a qualidade do resultado.

No entanto, considerando o rápido avanço da tecnologia, novos estudos são necessários para avaliar a precisão dos aplicativos de medição de ruído, especialmente à medida que os smartphones e os aplicativos são atualizados ou novos aplicativos são disponibilizados (Rodriguez, 2019). Kardous & Shaw (2016) e Murphy & King (2015) sugerem que os avanços tecnológicos tendem a reduzir a lacuna entre os instrumentos profissionais e os dispositivos de consumo, melhorando a precisão das medições de ruído.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo investigar a acurácia de aplicativos para smartphones na mensuração de ruído ocupacional, em comparação com um sonômetro calibrado.

MÉTODOS

Estudo de validade de critério, com análise de dados primários de medição de ruído com temporalidade intra-evento, do tipo concorrente. Inicialmente, foi realizada uma busca por aplicativos para smartphone para medição de ruído nas lojas virtuais *Play Store* e *App Store*, em julho de 2023 e agosto de 2024, usando o termo "medidor de ruído". Nesta busca foram

priorizados os 100 primeiros aplicativos identificados, sendo 50 disponíveis para plataforma Android e 50 para a iOS. Dentre esses, foram selecionados seis aplicativos, três de cada plataforma, que atenderam aos critérios de ser gratuito, menor tempo de atualização, capacidade de ponderação em A e apresentar uma nota absoluta de avaliação de pelo menos quatro mil para o sistema Android e trezentos para o sistema iOS (Quadro 5).

Esses critérios foram estabelecidos com base na possibilidade de uma ampla utilização devido a gratuidade dos aplicativos; na atualização dos aplicativos, levando em conta que os avanços tecnológicos podem trazer melhorias significativas; na capacidade de ponderação em A, considerando que o objeto do estudo é o ruído ocupacional; e a nota absoluta de avaliação, priorizando os aplicativos mais bem classificados pelos usuários, sendo adotado diferentes pontos de corte para cada plataforma já que os aplicativos de sistema Android apresentaram mais avaliações do que os de sistema iOS.

Quadro 5 – Caracterização dos aplicativos selecionados nas lojas virtuais

Aplicativo	Desenvolvedor	Versão	Data de atualização	Sistema
Decibel X - Sonómetro Pro	SkyPaw Co., Ltd.	9.2.7	12/03/2024	Android
SmarterNoise - Gravar ruído	Agibili	1.072	19/02/2024	Android
Sound Analyzer App	Dominique Rodrigues	2.7	13/06/2023	Android
Decibel Meter Sound Detector	Ashraf Thoppukadavil	2.8.3	Dez/2023	iOS
Decibel X: dB Medidor de Som	Thanh Dinh	9.8.1	Fev/2024	iOS
NIOSH Sound Level Meter	EA LAB	1.2.6	Jul/2023	iOS

A seleção dos smartphones para instalação dos aplicativos para medição do ruído foi baseada na necessidade de representar dispositivos móveis amplamente utilizados no Brasil. Para tanto, considerou-se a participação de mercado dos fornecedores de telefonia móvel no país, entre setembro de 2023 e setembro de 2024. De acordo com Statcounter (2023) as marcas mais vendidas no Brasil foram a Samsung (36,7%), Motorola (19,1%), Xiaomi (17,1%) e iPhone (17,1%). Dentre essas marcas, foi selecionado um modelo, considerando a lista dos vinte

smartphones com maior tráfego de dados na web, conforme o ranking do DeviceAtlas publicado em 2023 (Anexo A).

Inicialmente foram selecionados os aparelhos de smartphone iPhone 11, com sistema operacional iOS na versão 17.2.1, Samsung J7 Prime com sistema operacional Android 8.1.0, Motorola G6 Player ou G7 e Xiaomi Redmi Note 8 Pro. Em virtude dos modelos Motorola G6 Player ou G7 e Xiaomi Redmi Note 8 Pro representarem versões mais antigas, os mesmos não foram localizados para a condução do estudo. Dessa forma, foram substituídos pelos modelos Motorola G7 Power com sistema Android na versão 10 e Xiaomi Redmi Note 9 Pro com sistema Android na versão 12, os quais são do mesmo fabricante e de uma linha similar aos previamente selecionados.

O instrumento padrão ouro utilizado na medição do ruído foi o Sonômetro tipo 2 SoundPro SP DL-2-1/3 da 3M, calibrado via RBC em março de 2024. Tal instrumento foi configurado para realizar medições de ruído contínuo ou intermitente, com ponderação “A” e circuito de resposta lenta (*slow*). A pré-calibração foi realizada antes e após as medições, utilizando o calibrador acústico Quest Technologies QC-10 da 3M, conforme regulamento técnico de higiene ocupacional NHO01 da Fundacentro.

Para adequar o método de coleta, foram realizados testes preliminares de medição de ruído através dos aplicativos selecionados e do instrumento padrão ouro em um ambiente controlado. Ambos os instrumentos foram posicionados de forma pareada, com os microfones voltados para a fonte de ruído a uma distância de aproximadamente 150 mm, com o avaliador posicionado atrás dos dispositivos. As medições ocorreram em uma sala de 11,21 m², com ruído gerado de 1.000 Hz utilizando o teste de percepção sonora simplificado NIOSH QUICK TEST e uma caixa amplificada com intensidade variando entre 50 e 110 dB(A) (Figuras 6 e 7).

Figura 6 – Smartphone com microfone na parte traseira



Figura 7 – Smartphone com microfone na parte inferior



As medições do ruído foram realizadas em condições reais de trabalho em uma indústria de pré-fabricados de concreto, empresa do segmento da construção civil, a qual se encontrava em operação normal, com ruído emitido por fontes variadas, como máquinas e equipamentos em funcionamento, além de ruídos de impacto originado das atividades de carpintaria e metalurgia. Os smartphones foram configurados para modo avião, estavam sem capas ou outros acessórios que pudessem interferir na captação do ruído e foram posicionados de forma pareada ao sonômetro. Para cada smartphone foram testados três aplicativos, totalizando 12 pares de medição, com configurações padrão, sem calibração ou adição de microfone externo, buscando simular a utilização por parte de pessoas não especialistas em medição de ruído.

Os medidores (instrumento padrão ouro e smartphones) foram posicionados com os microfones direcionados para a zona auditiva do trabalhador, de acordo com as especificações da NHO 01

(Figura 8). Todas as medições foram realizadas pela mesma dupla de avaliadores, os quais se mantiveram posicionados no sentido oposto aos instrumentos, evitando interferências durante as medições.

Figura 8 – Posicionamento dos instrumentos pareados durante a medição do ruído



A coleta dos dados foi realizada no período de setembro a novembro de 2024, através de três aplicativos da plataforma Android (*Decibel X*, *SmarterNoise* e *Sound Analyzer*) instalados em smartphones de marcas distintas (Samsung, Motorola e Xiaomi) e três aplicativos da plataforma iOS funcionando no smartphone iPhone 11 (*Decibel Meter*, *Decibel X* e *NIOSH*). Os níveis de ruído foram coletados através de registro fotográfico, garantindo a medição no mesmo instante de tempo para ambos os instrumentos.

Para a análise dos dados coletados, as medições foram tabuladas em banco de dados e organizadas em pares de medição de ruído representadas em dB(A). Os dados foram convertidos para pressão sonora antes das análises estatísticas e posteriormente convertidos para dB(A).

Foram extraídas de forma aleatória 45 medições para cada par de aplicativo e smartphone utilizados em comparação ao sonômetro, a partir do conjunto de dados registrados. O tratamento estatístico foi realizado utilizando o software RStudio, versão 2023.06.2 Build 5614.2.3, a partir das diferenças entre as medições do instrumento padrão ouro e do aplicativo no respectivo smartphone.

Para testar a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk e, para testar a diferença entre as medições utilizou o teste de Wilcoxon. Uma diferença estatisticamente igual a zero, entre as medições realizadas pelos instrumentos, indicaria concordância entre o aplicativo para smartphone e o instrumento padrão ouro.

Conforme as diretrizes estabelecidas na lista de verificação COSMIN (Mokkink, 2018), a qual recomenda a adoção de métodos estatísticos para avaliar a qualidade de estudos relacionados às propriedades de medição, foi realizada uma análise de correlação utilizando o teste de Spearman, complementada por uma análise qualitativa a partir dos gráficos de dispersão e bloxplot. A força da correlação foi classificada em muito alta (0,9 a 1,0), alta (0,7 a 0,9), moderada (0,5 a 0,7), baixa (0,3 a 0,5) e insignificante (até 0,3) (Mukaka, 2012). Em todas as análises, foi adotado um nível de significância de 5%.

Foram considerados precisos os aplicativos para smartphone que em comparação com o instrumento padrão ouro, não rejeitaram a hipótese nula de igualdade, em um nível de significância de 5%, e, na análise de correlação demonstram uma correlação positiva do tipo alta a muito alta.

O estudo não foi submetido à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), uma vez que se trata de uma pesquisa de validade de critério com dados coletados que não envolvem seres humanos.

RESULTADOS

Foram realizadas medições de ruídos ocupacionais, em departamentos variados da empresa, com intensidades de ruído entre 58,2 e 103 decibéis.

No Quadro 6 são apresentadas as estatísticas descritivas e as análises realizadas para cada par de medições do ruído ocupacional. Observou-se que os aplicativos *Sound Analyzer App*, no smartphone Samsung, e *SmarterNoise*, no aparelho Xiaomi, demonstraram boa precisão nas medições em comparação ao instrumento padrão ouro (Sonômetro tipo 2).

O *Sound Analyzer App*, quando utilizado no smartphone Samsung J7 Prime, foi preciso (p-valor = 0,1373) na mensuração de níveis de ruído variando entre 62 e 90 dB(A) apresentando uma diferença de 2,1 dB(A) em relação ao instrumento padrão ouro. Da mesma forma, o *SmarterNoise*, no smartphone Xiaomi Redmi Note 9 Pro, também se mostrou preciso (p-valor = 0,9025) na mensuração de ruído com intensidade entre 66,1 e 92,1 dB(A), com uma diferença de 2,7 dB(A). Ambos os aplicativos apresentaram correlação positiva de grau alta.

Quadro 6 – Mensuração, precisão e correlação dos aplicativos para smartphone na medição de ruído ocupacional em comparação com o instrumento padrão ouro

Aplicativo	Smartphone	Menor Intensidade de ruído medido dB(A)	Maior Intensidade de ruído medido dB(A)	Teste de diferença entre medições				Avaliação de correlação		
				Q1 / Q3	Sd	Mediana das diferenças	P-valor	Correlação	P-valor	Nível de correlação
Decibel X	Samsung	68,8	93,8	6,6 ; 9,5	3,9	7,8	1,59E-09	0,8493	8,26E-14	Alta
SmarterNoise	Samsung	60,5	84,6	3,8 ; 8,8	5,9	6,7	1,26E-07	0,7508	1,42E-09	Alta
Sound Analyzer App	Samsung	62,0	90,0	-3,6 ; 3,9	5,8	2,1	0,1373	0,7389	3,40E-09	Alta
Decibel X	Motorola	69,6	95,9	-16,1 ; -12,1	3,4	-13,9	5,68E-14	0,8687	5,24E-15	Alta
SmarterNoise	Motorola	58,2	100,0	3,3 ; 7,5	4,6	5,8	8,45E-09	0,7774	1,68E-10	Alta
Sound Analyzer App	Motorola	66,6	88,2	3,3 ; 4,3	1,8	3,7	5,68E-14	0,9584	2,20E-16	Muito alta
Decibel X	Xiaomi	61,4	94,7	-3,5 ; 1,7	5,8	-0,8	0,0229	0,9052	2,20E-16	Muito alta
SmarterNoise	Xiaomi	66,1	92,1	-3,2 ; 6,3	5,7	2,7	0,9025	0,8646	9,68E-15	Alta
Sound Analyzer App	Xiaomi	63,2	94,2	3,3 ; 6,6	2,9	5,4	1,79E-09	0,9285	2,20E-16	Muito alta
Decibel Meter	Iphone	65,2	93,5	0,5 ; 3,9	4,6	1,6	0,0028	0,8114	6,86E-12	Alta
Decibel X	Iphone	67,0	94,3	2,7 ; 6,2	3,6	5,0	2,03E-09	0,8244	1,71E-12	Alta
NIOSH	Iphone	59,4	103,0	0,2 ; 2,8	3,0	1,5	1,80E-05	0,9309	2,20E-16	Muito alta

Q1 - Primeiro Quartil;

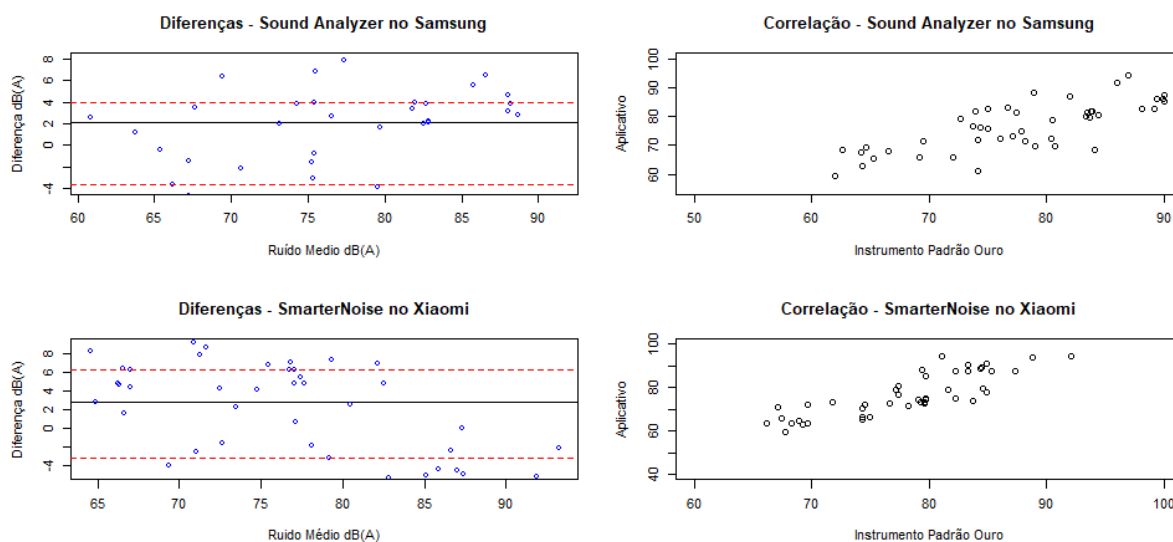
Q3 -Terceiro Quartil;

Sd - Desvio Padrão

Adicionalmente, a Figura 9 mostra os resultados obtidos com o *Sound Analyzer App* no Samsung e o *SmarterNoise* no Xiaomi. O gráfico à esquerda mostra que as diferenças dos níveis de ruído mensurado pelos smartphones e instrumento padrão ouro estão consistentes e dentro dos limites interquartis, com diferenças mais concentradas em torno da mediana quando o nível de ruído se encontra abaixo de 85 dB(A) e um pouco mais dispersa em intensidades mais elevadas, chegando a apresentar diferenças maiores que quatro decibel para mais ou para menos.

Ainda na figura 9, à direita, no gráfico de dispersão, observa-se uma correlação positiva mais homogênea para o *SmarterNoise* no aparelho Xiaomi e um pouco mais dispersa para o *Sound Analyzer App* no Samsung, em relação a linha de tendência.

Figura 9 – Mensuração do ruído ocupacional realizada pelos aplicativos *Sound Analyzer* no aparelho Samsung e *SmarterNoise* no Xiaomi em comparação ao instrumento padrão ouro (Sonômetro tipo 2)

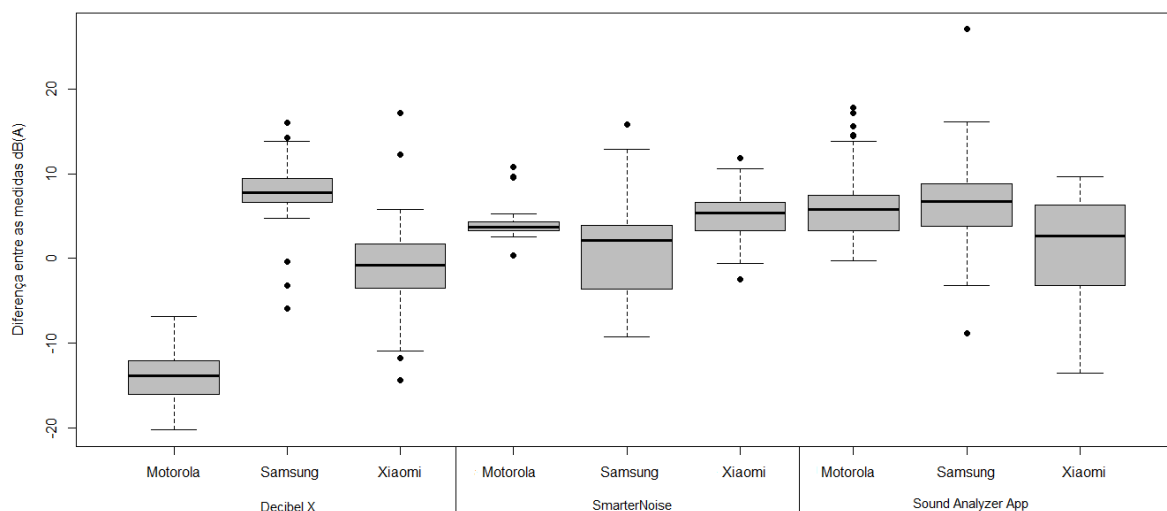


Em relação aos demais aplicativos da plataforma Android, os quais não foram considerados precisos, embora apresentem uma correlação positiva em comparação com o instrumento padrão ouro, foi observada uma diferença estatisticamente significativa ($p\text{-valor} < 0,05$) quando

analisada a diferença entre as medições. A representação gráfica dessas diferenças e a correlação para esses aplicativos são apresentadas como material suplementar (Apêndice D).

Ao comparar o desempenho do mesmo aplicativo nos diferentes smartphones, foi identificada uma discrepância nos resultados obtidos com o aplicativo *Decibel X*. Embora este aplicativo já tenha sido classificado como impreciso em relação ao instrumento padrão ouro, observou-se ampla variação entre a mensuração do ruído realizada com os diferentes smartphones, em comparação com o padrão ouro. No smartphone Motorola, as medições apresentaram diferenças variando de -16dB(A) a -12dB(A), enquanto no aparelho Samsung a variação foi de 6,6 dB(A) a 9,5 dB(A). Por outro lado, os demais aplicativos, embora também apresentassem variações em relação à precisão, mostraram uma diferença mais homogênea entre as diferentes marcas de smartphone (Figura 10).

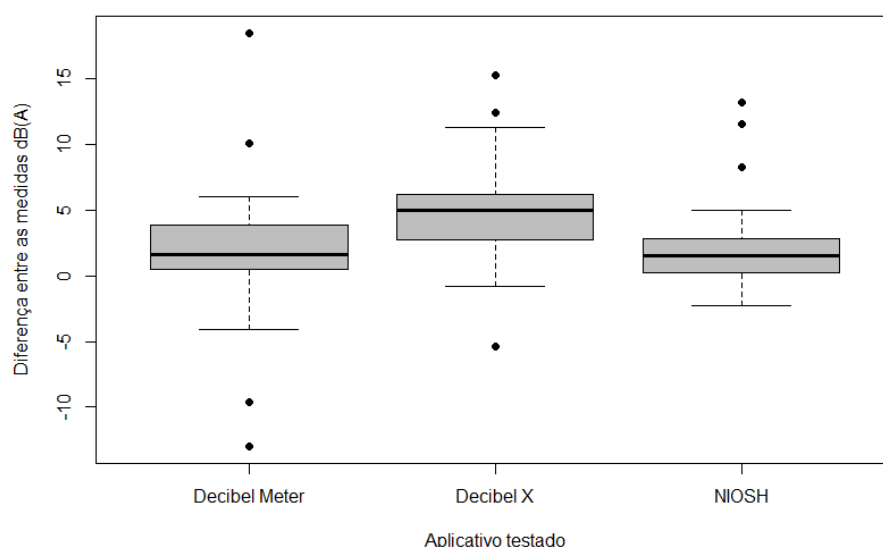
Figura 10 – Diferença nas medições realizadas pelos aplicativos de plataforma Android, nos respectivos smartphones em comparação com o instrumento padrão ouro (Sonômetro tipo 2)



Quanto aos aplicativos da plataforma iOS (*Decibel Meter*, *Decibel X* e *NIOSH*), todos foram considerados imprecisos. Embora estes aplicativos tenham apresentado correlação positiva do tipo moderada, alta e muito alta, respectivamente, em comparação com o instrumento padrão ouro, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as medições realizadas

(0,2 a 6,2 dB(A)). Embora a variação em cada aplicativo seja pequena, é possível observar que 75% dessas diferenças estão acima de zero, além de apresentarem valores extremos nos três aplicativos testados (Figura 11).

Figura 11 – Diferença nas medições realizadas pelos aplicativos testados no smartphone iPhone em comparação com o instrumento padrão ouro (Sonômetro tipo 2)



DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que os aplicativos *Sound Analyzer App* e o *SmarterNoise*, instalados nos smartphones de plataforma Android Samsung e Xiaomi, respectivamente, apresentam uma boa acurácia para a mensuração de ruído ocupacional. Esta boa acurácia foi demonstrada pela diferença das mensurações, bem como pela correlação alta, entre as medições realizadas pelos aplicativos em comparação ao instrumento padrão ouro. Adicionalmente, observou-se que a boa acurácia está relacionada com a marca do smartphone e não apenas com o aplicativo utilizado.

Não foi possível comparar os resultados obtidos neste estudo para os aplicativos *Sound Analyzer App* e *SmarterNoise*, pois não foram encontrados estudos prévios que tenham testado a acurácia dos mesmos. No entanto, a imprecisão observada no aplicativo *Decibel X* de plataforma Android em todos os smartphones testados, corrobora os resultados do estudo

conduzido por McLennon et al. (2019), no qual foram medidas, em ambiente controlado, intensidades de ruído variando de 60 a 90 dB(A), condição semelhante à realizada neste estudo.

Quanto aos aplicativos para plataforma iOS, os resultados revelam que todos os aplicativos testados foram imprecisos. O aplicativo *NIOSH* também foi identificado como impreciso no estudo conduzido por Sun et al. (2019), com medições de ruído realizadas em ambiente não controlado. Por outro lado, o *Decibel Meter Sound*, foi considerado como preciso no estudo de Crossley et al. (2020), achado não confirmado no presente estudo. Acredita-se que os resultados divergentes podem ser explicados pelas diferenças nas condições de teste, como a intensidade do ruído (variando de 25 a 85 dB), a ausência de ponderação em A e o uso de uma sala de som calibrada como instrumento de comparação. Não foram localizados estudos anteriores que avaliassem a precisão do aplicativo *Decibel X*, em dispositivos iOS.

Nas mensurações do ruído ocupacional realizadas pelos aplicativos testados e o instrumento padrão ouro, considerando os pares *Sound Analyzer App* no smartphone Samsung, *Decibel X* no smartphone Xiaomi, *Decibel Meter Sound* e *NIOSH* no smartphone iPhone, foi identificada uma diferença entre as medições inferior a 2,3 dB(A). De acordo com a norma internacional ANSI S1.40 (1984), esta diferença entre as mensurações é considerada como um erro total admissível para um instrumento de medição de ruído do tipo 2. No entanto, considerando o nível de significância adotado para o presente estudo, os aplicativos *Decibel X*, *Decibel Meter Sound* e *NIOSH* foram classificados como imprecisos. Já o aplicativo *Sound Analyzer App* no dispositivo Samsung também atendeu ao critério da ANSI S1.40 e foi classificado como preciso de acordo com os critérios estabelecidos para a classificação como preciso no presente estudo.

O presente estudo contribui para o avanço do conhecimento científico na área, evidenciando que a precisão dos aplicativos para smartphone na mensuração do ruído ocupacional está diretamente relacionada com a marca do smartphone.

No presente estudo foram testadas diferentes marcas de smartphone para todos os aplicativos selecionados. No entanto, não foi realizada a investigação considerando os variados modelos de smartphones de uma mesma marca. Esta limitação não permite a extrapolação dos achados para os diferentes modelos de smartphone de uma mesma marca.

Conclui-se, portanto, que, embora não substituam os instrumentos padronizados e regulamentados para medições de ruído ocupacional, os aplicativos para smartphone destacam-se como ferramentas promissoras para medição de ruído ocupacional, considerando a precisão moderada a muito alta em comparação com o instrumento padrão ouro, a acessibilidade e baixo custo. Desta forma, o uso destes aplicativos é recomendado para a realização de triagem dos níveis de ruído em empresas de diferentes tamanhos, na autovigilância, especialmente entre trabalhadores informais, e na coleta de dados em estudos epidemiológicos. Para pesquisas futuras, sugere-se avaliar a precisão desses aplicativos na medição de ruído ambiental, considerando diferentes faixas de intensidade e características do som, além de investigar o desempenho de diferentes modelos de uma mesma marca de smartphone para a mensuração dos níveis de ruído.

REFERÊNCIAS

- PEIXOTO, N. H.; FERREIRA, L. S. **Higiene Ocupacional II**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, ColégioTécnico Industrial de Santa Maria, 2013.
- SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PGR**. 12ª Edição ed. São Paulo: Ltr, 2023.
- IBEKWE, T. S. et al. Evaluation of mobile smartphones app as a screening tool for environmental noise monitoring. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 13, n. 2, p. D31–D36, 2015.
- FUNDACENTRO. **Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído - NHO 01. Norma de Higiene Ocupacional Procedimento Técnico**. São Paulo, 2001.
- MEIRELES, S. F. Panorama do Uso de TI no Brasil - 2022 | Portal FGV. **Fgv**, p. 9–10, 2022.

KEENE, B. K. et al. Accuracy of Smartphone Sound Level Meter Applications. **Canadian Hearing Report**, p. Vol.8 (6), P. 24-28, 2013.

NAST, D. R.; SPEER, W. S.; PRELL, C. G. LE. Sound level measurements using smartphone apps Useful or inaccurate. **Department of Speech, Language, and Hearing Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32608, USA**, p. 251–256, Vol.16; Issue: 72, 2014.

BLAIR, B. D. et al. Measuring environmental noise from airports, oil and gas operations, and traffic with smartphone applications: laboratory and field trials. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, p. Vol. 28, Issue 6, nov. 2018.

ZAMORA, W. et al. Accurate Ambient Noise Assessment Using Smartphones. **Sensors - MDPI**, p. Vol 17, 917, 2-18, fev. 2017.

KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. Evaluation of smartphone sound measurement applications (apps) using external microphones—A follow-up study. **The Journal of the Acoustical Society of America**, p. 140, EL324, out. 2016.

MURPHY, E.; KING, E. A. Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. **Applied Acoustics**, v. 106, n. May, p. 16–22, 2015.

Statcounter, Global Stats. **Mobile Vendor Market Share Brazil**. Disponível em: <https://gs.statcounter.com/vendor-market-share/mobile/brazil#monthly-202208-202308-bar> Acesso em 23 set 2023

DEVICEATLAS, D. B. **Device Information & Properties - Data Explorer**. Disponível em: <<https://deviceatlas.com/device-data/explorer/webusage/traffic/no-tablet/country/br?search=Apple iPhone XR>>. Acesso em: 23 set. 2023.

MOKKINK, L. B. COSMIN Risk of Bias checklist. **Amsterdam Public Health Research Institute**, p. 1–37, 2018.

Mukaka, M. M. (2012). **A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research**. Malawi medical journal, 24(3), 69-7

MCLENNON, T. et al. Evaluation of smartphone sound level meter applications as a reliable tool for noise monitoring. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 16, n. 9, p. 620–627, 2019.

SUN, K. et al. The potential use of a NIOSH sound level meter smart device application in mining operations. **Noise Control Engineering Journal**, v. 67, n. 1, p. 23–30, 2019.

CROSSLEY, E. et al. The Accuracy of iPhone Applications to Monitor Environmental Noise Levels. **Laryngoscope**, v. 131, n. 1, p. E59–E62, 2021.

ANSI, A. N. S. I. **ANSI.S1.40 Specification for Acoustical Calibrator. ASTM E695:Standard Method of Measuring Relative Resistance of Wall, Floor, and Roof Construction to Impact Loading**, 1984.

CHEN, X. et al. **Environmental noise exposure and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analysis**. European Journal of Public Health, v. 33, n. 4, p.

725–731, 2023.

RODRIGUEZ, M. A História dos Aplicativos – **Quem usa e quem vive de desenvolver**. Disponível em: <<https://tribunadaimpressalivre.com/a-historia-dos-aplicativos-quem-usa-e-quem-vive-de-desenvolver/>>, 2019.

6. CONCLUSÃO

Levando em consideração os aspectos abordados, pode-se concluir que apesar de estudos internacionais apontarem para uma controvérsia quanto a acurácia de aplicativos para smartphone na medição de ruído ambiental e ocupacional, tal estudo revela que aplicativos como o *Sound Analyzer App* e o *SmarterNoise*, instalados nos smartphones de plataforma Android, Samsung e Xiaomi, respectivamente, apresentam uma boa acurácia em comparação ao instrumento padrão ouro (Sonometro tipo 2). Assim, tais aplicativos podem ser utilizados como ferramenta precisa para medição de ruído ocupacional, possibilitando a vigilância em saúde do trabalhador, sobretudo aqueles autônomos, bem como auxiliar no desenvolvimento de estudos epidemiológicos.

REFERÊNCIAS

- ABNT, A. B. DE N. T. **NBR 16313/2014 - Acústica - Terminologia. Norma Brasileira**, 2014.
- ABNT, A. B. DE N. T. ABNT NBR 10151: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. 2020a.
- ABNT, A. B. DE N. T. **NBR 10152 - Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Norma Brasileira**, 2020b.
- ALMEIDA-FILHO, N. DE; BARRETO, M. L. Epidemiologia & Saúde: Fundamentos, Métodos, Aplicações. In: KOOGAN, G. (Ed.). **Capítulo 13 - Qualidade dos Instrumentos Epidemiológicos**. Rio de Janeiro: [s.n.]. p. 150–164.
- ANSI, A. N. S. I. **ANSI S1.4: Specifications for Sound Level Meters. ASME, Am Natl Stand ANSI S1. 4**, 1983.
- ANSI, A. N. S. I. **ANSI.S1.40 Specification for Acoustical Calibrator. ASTM E695:Standard Method of Measuring Relative Resistance of Wall, Floor, and Roof Construction to Impact Loading**, 1984.
- BLAIR, B. D. et al. Measuring environmental noise from airports, oil and gas operations, and traffic with smartphone applications: laboratory and field trials. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, p. Vol. 28, Issue 6, nov. 2018.
- BRASIL, M. DA S. **PORTARIA Nº 1.823, DE 23 DE AGOSTO DE 2012.** , 2012.
- BRASIL, M. DA S. **GUIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE**. versão ele ed. Brasília, DF: [s.n.]. v. 5ª Edição
- BRASIL, M. DO T. E E. **NR-09 - AVALIAÇÃO E CONTROLE DAS EXPOSIÇÕES OCUPACIONAIS A AGENTES FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS.** , 2021b.
- BRASIL, M. DO T. E E. **NR 17 - ERGONOMIA.** , 2021c.
- BRASIL, M. DO T. E E. NR 01 - Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais. n. 01, p. 1–18, 2022a.
- BRASIL, M. DO T. E E. **NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES.** , 2022b.
- BRASIL, M. DO T. E E. NR 7 - PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO DE SAÚDE OCUPACIONAL - PCMSO. 2022c.
- CNS, C. N. DE S. **RESOLUÇÃO Nº 588, DE 12 DE JULHO DE 2018.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/p/politica-nacional-de-vigilancia-em-saude>>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- CONAMA, C. N. DO M. A. **RESOLUÇÃO CONAMA N.º 01 DE 08 DE MARÇO DE 1990.** , 1990.
- CROSSLEY, E. et al. The Accuracy of iPhone Applications to Monitor Environmental Noise Levels. **Laryngoscope**, v. 131, n. 1, p. E59–E62, 2021.
- DEVICEATLAS, D. B. **Device Information & Properties - Data Explorer**. Disponível em:

<<https://deviceatlas.com/device-data/explorer/webusage/traffic/no-tablet/country/br?search=Apple iPhone XR>>. Acesso em: 23 set. 2023.

FILHO, T. Nível de pressão sonora – Uso do decibelímetro. **Universidade Estadual de Londrina Departamento de Física**, p. 1–4, fev. 2012.

FLETCHER, R. H.; FLETCHER, S. W.; FLETCHER, G. S. Epidemiologia Clínica: Elementos Essenciais. In: ARTMED (Ed.). **Capítulo 8 - Diagnóstico**. 5ª Edição ed. [s.l: s.n.]. p. 116–139.

FUNDACENTRO. **Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído - NHO 01. Norma de Higiene Ocupacional Procedimento Técnico**. São Paulo, 2001.

GINA, T. R. M.; HENRIQUE, R. M. DA H. **Pesquisa em Saúde Pública: Como Desenvolver e Validar Instrumentos de Coleta de Dados**. 1ª edição ed. [s.l: s.n.].

IBEKWE, T. et al. Evaluation of the environmental noise levels in Abuja Municipality using mobile phones. **Annals of Ibadan Postgraduate Medicine**, v. 14, n. 2, p. 58–64, 21 fev. 2016.

IBEKWE, T. S. et al. Evaluation of mobile smartphones app as a screening tool for environmental noise monitoring. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 13, n. 2, p. D31–D36, 2015.

KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. So How Good are These Smartphone Sound Measurement Apps? **Council for Accreditation in Occupational Hearing Conservation**, p. Vol.25 (3), 1, 2013.

KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. Evaluation of smartphone sound measurement applications. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 176, n. 3, p. 139–148, 2014.

KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. Evaluation of smartphone sound measurement applications (apps) using external microphones—A follow-up study. **The Journal of the Acoustical Society of America**, p. 140, EL324, out. 2016.

KEENE, B. K. et al. Accuracy of Smartphone Sound Level Meter Applications. **Canadian Hearing Report**, p. Vol.8 (6), P. 24-28, 2013.

LEIDEL, N. A. Manual de Estratégia de Amostragem. **Niosh**, p. 194, 1997.

MAIA, P. A. **O ruído nas obras de construção civil e o risco de surdez ocupacional**. São Paulo: Fundacentro, 2008.

MCLENNON, T. et al. Evaluation of smartphone sound level meter applications as a reliable tool for noise monitoring. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 16, n. 9, p. 620–627, 2019.

MEDRONHO, R. A. et al. Epidemiologia. In: ATHENEU (Ed.). **Capítulo 15 Validade em Estudos Epidemiológicos**. 2ª Edição ed. Sao Paulo: [s.n.]. p. 275–288.

MEIRELES, S. F. Panorama do Uso de TI no Brasil - 2022 | Portal FGV. **Fgv**, p. 9–10, 2022.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=vigilância>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MOHER D et al. **PRISMA 2009 Flow Diagram**. Preferred Reporting Items for Systematic

Reviews and MetaAnalyses: The PRISMA Statement. **Anais...**2009.

MOKKINK, L. B. et al. COSMIN checklist manual. **VU University Medical Center Department of Epidemiology and Biostatistics EMGO Institute for Health and Care Research**, v. 58, n. 2, p. 160–162, 2012.

MOKKINK, L. B. et al. COSMIN manual for systematic reviews of PROMs, user manual. n. February, p. 1–78, 2018.

MOKKINK, L. B. COSMIN Risk of Bias checklist. **Amsterdam Public Health Research Institute**, p. 1–37, 2018.

MURPHY, E. et al. Exploring the accuracy of smartphone applications for measuring environmental noise. **INTER-NOISE 2015 - 44th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering**, 2015.

MURPHY, E.; KING, E. A. Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. **Applied Acoustics**, v. 106, n. May, p. 16–22, 2015.

MURPHY, E.; KING, E. A. Smartphone-based noise mapping: Integrating sound level meter app data into the strategic noise mapping process. **Science of the Total Environment**, v. 562, p. 852–859, 2016.

NAST, D. R.; SPEER, W. S.; PRELL, C. G. LE. Sound level measurements using smartphone apps Useful or inaccurate. **Department of Speech, Language, and Hearing Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32608, USA**, p. 251–256, Vol.16; Issue: 72, 2014.

OMS, O. M. DA S. **World Report On Hearing. World Health Organization**. Geneva, 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>>

PEIXOTO, N. H.; FERREIRA, L. S. **Higiene Ocupacional II**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, ColégioTécnico Industrial de Santa Maria, 2013.

ROBERTS, B.; KARDOUS, C.; NEITZEL, R. Improving the Accuracy of Smart Devices to Measure Noise Exposure _ Enhanced Reader. **J Ocupar Ambiente Hyg**, p. 13(11), 840–846, 2016.

ROBERTS, B.; NEITZEL, R. Using Smart Devices to Measure Intermittent Noise in the Workplace. **Noise and Health**, v. 19, n. 87, p. 58–64, 2017.

ROBINSON, D. P.; TINGAY, J. Comparative study of the performance of smartphone-based sound level meter apps, with and without the application of a " IEC-61094-4working standard microphone, to IEC-61672 standard metering equipment in the detection of various problematic workplace noi. **INTERNOISE 2014 - 43rd International Congress on Noise Control Engineering: Improving the World Through Noise Control**, p. 1–10, nov. 2014.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PGR**. 12ª Edição ed. São Paulo: Ltr, 2023.

SANTOS, U. DE P. et al. **Ruído Riscos e Prevenção**. 2ª ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

SERPANOS, Y. C. et al. The accuracy of smartphone sound level meter applications with and without calibration. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 27, n. 4, p. 1319–1328, 2018.

SERPANOS, Y. C. et al. The Accuracy of Smartphone Sound Level Meter Applications (SLMAs) in Measuring Sound Levels in Clinical Rooms. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 32, n. 1, p. 27–34, 2021.

SUN, K. et al. The potential use of a NIOSH sound level meter smart device application in mining operations. **Noise Control Engineering Journal**, v. 67, n. 1, p. 23–30, 2019.

THEMANN, C. L.; MASTERSON, E. A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 146, n. 5, p. 3879–3905, 2019.

ZAMORA, W. et al. Accurate Ambient Noise Assessment Using Smartphones. **Sensors - MDPI**, p. Vol 17, 917, 2-18, fev. 2017.

APENDICES

APENDICE A - FORMULÁRIO DE PESQUISA

FORMULÁRIO DE PESQUISA

OBJETIVO GERAL

Identificar a acurácia de aplicativos para smartphones na medição de ruído ambiental e ocupacional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Caracterizar os principais estudos sobre a utilização de aplicativos na medição de ruído;
- b) Descrever os métodos utilizados para estudos de acurácia de aplicativos na medição de ruído.
- c) Sistematizar as informações sobre a acurácia dos aplicativos para smartphone para a medição de ruído ambiental e ocupacional

PROBLEMA DE PESQUISA

Há controvérsias na literatura científica sobre a acurácia dos aplicativos para smartphone para a medição de ruído ambiental e ocupacional

HIPÓTESES (FACULTIVO)

Os aplicativos para smartphone apresentam boa acurácia na medição de ruído ambiental e ocupacional

PRINCIPAL ESTRATÉGIA DE PESQUISA

- P - noise measurement
- I - mobile applications
- C - noise meters
- O - accuracy

Operador Booleano	Palavra-chave	Descritor Decs (BVS, Lilacs e as demais da BVS)	Descritor Mesh (PubMed, Medline)	Palavra chave não autorizada Inglês
OR	Noise Measurement	X		
	Noise Monitoring	X		
	Noise Meters	X		
	Noise, Occupational	X	X	
	Sound measurement			“sound measurement”
	Noise measuring device			“Noise measuring device”
	Environment noise sound level meter			“Environment noise” “sound level meter”

AND

Operador Booleano	Palavra-chave	Descritor Decs (BVS, Lilacs e as demais da BVS)	Descritor Mesh (PubMed, Medline)	Palavra chave não autorizada Inglês
OR	Mobile Applications		X	
	App			App
	Application, Mobile		X	
	Smartphone App		X	
	Mobile App		X	
	Smartphone			Smartphone
Estratégia de busca	“Noise measurement” OR “Noise Monitoring” OR “Noise Meters” OR “Noise, Occupational” OR “sound measurement” OR “Noise measuring device” OR “Environmental Noise” OR “sound level meter” AND “mobile applications” OR “app” OR “smartphones”			

AND				
Operador Booleano	Palavra-chave	Descritor Decs (BVS, Lilacs e as demais da BVS)	Descritor Mesh (PubMed, Medline)	Palavra chave não autorizada Inglês
OR	Data Accuracy	X	X	
	Accuracy, Data		X	
	Accuracy			Accuracy
	Accurate			Accurate
Estratégia de busca	“Noise measurement” OR “Noise Monitoring” OR “Noise Meters” OR “Noise, Occupational” OR “sound measurement” OR “Noise measuring device” OR “Environmental Noise” OR “sound level meter” AND “mobile applications” OR “app” OR “smartphones” AND accuracy OR “data accuracy” OR Accurate			

ESTRATÉGIA DE BUSCA PADRÃO

“Noise measurement” OR “Noise Monitoring” OR “Noise Meters” OR “Noise, Occupational” OR “sound measurement” OR “Noise measuring device” OR “Environmental Noise” OR “sound level meter” AND “mobile applications” OR “app” OR “smartphones” AND accuracy OR “data accuracy” OR Accurate

Base de dados	Estratégia mostrada na base	Data e Número de resultados	Filtros
Pubmed	((("Noise measurement"[Abstract] OR "Noise Monitoring"[Abstract] OR "Noise, Occupational"[Abstract] OR "sound measurement"[Abstract] OR "Environmental Noise"[Abstract] OR "sound level"[Abstract]) AND ("mobile applications"[Abstract] OR "app"[Abstract] OR "smartphones"[Abstract])) AND (accuracy[Abstract] OR "data accuracy"[Abstract] OR Accurate[Abstract])	23/08/2023 19:40 8 registros	() Sim (x)Não
LINK: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/?term=%28%28%22Noise+measurement%22%5BAbstract%5D+OR+%22Noise+Monitoring%22%5BAbstract%5D+OR+%22Noise%2C+Occupational%22%5BAbstract%5D+OR+%22sound+measurement%22%5BAbstract%5D+OR+%22Environmental+Noise%22%5BAbstract%5D+OR+%22sound+level%22%5BAbstract%5D%29+AND+%28%22mobile+applications%22%5BAbstract%5D+OR+%22app%22%5BAbstract%5D+OR+%22smartphones%22%5BAbstract%5D%29+AND+%28accuracy%5BAbstract%5D+OR+%22data+accuracy%22%5BAbstract%5D+OR+Accurate%5BAbstract%5D%29			
LILACS	"medicao de ruido" OR "monitoramento do ruido" [Descritor de assunto] AND "medidores de ruido" OR "APLICATIVOS moveis" [Descritor de assunto] AND "acuracia dos dados" [Descritor de assunto]	23/08/2023 20:14 0 registros	() Sim (x)Não
LINK: https://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/			
MEDLINE	(mh:("Noise measurement")) OR (mh:("Noise Monitoring")) OR (mh:("Noise Meters")) OR (mh:("Noise, Occupational")) OR ("sound measurement") OR ("noise measuring device") OR ("environmental noise") OR ("sound level meter") AND (mh:("mobile applications")) OR (app) OR (smartphones) AND (mh:("data accuracy")) OR (accurate) OR (accuracy)	23/08/2023 20:10 14 registros	() Sim (x)Não
LINK: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/?lang=pt&home_url=http%3A%2F%2Ffilacs.bvsalud.org&home_text=Pesquisa&q=%28mh%3A%28%22Noise+measurement%22%29%29+OR+%28mh%3A%28%22Noise+Monitoring%22%29%29+OR+%28mh%3A%28%22Noise+Meters%22%29%29+OR+%28mh%3A%28%22Noise%2C+Occupational%22%29%29+OR+%28E2%80%9Csound+measurement%E2%80%9D%29+OR+%28E2%80%9Cnoise+measuring+device%E2%80%9D%29+OR+%28E2%80%9Cenvironmental+noise%E2%80%9D%29+OR+%28E2%80%9Csound+level+meter%E2%80%9D%29+AND+%28mh%3A%28E2%80%9Cmobile+applications%E2%80%9D%29%29+OR+%28app%29+OR+%28smartphones%29+AND+%28mh%3A%28E2%80%9Cdata+accuracy%E2%80%9D%29%29+OR+%28accurate%29+OR+%28accuracy%29&submit=			

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/?term=%28%28%22Noise+measurement%22%5BAbstract%5D+OR+%22Noise+Monitoring%22%5BAbstract%5D+OR+%22Noise%2C+Occupational%22%5BAbstract%5D+OR+%22sound+measurement%22%5BAbstract%5D+OR+%22Environmental+Noise%22%5BAbstract%5D+OR+%22sound+level%22%5BAbstract%5D%29+AND+%28%22mobile+applications%22%5BAbstract%5D+OR+%22app%22%5BAbstract%5D+OR+%22smartphones%22%5BAbstract%5D%29+AND+%28accuracy%5BAbstract%5D+OR+%22data+accuracy%22%5BAbstract%5D+OR+Accurate%5BAbstract%5D%29>

LILACS	"medicao de ruído" OR "monitoramento do ruído" [Descritor de assunto] AND "medidores de ruído" OR "APLICATIVOS moveis" [Descritor de assunto] AND "acuracia dos dados" [Descritor de assunto]	23/08/2023 20:14 0 registros	() Sim (x) Não
---------------	---	------------------------------------	----------------------

LINK: <https://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/>

MEDLINE	(mh:("Noise measurement")) OR (mh:("Noise Monitoring")) OR (mh:("Noise Meters")) OR (mh:("Noise, Occupational")) OR ("sound measurement") OR ("noise measuring device") OR ("environmental noise") OR ("sound level meter") AND (mh:("mobile applications")) OR (app) OR (smartphones) AND (mh:("data accuracy")) OR (accurate) OR (accuracy)	23/08/2023 20:10 14 registros	() Sim (x) Não
----------------	--	-------------------------------------	----------------------

LINK:

https://pesquisa.bvsalud.org/porta/?lang=pt&home_url=http%3A%2F%2Ffilacs.bvsalud.org&home_text=Pesquisa&q=%28mh%3A%28%22Noise+measurement%22%29%29+OR+%28mh%3A%28%22Noise+Monitoring%22%29%29+OR+%28mh%3A%28%22Noise+Meters%22%29%29+OR+%28mh%3A%28%22Noise%2C+Occupational%22%29%29+OR+%28E2%80%9Csound+measurement%E2%80%9D%29+OR+%28E2%80%9Cnoise+measuring+device%E2%80%9D%29+OR+%28E2%80%9Cenvironmental+noise%E2%80%9D%29+OR+%28E2%80%9Csound+level+meter%E2%80%9D%29+AND+%28mh%3A%28E2%80%9Cmobile+applications%E2%80%9D%29%29+OR+%28app%29+OR+%28smartphones%29+AND+%28mh%3A%28E2%80%9Cdata+accuracy%E2%80%9D%29%29+OR+%28accuracy%29+OR+%28accuracy%29&submit=

APENDICE B – SÍNTESE DOS APLICATIVOS TESTADOS PELOS ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

Detalhamento dos estudos realizados										
Autor / Ano	Aplicativo	Plataforma	Ambiente de teste	Faixa de Medição	Tipo de Medição de ruído	Microfone	Calibração	Instrumento Padrão	Resultado	Conclusão
Kardous e Shaw, 2013	Decibel Meter Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	-8,65dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-13,17 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	iSPL Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		-7,43 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-2,58 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	Noise Hunter	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		-12,22dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-1,93 dB(A) ^{*2}	Preciso
	NoiSee	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		1,97dB	Preciso
				65 a 95dB(A)					-1,13 dB(A) ^{*2}	Preciso
	Sound Level Meter	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		6,76dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					3,60 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	SoundMeter Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		1,76dB	Preciso
				65 a 95dB(A)					-0,52 dB(A) ^{*2}	Preciso
	SPL Meter (Real)	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		-5,58dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-13,13 dB(A) ^{*2}	Impreciso
Keene et al, 2013	SPL Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	2,78dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					2,48 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	SPLnFFT	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		0,07dB	Preciso
				65 a 95dB(A)					-2,27 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	Adv Decibel Meter	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Sim		3,78dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-5,05 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	dB Volume	iOS	Controlado	85 dB	Ambiental	-	-		67% ^{*1}	Impreciso
				90 dB					22% ^{*1}	Impreciso
	Decibel 10 th	iOS	Controlado	85 dB	Ambiental	-	-		100% ^{*1}	Impreciso
				90 dB					0% ^{*1}	Impreciso
	Decibel Meter Free	iOS	Controlado	85 dB	Ambiental	-	-		100% ^{*1}	Impreciso
				90 dB					0% ^{*1}	Impreciso
	Noise Meter	Android	Controlado	85 dB	Ambiental	-	-		0% ^{*1}	Impreciso
				90 dB					0% ^{*1}	Impreciso
Kardous e Shaw, 2014	Sound Meter (BT)	Android	Controlado	85 dB	Ambiental	-	-	Sonômetro Tipo 1	33% ^{*1}	Impreciso
				90 dB					0% ^{*1}	Impreciso
	Sound Meter	Android	Controlado	85 dB	Ambiental	-	-		0% ^{*1}	Impreciso
				90 dB					0% ^{*1}	Impreciso
	Adv Decibel Meter	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		3,78 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-5,04 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	Decibel Meter Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		-8,65 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-13,17 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	iSPL Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		-7,42 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					2,57 dB C ^{*2}	Impreciso
	Noise Hunter	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		-12,21 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-1,92 dB B ^{*2}	Preciso
	NoiSee	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		1,97 dB	Preciso
				65 a 95dB(A)					-1,12 dB(A) ^{*2}	Preciso
Nast, Speer e Prell, 2014	Sound Level Meter	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	6,76 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					3,60 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	SoundMeter Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		1,75 dB D	Preciso
				65 a 95dB(A)					-0,51 dB(A) ^{*2}	Preciso
	SPL Meter (Real)	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		-5,58 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					-13,13 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	SPL Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		2,78 dB	Impreciso
				65 a 95dB(A)					2,48 dB(A) ^{*2}	Impreciso
	SPLnFFT	iOS	Controlado	65 a 95dB	Amb. / Ocup.	Não	Não		0,06 dB	Preciso
				65 a 95dB(A)					-2,27 dB B.C ^{*2}	Impreciso
	Advanced Decibel	iOS	Controlado	50, 70 e 85	Amb. / Ocup.	Não	Não		±5dB a 7-8dB ^C	Impreciso
									3 a 10dB(A) ^{*3}	Impreciso
	dB Volume	iOS	Controlado	50, 70 e 85	Amb. / Ocup.	Não	Não		± 5dB a 7-8dB ^C	Impreciso
									1-2 e -5-10dB(A) ^{*3}	Impreciso
Nast, Speer e Prell, 2014	SoundMeter Pro	iOS	Controlado	50, 70 e 85	Amb. / Ocup.	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	± 3 dB ^C	Impreciso
									1-2 dB(A) ^{*3}	Impreciso
	SPL	iOS	Controlado	50, 70 e 85	Amb. / Ocup.	Não	Não		8 a 10dB ^C	Impreciso
									3 a 10dB(A) ^{*3}	Impreciso
	SPLnFFT	iOS	Controlado	50, 70 e 85	Amb. / Ocup.	Não	Não		8 a 10dB ^C	Impreciso
									3 a 10dB(A) ^{*3}	Impreciso
		iOS	Controlado	R. de fundo 50	Ocupacional	Não	-		19,92dB	Impreciso
									4,23dB _A ; Sd=2,97	Impreciso

Detalhamento dos estudos realizados										
Autor / Ano	Aplicativo	Plataforma	Ambiente de teste	Faixa de Medição	Tipo de Medição de ruído	Microfone	Calibração	Instrumento Padrão	Resultado	Conclusão
Murphy e King, 2015	dB Meter Pro (Decibel Meter Pro)			70					-3,38dBA; Sd=2,80	Impreciso
	Noise Meter	Android	Controlado	90	Ocupacional	Não	-		10,94dBA; Sd=3,10	Impreciso
				50					-6,73dBA; Sd=9,77	Impreciso
				70					-7,49dBA; Sd=8,87	Impreciso
				70					-5,09dBA; Sd=7,82	Impreciso
				90					13,65dBA; Sd=5,64	Impreciso
	SLA Lite	iOS	Controlado	R. de fundo	Ocupacional	Não	-		0,57dBA; Sd=1,11	Preciso
				50					-0,76dBA; Sd=1,21	Preciso
				70					-0,55dBA; Sd=1,68	Preciso
				90					-0,75dBA; Sd=1,14	Preciso
	Sound Meter	Android	Controlado	R. de fundo	Ocupacional	Não	-		3,60dBA; Sd=6,00	Impreciso
				50					3,11dBA; Sd=8,77	Impreciso
				70					4,80dBA; Sd=9,34	Impreciso
				90					-3,77dBA; Sd=9,40	Impreciso
	SPLnFFT	iOS	Controlado	R. de fundo	Ocupacional	Não	-		3,97dBA; Sd=1,20	Impreciso
				50					2,90dBA; Sd=1,68	Impreciso
				70					2,31dBA; Sd=2,55	Impreciso
				90					1,79dBA; Sd=3,02	Impreciso
	UE SPL	iOS	Controlado	R. de fundo	Ocupacional	Não	-	Sonômetro Tipo 1	9,70dBA; Sd=1,47	Impreciso
Fava, Gaetano et al, 2016				50					8,02dBA; Sd=1,56	Impreciso
				70					7,68dBA; Sd=1,77	Impreciso
				90					1,89dBA; Sd=2,19	Impreciso
	Decibel Pro	Android	Controlado	R. de fundo	Ocupacional	Não	-		-5,21dBA; Sd=8,99	Impreciso
				50					0,75 dBA; Sd=8,58	Impreciso
				70					2,86dBA; Sd=7,10	Impreciso
				90					-5,11dBA; Sd=4,22	Impreciso
	dB Volume	iOS	Controlado	60 a 100 dB	Ambiental	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	3,9; p < 0,001	Impreciso
	SPL Meter	iOS	Controlado	60 a 100 dB	Ambiental	Não	Não		1,9; p < 0,001	Impreciso
	SPL Pro	iOS	Controlado	60 a 100 dB	Ambiental	Não	Não		1,6; p = 0,007	Impreciso
	Androidboy1	Android	Não controlado	<100 dB	Ambiental	Não	Sim	Sonômetro Tipo 2	r = 0,9	Inconclusivo
	NoiSee	iOS	Controlado	65 a 95dB	Ambiental	Sim	Sim	Sonômetro Tipo 1	Pr: 0,3072	Preciso
									Pr: 0,3386	Preciso
	SoundMeter Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Ambiental	Sim	Sim		Pr: 0,6463	Preciso
									Pr: 0,0587	Preciso
	SPL Pro	iOS	Controlado	65 a 95dB	Ambiental	Sim	Sim		Pr: 0,7108	Preciso
									Pr: 0,2740	Preciso
	SPLnFFT	iOS	Controlado	65 a 95dB	Ambiental	Sim	Sim		Pr: 0,5272	Preciso
									Pr: 0,1241	Preciso
Roberts et al, 2016	NoiSee	iOS	Controlado	60 a 100dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Trident Multi-Chanel Acoustic Analyzer Software	>LOQ a7,2 dB(A) ⁴	Impreciso
						Sim ⁷⁹	Sim		-4,3 a 0,0 dB(A)	Impreciso
						Sim ⁷⁹	Sim		0,2 a 1,5 dB(A)	Preciso
	SoundMeter Pro	iOS	Controlado	60 a 100dB(A)	Ocupacional	Não	Sim		2,2 a 3,4 dB(A)	Impreciso
						Sim ⁷⁹	Sim		-0,1 a 0,0 dB(A)	Preciso
						Sim ⁷⁹	Sim		0,4 a 1,0 dB(A)	Preciso
						Não	Sim		1,6 a 2,8 dB(A)	Impreciso
						Sim ⁷⁹	Sim		1,0 a 2,1 dB(A)	Preciso
						Sim ⁷⁹	Sim		1,2 a 2,3 dB(A)	Impreciso
	SoundMeter Pro	iOS	Controlado	40 a 85 dB(A)	Ocupacional	Sim	Sim	Dosímetro	+/- 0,5 dB(A)	Preciso
			Não Controlado	40 a 85 dB(A)					2,6 e 0,7 dBA	Impreciso
	Audio Tool	Android	Controlado	55 e 95 dBA	Amb. / Ocup.	Sim	Sim	Sonômetro Tipo 1	r = 0,9993	Preciso
				60 e 95 dBC					r = 0,9956	Preciso
			Não controlado	55 e 95 dBA	Amb. / Ocup.	Sim	Sim		r = 0,88 ⁷⁵	Preciso
				60 e 95 dBC					r = 0,768 ⁷⁵	Impreciso
	SoundMeter Pro ⁷⁴	iOS	Controlado	55 e 95 dBA	Amb. / Ocup.	Sim	Sim		r = 0,9951	Preciso
				60 e 95 dBC					r = 0,9878	Preciso
	SPL Graph Pro	iOS	Controlado	55 e 95 dBA	Amb. / Ocup.	Sim	Sim		r = 0,9995	Preciso
				60 e 95 dBC					r = 0,9674	Preciso
	SPL Graph Pro	iOS	Não controlado	55 e 95 dBA	Amb. / Ocup.	Sim	Sim		r = 0,927 ⁷⁵	Preciso
				60 e 95 dBC					r = 0,576 ⁷⁵	Impreciso
Serpanos YC, et al, 2018	Analyzer	iOS	Controlado (NBN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	14,8 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					9,7 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					2,7 dB(A)	Impreciso
				50 dB(A)					0,2 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					-0,8 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					-0,1 dB(A)	Preciso

Detalhamento dos estudos realizados										
Autor / Ano	Aplicativo	Plataforma	Ambiente de teste	Faixa de Medição	Tipo de Medição de ruído	Microfone	Calibração	Instrumento Padrão	Resultado	Conclusão
Serpanos YC, et al, 2018	Analyzer	iOS	Controlado (NBN)	80 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	0,2 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					-1,0 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					-0,3 dB(A)	Preciso
				20 dB(A)					6,9 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					1,0 dB(A)	Preciso
				40 dB(A)					-6,5 dB(A)	Impreciso
				50 dB(A)					-6,9 dB(A)	Impreciso
				60 dB(A)					-3,6 dB(A)	Impreciso
				70 dB(A)					-5,1 dB(A)	Impreciso
				80 dB(A)					-5,0 dB(A)	Impreciso
				90 dB(A)					-6,4 dB(A)	Impreciso
				100 dB(A)					-3,7 dB(A)	Impreciso
	Analyzer	iOS	Controlado (NBN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	18,4 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					12,9 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					4,5 dB(A)	Impreciso
				50 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					1,0 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					1,4 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					1,0 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					1,1 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					1,3 dB(A)	Preciso
				20 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	9,5 dB(A)	Preciso
			Controlado (WN)	30 dB(A)					0,3 dB(A)	Preciso
				40 dB(A)					-5,6 dB(A)	Impreciso
				50 dB(A)					-6,7 dB(A)	Impreciso
				60 dB(A)					-7,0 dB(A)	Impreciso
				70 dB(A)					-8,1 dB(A)	Impreciso
				80 dB(A)					-7,2 dB(A)	Impreciso
				90 dB(A)					-7,9 dB(A)	Impreciso
				100 dB(A)					-7,2 dB(A)	Impreciso
	Analyzer	iOS	Não controlado	48,2 a 40,4 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	2,5 dB(A)	Impreciso
									-0,2 dB(A)	Preciso
									4,0 dB(A)	Impreciso
									6,0 dB(A)	Impreciso
									2,8 dB(A)	Impreciso
									9,7 dB(A)	Impreciso
									7,4 dB(A)	Impreciso
									0,9 dB(A)	Preciso
									12,5 dB(A)	Impreciso
	Analyzer	iOS	Não controlado	28,1 a 41,7 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	10,4 dB(A)	Impreciso
									9,2 dB(A)	Impreciso
									9,0 dB(A)	Impreciso
									16,7 dB(A)	Impreciso
									15,0 dB(A)	Impreciso
									9,3 dB(A)	Impreciso
									5,0 dB(A)	Impreciso
									9,3 dB(A)	Impreciso
									4,8 dB(A)	Impreciso
									0,9 dB(A)	Preciso
	Sound Level Meter Pro	iOS	Controlado (NBN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	1,2 dB(A)	Preciso
				30 dB(A)					1,8 dB(A)	Preciso
				40 dB(A)					0,9 dB(A)	Preciso
				50 dB(A)					0,9 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					-0,1 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					-0,1 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					-0,4 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					0,6 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					9,6 dB(A)	Impreciso
	Sound Level Meter Pro	iOS	Controlado (NBN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	5,0 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					2,5 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					2,6 dB(A)	Impreciso
				50 dB(A)					2,6 dB(A)	Impreciso
				60 dB(A)					2,6 dB(A)	Impreciso
				70 dB(A)					2,6 dB(A)	Impreciso
				80 dB(A)					2,6 dB(A)	Impreciso
				90 dB(A)					3,2 dB(A)	Impreciso
				100 dB(A)					3,1 dB(A)	Impreciso
	Sound Level Meter Pro	iOS	Controlado (WN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	10,3 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					4,5 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
				50 dB(A)					2,0 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					1,8 dB(A)	Preciso

Detalhamento dos estudos realizados										
Autor / Ano	Aplicativo	Plataforma	Ambiente de teste	Faixa de Medição	Tipo de Medição de ruído	Microfone	Calibração	Instrumento Padrão	Resultado	Conclusão
Serpanos YC, et al, 2018	Sound Level Meter Pro	iOS	Controlado (WN)	70 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	0,4 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					1,3 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					1,4 dB(A)	Preciso
				20 dB(A)					10,4 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					5,2 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					2,0 dB(A)	Preciso
				50 dB(A)					1,6 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					1,8 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					1,1 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					2,0 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
	Sound Level Meter Pro	iOS	Não Controlado	100 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	1,9 dB(A)	Preciso
				28,2 a 40,4 dB(A)					7,3 dB(A)	Impreciso
									4,2 dB(A)	Impreciso
									2,9 dB(A)	Impreciso
									4,9 dB(A)	Impreciso
									4,2 dB(A)	Impreciso
									1,5 dB(A)	Preciso
									8,4 dB(A)	Impreciso
									4,1 dB(A)	Impreciso
									4,1 dB(A)	Impreciso
									3,3 dB(A)	Impreciso
									3,3 dB(A)	Impreciso
	Sound Level Meter Pro	iOS	Não Controlado	28,1 a 41,7 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	1,6 dB(A)	Preciso
									7,3 dB(A)	Impreciso
									5,2 dB(A)	Impreciso
									3,4 dB(A)	Impreciso
									3,1 dB(A)	Impreciso
	SPL Meter	iOS	Controlado (NBN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	9,6 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					5,7 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					1,7 dB(A)	Preciso
				50 dB(A)					1,5 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					1,4 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					1,1 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					0,5 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					1,8 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					-0,3 dB(A)	Preciso
	SPL Meter	iOS	Controlado (NBN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	9,5 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					6,2 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					2,0 dB(A)	Preciso
				50 dB(A)					0,5 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					1,3 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					1,7 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					1,4 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					0,8 dB(A)	Preciso
	SPL Meter	iOS	Controlado (WN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	10,6 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					5,7 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					1,8 dB(A)	Preciso
				50 dB(A)					2,0 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					1,8 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					1,9 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					1,8 dB(A)	Preciso
	SPL Meter	iOS	Controlado (WN)	20 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	10,7 dB(A)	Impreciso
				30 dB(A)					4,7 dB(A)	Impreciso
				40 dB(A)					1,2 dB(A)	Preciso
				50 dB(A)					1,1 dB(A)	Preciso
				60 dB(A)					1,3 dB(A)	Preciso
				70 dB(A)					1,5 dB(A)	Preciso
				80 dB(A)					1,3 dB(A)	Preciso
				90 dB(A)					1,3 dB(A)	Preciso
				100 dB(A)					1,3 dB(A)	Preciso
	SPL Meter	iOS	Não controlado	28,2 a 40,4 dB(A)	Ocupacional	Não	Sim	Sonômetro Tipo 1	7,1 dB(A)	Impreciso
									2,6 dB(A)	Impreciso
									3,7 dB(A)	Impreciso
									6,1 dB(A)	Impreciso

Detalhamento dos estudos realizados										
Autor / Ano	Aplicativo	Plataforma	Ambiente de teste	Faixa de Medição	Tipo de Medição de ruído	Microfone	Calibração	Instrumento Padrão	Resultado	Conclusão
MCLenn on et al, 2019	SPL Meter	iOS	Não controlado	28,1 a 41,7 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	3,1 dB(A)	Impreciso
									5,0 dB(A)	Impreciso
									7,4 dB(A)	Impreciso
									3,4 dB(A)	Impreciso
									5,0 dB(A)	Impreciso
									4,6 dB(A)	Impreciso
									7,8 dB(A)	Impreciso
									6,9 dB(A)	Impreciso
									5,3 dB(A)	Impreciso
									5,0 dB(A)	Impreciso
	Decibel 10 th	Android	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não	Sonômetro Tipo 1	5,1 dB(A)	Impreciso
									19,0 dB(A)	Impreciso
									-6 ± 1,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-6 ± 1 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-7 ± 0,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-13 ± 1 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									10 ± 1 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									9 ± 0,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									7 ± 1 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									2 ± 0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
	Noise Exposure	iOS	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		-11 ± 4 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-11 ± 4 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-11 ± 4 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-11 ± 4 dB(A) ^{*6}	Impreciso
		Android	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		3 ± 2,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									3 ± 2,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									2 ± 2 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-4 ± 2 dB(A) ^{*6}	Impreciso
	SLA Lite	iOS	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		-1 ± 0,5 dB(A) ^{*6}	Preciso
									-1 ± 0 dB(A) ^{*6}	Preciso
									-1 ± 0,5 dB(A) ^{*6}	Preciso
									-1 ± 0 dB(A) ^{*6}	Preciso
	Sound Level Meter (Voice Meter)	iOS	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		15 ± 0,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									12 ± 0,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									8 ± 0,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									3 ± 0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
	Sound Meter - Noise Power Level and Decibel Meter	iOS	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		12 ± 2 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									12 ± 2 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									9 ± 1 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									4 ± 0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
	Sound Meter	Android	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		-7,5 ± 3,0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-8 ± 3 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-8 ± 3 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-14 ± 2 dB(A) ^{*6}	Impreciso
	Sound Meter - Decibel	Android	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		-7,5 ± 3,0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-7 ± 3,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-8 ± 3,0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-14 ± 2,0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
	Sound Meter & Noise Detector	Android	Controlado	60 dB(A) 70 dB(A) 80 dB(A) 90 dB(A)	Ocupacional	Não	Não		3 ± 3,0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									2,5 ± 3,0 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									2 ± 2,5 dB(A) ^{*6}	Impreciso
									-4,0 ± 2 dB(A) ^{*6}	Impreciso
Sun, Kan et al, 2019	NIOSH Sound Level Meter (SLM)	iOS	Controlado	65 a 95 dBA	Ocupacional	Sim	Sim	Sonômetro Tipo 1	0,31dB(A)	Preciso
			Não controlado						IC: 0,04 a -0,58 - 2,06dB(A)	Impreciso
Crossley et al, 2020	Audio Spectrum Analyzer dB RTA dB Volume Decibel: dB, dBA Sound Meter Decibel Meter Master Decibel Meter Sound Detector Decibel Meter With Recorder Decibel 10th Decibel-Accurate dB Meter NIOSH SLM	iOS	Controlado	25 a 85 dB	Ambiental	Não	Não	sala de som calibrada	IC: -3,17 a 0,94	Impreciso
									R = 0,86	Impreciso
									R = 0,79	Impreciso
									R = 0,92	Preciso
									R = 0,82	Impreciso
									R = 0,92	Preciso
									R = 0,62	Impreciso
									R = 0,77	Impreciso
									R = 0,94	Preciso
									R = 0,97	Preciso

Detalhamento dos estudos realizados										
Autor / Ano	Aplicativo	Plataforma	Ambiente de teste	Faixa de Medição	Tipo de Medição de ruído	Microfone	Calibração	Instrumento Padrão	Resultado	Conclusão
Serpanos et al, 2021	NIOSH SLM	iOS	Não controlado *7	27,4 dBA	Ocupacional	Sim	Sim	Sonômetro Tipo 1	3,2 dB(A)	Impreciso
				30,8 dBA					3,7 dB(A)	Impreciso
				33,1 dBA					9,3 dB(A)	Impreciso
				33,7 dBA					2,8 dB(A)	Impreciso
				25,6 dBA	Ocupacional	Sim	Não		12,6 dB(A)	Impreciso
				31,6 dBA					10,1 dB(A)	Impreciso
				34,6 dBA					8,4 dB(A)	Impreciso
				34,6 dBA					22,7 dB(A)	Impreciso
				20,8 dBA	Ocupacional	Não	Não		8,7 dB(A)	Impreciso
				32,2 dBA					1,0 dB(A)	Preciso
				33,6 dBA					3,8 dB(A)	Impreciso
				34,8 dBA					1,2 dB(A)	Preciso
	NIOSH SLM	iOS	Não controlado	44,8a82,3dBA	Ocupacional	Sim	Sim		-0,1 a 1,7 dB(A)	Preciso
				43,2a81,6dBA	Ocupacional	Sim	Não		-0,6 a 7,7 dB(A)	Impreciso
				42,5a81,9dBA	Ocupacional	Não	Não		-1,5 a 0,4 dB(A)	Preciso
	NIOSH SLM	iOS	Controlado	20 dBA	Ocupacional	Sim	Sim		17,1 dB(A)	Impreciso
				30 dBA					8,6 dB(A)	Impreciso
				40 dBA					3,5 dB(A)	Impreciso
				50 dBA					0,4 dB(A)	Preciso
				60 dBA					-0,2 dB(A)	Preciso
				70 dBA					0,4 dB(A)	Preciso
				80 dBA					0,1 dB(A)	Preciso
				90 dBA					0,1 dB(A)	Preciso
				100 dBA					0,1 dB(A)	Preciso
		iOS	Controlado	20 dBA	Ocupacional	Sim	Não		24,1 dB(A)	Impreciso
				30 dBA					14,5 dB(A)	Impreciso
				40 dBA					8,6 dB(A)	Impreciso
				50 dBA					6,0 dB(A)	Impreciso
				60 dBA					6,1 dB(A)	Impreciso
				70 dBA					5,9 dB(A)	Impreciso
				80 dBA					6,2 dB(A)	Impreciso
				90 dBA					6,0 dB(A)	Impreciso
				100 dBA					6,0 dB(A)	Impreciso
	NIOSH SLM	iOS	Controlado	20 dBA	Ocupacional	Não	Não		12,7 dB(A)	Impreciso
				30 dBA					7,5 dB(A)	Impreciso
				40 dBA					0,7 dB(A)	Preciso
				50 dBA					-0,2 dB(A)	Preciso
				60 dBA					-0,4 dB(A)	Preciso
				70 dBA					-0,7 dB(A)	Preciso
				80 dBA					-0,4 dB(A)	Preciso
				90 dBA					-0,2 dB(A)	Preciso
				100 dBA					-0,1 dB(A)	Preciso
Serpanos et al, 2021	SPL Meter	iOS	Não controlado *7	25,4 dBA	Ocupacional	Sim	Sim	Sonômetro Tipo 1	7,4 dB(A)	Impreciso
				31,2 dBA					1,4 dB(A)	Preciso
				33,4 dBA					2,6 dB(A)	Impreciso
				33,5 dBA					2,6 dB(A)	Impreciso
				21,3 dBA	Ocupacional	Não	Sim		9,2 dB(A)	Impreciso
				31,5 dBA					2,6 dB(A)	Impreciso
				34,1 dBA					4,8 dB(A)	Impreciso
				34,6 dBA					2,0 dB(A)	Preciso
	SPL Meter	iOS	Não controlado *7	24,9 dBA	Ocupacional	Sim	Não		5,2 dB(A)	Impreciso
				29,1 dBA					6,2 dB(A)	Impreciso
				33,5 dBA					0,2 dB(A)	Preciso
				33,9 dBA					-0,2 dB(A)	Preciso
				20,6 dBA	Ocupacional	Não	Não		12,2 dB(A)	Impreciso
				31,8 dBA					4,4 dB(A)	Impreciso
				33,7 dBA					3,8 dB(A)	Impreciso
				44,4 dBA					9,8 dB(A)	Impreciso
	SPL Meter	iOS	Não controlado	44,3a83,3dBA	Ocupacional	Sim	Sim		-0,7 a 0,7 dB(A)	Preciso
				42,8a83,8dBA	Ocupacional	Sim	Não		-10,2 a 1,3 dB(A)	Impreciso
				42,5a81,9dBA	Ocupacional	Não	Sim		-1,5 a 0,4 dB(A)	Preciso
	SPL Meter	iOS	Controlado	44,0a82,2dBA	Ocupacional	Não	Não		-6,5 a 2,4 dB(A)	Impreciso
				20 dBA	Ocupacional	Sim	Sim		9,1 dB(A)	Impreciso
				30 dBA					3,1 dB(A)	Impreciso
				40 dBA					0,4 dB(A)	Preciso
				50 dBA					0,2 dB(A)	Preciso
				60 dBA					0 dB(A)	Preciso
				70 dBA					-0,2 dB(A)	Preciso
				80 dBA					0 dB(A)	Preciso

Detalhamento dos estudos realizados										
Autor / Ano	Aplicativo	Plataforma	Ambiente de teste	Faixa de Medição	Tipo de Medição de ruído	Microfone	Calibração	Instrumento Padrão	Resultado	Conclusão
Serpanos et al, 2021	SPL Meter	iOS	Controlado	90 dBA	Ocupacional	Sim	Não		-0,1 dB(A)	Preciso
				100 dBA					-0,4 dB(A)	Preciso
				20 dBA					6,6 dB(A)	Impreciso
				30 dBA					0,9 dB(A)	Preciso
				40 dBA					-2,2 dB(A)	Impreciso
				50 dBA					-2,5 dB(A)	Impreciso
				60 dBA					-2,8 dB(A)	Impreciso
				70 dBA					-2,7 dB(A)	Impreciso
				80 dBA					-3,0 dB(A)	Impreciso
				90 dBA					-2,4 dB(A)	Impreciso
				100 dBA					-2,7 dB(A)	Impreciso
				20 dBA					12,7 dB(A)	Impreciso
	SPL Meter	iOS	Controlado	30 dBA	Ocupacional	Não	Sim		7,5 dB(A)	Impreciso
				40 dBA					0,7 dB(A)	Preciso
				50 dBA					-0,2 dB(A)	Preciso
				60 dBA					-0,4 dB(A)	Preciso
				70 dBA					-0,7 dB(A)	Preciso
				80 dBA					-0,4 dB(A)	Preciso
				90 dBA					-0,2 dB(A)	Preciso
				100 dBA					-0,1 dB(A)	Preciso
		iOS	Controlado	20 dBA	Ocupacional	Não	Não		10,4 dB(A)	Impreciso
				30 dBA					4,6 dB(A)	Impreciso
				40 dBA					2,8 dB(A)	Impreciso
				50 dBA					2,6 dB(A)	Impreciso
				60 dBA					2,4 dB(A)	Impreciso
				70 dBA					2,3 dB(A)	Impreciso
				80 dBA					2,2 dB(A)	Impreciso
				90 dBA					1,9 dB(A)	Preciso
				100 dBA					2,1 dB(A)	Impreciso

Observações:

^{*1} Percentual de medições dentro do limite considerado aceitável para as faixas de medição 85db e 95dB (+/-3dB);

^{*2} Média das diferenças nas medições sem ponderação - dB e com ponderação em A - dB(A). Limite aceitável +/-2db ou dB(A);

^{*3} Médias das diferenças na medição, em comparação com níveis máximos de ruído admissíveis ANSI S3.1

^{*4} Aplicativo foi incapaz de medir ruídos acima de 90dB(A), quando em uso de microfone interno.

^{*5} Alpha de Krippendorff, considerando como uma forte concordância um alpha >0,8;

^{*6} Dados extraídos de representação gráfica, sujeito a erros de aproximação.

^{*8} Maiores diferenças encontram-se na faixa de 20 e 30 dBA

^{*9} Ensaio realizado com dois tipos de microfone externo distintos.

^{*10} Neste estudo, o aplicativo foi testado apenas em ambiente controlado

APENDICE C – SCRIPT DA ANÁLISE DOS DADOS

```
attach(bd_ambiente_real)
View(bd_ambiente_real)
install.packages("dplyr")
install.packages("rstatix")
library(dplyr)
library(rstatix)
library(ggplot2)

# ***** APARELHO SAMSUNG COM APLICATIVO Decibel X (A) *****
SA_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Decibel X" & Aparelho=="Samsung")
SB_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="SmarterNoise" & Aparelho=="Samsung")
SC_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Sound Analyzer App" &
Aparelho=="Samsung")

#Extraíndo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:53,45)
SAR <- SA_real[randomizado,]
SAR
View(SAR)
attach(SAR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATÍSTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 0.0008137 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Média SLM = Média APP
#   H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATÍSTICA DE TESTE
#   Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico

wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
SAR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 7,8; Q1 = 6,6; Q3 = 9,5 ; sd 3,92

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor < que alpha (1,587e-09), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
```

```

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 0.002475; APP: p-value = 0.0001266

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população normal (pvalor > 0,05).
# Como uma das variáveis não proveniente de distribuição normal,
# parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
# Testa hipótese para verificar se esse valor é significativo.
# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP ( $r = 0$ )
# H1: Existe correlação entre SLM e APP ( $r \neq 0$ )

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   p-value = 6,374e-09
#   Intervalo de confiança: 0,5881 ; 1,0000
#   cor: 0.7299

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO SAMSUNG COM APLICATIVO SmarterNoise (B) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:68,45)
SBR <- SB_real[randomizado,]
SBR
View(SBR)
attach(SBR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 9,819E-12 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste paramétrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não paramétrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

```

```

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Média SLM = Média APP
#   H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
paramétrico

wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
SBR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 6,7; Q1 = 3,8; Q3 = 8,8 ; sd = 5,89

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor < alpha (1,261e-07), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variáveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 0.01125; APP: p-value = 2,878e-09

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população normal (pvalor < 0,05).
# Como uma das variáveis não proveniente de distribuição normal,
# parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
# Testa hipótese para verificar se esse valor é significativo.
# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô ≠ 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   p-value = 0,0001194
#   Intervalo de confiança: 0,3137 ; 1,0000
#   cor: 0.5215

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO SAMSUNG COM APLICATIVO Sound Analyzer App (C) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:100,45)
SCR <- SC_real[randomizado,]
SCR
View(SCR)
attach(SCR)

```

```

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 4,383E-07 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Média SLM = Média APP
#   H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico

wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
SCR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 2,1; Q1 = -3,6; Q3 = 3,9 ; sd = 5.76

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor > alpha (0,1373), não rejeita H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é maior que alpha (0,05), não rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são iguais

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 6,398E-05; APP: p-value = 9,113E-07

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população normal (pvalor < 0,05).
# Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
# parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
# Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.
# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)

```

```

# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô # 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISÃO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# p-value = 2,274E-06
# Intervalo de confiança: 0,445066 ; 1,0000
# cor: 0.6644931

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** PLOTAGEM GRÁFICAS APARELHO SANSUNG *****
par(mfrow = c(3,2)) # organizar graficos um ao lado do outro (3 linha e 2 colunas)

#MÉDIA DAS DIFERENÇAS - MÉTODO DE BLAND-ALTMAN
# Celular Samsung e APP - Decibel X
attach(SAR)
IC95I = 6.6
IC95S = 9.5
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(4,16),
     xlim = c(60,100),
     main = "Diferença média - Decibel X no Samsung",
     xlab = "Ruído Médio dB(A)",
     ylab = "Diferença dB(A)",
     pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
     abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(60, 100),
     ylim = c(40,100),
     main = "Correlação - Decibel X no Samsung")

# Celular Samsung e APP - SmarterNoise
attach(SBR)
IC95I = 3.8
IC95S = 8.8
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(0,12),
     xlim = c(50, 100),
     main = "Diferença média - SmarterNoise no Samsung",
     xlab = "Ruído Médio dB(A)",
     ylab = "Diferença dB(A)",
     pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
     abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(50,90),
     ylim = c(40,100),

```

```

main = "Correlação - SmarterNoise no Samsung")

# Celular Samsung e APP - Sound Analyzer App
attach(SCR)
IC95I = -3.6
IC95S = 3.9
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
      ylim = c(-4,8),
      xlim = c(40, 110),
      main = "Diferença média - Sound Analyzer no Samsung",
      xlab = "Ruído Medio dB(A)",
      ylab = "Diferença dB(A)",
      pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
      abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
      xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
      ylab = "Aplicativo",
      xlim = c(50,90),
      ylim = c(55,100),
      main = "Correlação - Sound Analyzer no Samsung")

#..... Graficos para avaliar a Variabilidade dos dados
boxplot (bd_sr$DIF_dBA ~ bd_sr$Aplicativo,
         main = "Aplicativos no Aparelho Samsung",
         ylab = "Diferença entre as medidas dB(A)",
         xlab = "Aplicativo testado",
         col = "gray",
         pch = 16)

# ***** APARELHO MOTOROLA COM APLICATIVO Decibel X (A) *****
MA_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Decibel X" & Aparelho=="Motorola")
MB_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="SmarterNoise" &
Aparelho=="Motorola")
MC_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Sound Analyzer App" &
Aparelho=="Motorola")

#Extraíndo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:156,45)
MAR <- MA_real[randomizado,]
MAR
View(MAR)
attach(MAR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 0,02155 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)

```

```

# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Média SLM = Média APP
#   H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
#   parametrico

wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
MAR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = -13,9; Q1 = -16,1; Q3 = -12,1 ; sd = 3.36

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor < que alpha (5,684e-14), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 1,544E-06; APP: p-value = 0.0005442

# 4. conclusão
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população normal (pvalor < 0,05).

#   Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
#   parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
#   Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.
#   Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
#   H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô # 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   p-value = 2,2E-16
#   Intervalo de confiança: 0,8423417 ; 1,0000
#   cor: 0.9020263

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO MOTOROLA COM APLICATIVO SmarterNoise (B) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:134,45)

```



```

MBR <- MB_real[randomizado,]
MBR
View(MBR)
attach(MBR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MEDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 1,637E-07 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Média SLM = Média APP
#   H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
MBR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 5,8; Q1 = 3,3; Q3 = 7,5 ; sd = 4.63

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor < alpha (8,449e-09), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 2,177E-08; APP: p-value = 0,02832

# 4. conclusão
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal (pvalor
< 0,05).
#   Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
#   parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
#   Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.

```

```

# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP ( $r = 0$ )
# H1: Existe correlação entre SLM e APP ( $r \neq 0$ )

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# p-value = 4,189E-06
# Intervalo de confiança: 0,427051 ; 1,0000
# cor: 0.6107344

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO MOTOROLA COM APLICATIVO Sound Analyzer App (C) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:134,45)
MCR <- MC_real[randomizado,]
MCR
View(MCR)
attach(MCR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
# H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 8,126e-10 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Média SLM = Média APP
# H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
MCR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 3,7; Q1 = 3,3; Q3 = 4,3; SD = 1,82

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Como p-valor < alpha (5,684e-14), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.

```

```

# Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
# H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
# SLM: p-value = 0,0003232; APP: p-value = 0,01346

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população normal (pvalor < 0,05).

# Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
# parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
# Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.
# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô # 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# p-value = 4,539E-15
# Intervalo de confiança: 0,792396 ; 1,0000
# cor: 0.8696507

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** PLOTAGEM GRÁFICAS APARELHO MOTOROLA *****
par(mfrow = c(3,2)) # organizar graficos um ao lado do outro (3 linha e 2 colunas)

#MÉDIA DAS DIFERENÇAS - MÉTODO DE BLAND-ALTMAN

# Celular Motorola e APP - Decibel X
attach(MAR)
IC95I = -16.1
IC95S = -12.1
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(-20,1),
     xlim = c(75,105),
     main = "Diferença média - Decibel X no Motorola",
     xlab = "Ruído Médio dB(A)",
     ylab = "Diferença dB(A)",
     pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
     abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",

```

```

        ylab = "Aplicativo",
        xlim = c(60, 100),
        ylim = c(60,110),
        main = "Correlação - Decibel X no Motorola")

# Celular Motorola e APP - SmarterNoise
attach(MBR)
IC95I = 3.3
IC95S = 7.5
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(1,10),
     xlim = c(50, 100),
     main = "Diferença média - SmarterNoise no Motorola",
     xlab = "Ruido Médio dB(A)",
     ylab = "Diferença dB(A)",
     pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
     abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(60,100),
     ylim = c(40,100),
     main = "Correlação - SmarterNoise no Motorola")

# Celular MotorOla e APP - Sound Analyzer App
attach(MCR)
IC95I = 3.3
IC95S = 4.3
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(1,5),
     xlim = c(40, 110),
     main = "Diferença média - Sound Analyzer no Motorola",
     xlab = "Ruído Medio dB(A)",
     ylab = "Diferença dB(A)",
     pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
     abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(60,90),
     ylim = c(60,90),
     main = "Correlação - Sound Analyzer no Motorola")

#..... Graficos para avaliar a Variabilidade dos dados

boxplot (bd_mr$DIF_dBA ~ bd_mr$Aplicativo,
main = "Aplicativos no Smartphone Motorola",
        ylab = "Diferença entre as medidas dB(A)",
        xlab = "Aplicativo testado",
        col = "gray",
        pch = 16)

# ***** APARELHO XIAOMI COM APLICATIVO Decibel X (A) *****
XA_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Decibel X" & Aparelho=="Xiaomi")

```

```

XB_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="SmarterNoise" & Aparelho=="Xiaomi")
XC_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Sound Analyzer App" &
Aparelho=="Xiaomi")

#Extraíndo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:155,45)
XAR <- XA_real[randomizado,]
XAR
View(XAR)
attach(XAR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATÍSTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISÃO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 1.56e-10 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste paramétrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não paramétrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Média SLM = Média APP
#   H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATÍSTICA DE TESTE
#   Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
paramétrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
XAR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = -0.8 ; Q1 = -3.5; Q3 = 1.7 ; sd = 5.77

# 3. REGRA DE DECISÃO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor < que alpha (0.004386), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variáveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATÍSTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISÃO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 1.186e-05; APP: p-value = 2.741e-10

```

```

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal (pvalor
< 0,05).
# Como uma das variáveis não proveniente de distribuição normal,
# parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
# Testa hipótese para verificar se esse valor é significativo.
# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô ≠ 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# p-value = 6.015e-16
# Intervalo de confiança: 0.8114087 ; 1,0000
# cor: 0.8820539

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO XIAOMI COM APLICATIVO SmarterNoise (B) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:149,45)
XBR <- XB_real[randomizado,]
XBR
View(XBR)
attach(XBR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
# H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 0.02743 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste paramétrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não paramétrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Média SLM = Média APP
# H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
paramétrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
XBR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 2,7 ; Q1 = -3,2; Q3 = 6,3 ; sd=5.68

```

```

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor > alpha (0.9025), NAO rejeita H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é maior que alpha (0,05), não rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são iguais

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 4.119e-05; APP: p-value = 1.835e-07

# 4. conclusão
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal (pvalor < 0,05).
#   Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
#   parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
#   Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.
#   Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
#   H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô ≠ 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   p-value = 3.058e-10
#   Intervalo de confiança: 0.6453796 ; 1,0000
#   cor: 0.7703327

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO XIAOMI COM APLICATIVO Sound Analyzer App (C) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:125,45)
XCR <- XC_real[randomizado,]
XCR
View(XCR)
attach(XCR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MEDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 1.794e-09 < 0,05)

```

```

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Média SLM = Média APP
# H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
XCR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 5,4; Q1 = 3,3; Q3 = 6,6 ; sd = 2.90

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Como p-valor < alpha (1.794e-09), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
# H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
# SLM: p-value = 5.182e-05; APP: p-value = 2.076e-07

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal (pvalor
< 0,05).
# Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
# Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.
# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô ≠ 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# p-value = 4,539E-15
# Intervalo de confiança: 0.7636026 ; 1,0000
# cor: 0.8506794

```



```

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** PLOTAGEM GRÁFICAS APARELHO XIAOMI *****
par(mfrow = c(3,2)) # organizar graficos um ao lado do outro (3 linha e 2 colunas)

#MÉDIA DAS DIFERENÇAS - MÉTODO DE BLAND-ALTMAN

# Celular XIAOMI e APP - Decibel X
attach(XAR)
IC95I = -3.5
IC95S = 1.7
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
      ylim = c(-6,6),
      xlim = c(50,100),
      main = "Diferença média - Decibel X no Xiaomi",
      xlab = "Ruído Médio dB(A)",
      ylab = "Diferença dB(A)",
      pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
      abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
      xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
      ylab = "Aplicativos",
      xlim = c(60, 100),
      ylim = c(50,110),
      main = "Correlação - Decibel X no Xiaomi")

# Celular XIAOMI e APP - SmarterNoise
attach(XBR)
IC95I = -3.2
IC95S = 6.3
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
      ylim = c(-5,9),
      xlim = c(40, 90),
      main = "Diferença média - SmarterNoise no Xiaomi",
      xlab = "Ruído Médio dB(A)",
      ylab = "Diferença dB(A)",
      pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
      abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
      xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
      ylab = "Aplicativo",
      xlim = c(60,100),
      ylim = c(40,100),
      main = "Correlação - SmarterNoise no Xiaomi")

# Celular Xiaomi e APP - Sound Analyzer App
attach(XCR)
IC95I = 3.3
IC95S = 6.6
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
      ylim = c(0,8),
      xlim = c(40, 110),

```

```

    main = "Diferença média - Sound Analyzer no Xiaomi",
    xlab = "Ruído Medio dB(A)",
ylab = "Diferença dB(A)",
    pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
    abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(60,100),
     ylim = c(50,100),
     main = "Correlação - Sound Analyzer no Xiaomi")

#..... Graficos para avaliar a Variabilidade dos dados
boxplot (bd_xr$DIF_dBA ~ bd_xr$Aplicativo,
        main = "Aplicativos no Aparelho Xiaomi",
        ylab = "Diferença entre as medidas dB(A)",
        xlab = "Aplicativo testado",
        col = "gray",
        pch = 16)

# ***** APARELHO IPHONE COM APLICATIVO Decibel Meter (A) *****
IA_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Decibel Meter" & Aparelho=="Iphone")
IB_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="Decibel X" & Aparelho=="Iphone")
IC_real<-subset(bd_ambiente_real, Aplicativo=="NIOSH" & Aparelho=="Iphone")

#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:135,45)
IAR <- IA_real[randomizado,]
IAR
View(IAR)
attach(IAR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MEDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 1,664e-11 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Média SLM = Média APP
#   H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
IAR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

```

```

# Mediana = 1,6; Q1 = 0,5; Q3 = 3,9 ; sd = 4.58

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Como p-valor < que alpha (0,002759), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 9,267E-06; APP: p-value = 1,521e-07

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal (pvalor
< 0,05).
#   Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
#   parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
#   Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.
#   Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô # 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   p-value = 3,439e-05
#   Intervalo de confiança: 0,3590 ; 1,0000
#   cor: 0.557749

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO IPHONE COM APLICATIVO Decibel X (B) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:138,45)
IBR <- IB_real[randomizado,]
IBR
View(IBR)
attach(IBR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MEDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
#   H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
#   H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:

```

```

# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor = 9,501E-07 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Média SLM = Média APP
# H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
IBR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 5,0; Q1 = 2,7; Q3 = 6,2 ; sd = 3.59

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Como p-valor < alpha (2,027e-09), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
# H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
# SLM: p-value = 5,684E-09; APP: p-value = 3,047e-06

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal (pvalor
< 0,05).
# Como uma das variaveis não proveniente de distribuição normal,
# parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
# Testa hipotese para verificar se esse valor é significativo.
# Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô # 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# p-value = 3,388E-16
# Intervalo de confiança: 0,8164 ; 1,0000

```

```

# cor: 0.8853

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** APARELHO IPHONE COM APLICATIVO NIOSH (C) *****
#Extraindo amostra aleatória
randomizado <- sample(1:180,45)
ICR <- IC_real[randomizado,]
ICR
View(ICR)
attach(ICR)

# .....TESTE DE NORMALIDADE DOS DADOS (DIFERENÇA MÉDIA)
# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
# H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE, Shapiro-wilk
shapiro.test(DIF_PS)

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Dados não provem de uma distribuição normal (p-valor =7,352e-10 < 0,05)

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

#..... AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA MÉDIA
# Se dados com distribuição normal, usar teste parametrico t.test
# Exp.: t.test(SLM, APP, paired=TRUE)
# Se dados com distribuição não normal, usar teste não parametrico wilcox
# Exp.: wilcox.test(SLM, APP, paired = T, conf.level = 0.95)

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Média SLM = Média APP
# H1 = Média SLM é diferente da média APP

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Comparação de médias com amostras dependentes, com N >30, teste não
parametrico
wilcox.test(PS_SLM, PS_APP, paired = T, conf.level = 0.95)
ICR %>% get_summary_stats (SLM, APP, DIF)
DIF_M <- median(DIF); DIF_M
# Mediana = 1,5; Q1 = 0,2; Q3 = 2,8 ; sd = 3.03

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha
# Como p-valor < alpha (1,796e-05), rejeita-se H0

# 4. CONCLUSÃO
# Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
# Logo as médias de ambos instrumentos são diferentes

#..... ANÁLISE DE CORRELAÇÃO
# Inicial - Teste de normalidade das duas variaveis
# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0 = Amostra proveniente de distribuição normal
# H1 = Amostra não proveniente de distribuição normal

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
# Shapiro-wilk
shapiro.test(PS_SLM); shapiro.test(PS_APP)

# 3. REGRA DE DECISAO:
# Rejeita-se H0 se p-value < alpha

```

```

#   Dados não provem de uma distribuição normal se (p-valor < 0,05)
#   SLM: p-value = 8,789e-11; APP: p-value = 3,263e-09

# 4. conclusão
# Logo a amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal (pvalor
< 0,05).
#   Como uma das variáveis não proveniente de distribuição normal,
#   parte para a avaliação de correlação pelo teste de Spearman
#   Testa hipótese para verificar se esse valor é significativo.
#   Ou seja, Se existe correlação entre SLM e APP

# 1. HIPOTESE TESTADA:
# H0: Não existe correlação entre SLM e APP (rô = 0)
# H1: Existe correlação entre SLM e APP (rô ≠ 0)

# 2. ESTATISTICA DE TESTE
#   teste de Spearman
cor.test(PS_SLM, PS_APP, alternative = "greater", method = "Spearman")

# 3. REGRA DE DECISÃO:
#   Rejeita-se H0 se p-value < alpha
#   p-value = 2,2e-16
#   Intervalo de confiança: 0,9634128 ; 1,0000
#   cor: 0.9778155

# 4. CONCLUSÃO
#   Como p-value é menor que alpha (0,05), rejeita H0.
#   Logo existe correlação entre as SLM e APP para a população estudada.

# ***** PLOTAGEM GRÁFICAS APARELHO IPHONE *****
par(mfrow = c(3,2)) # organizar graficos um ao lado do outro (3 linha e 2 colunas)

#MÉDIA DAS DIFERENÇAS - MÉTODO DE BLAND-ALTMAN
# Celular IPHONE e APP - Decibel Meter
attach(IAR)
IC95I = 0.5
IC95S = 3.9
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(-1,7),
     xlim = c(60,100),
     main = "Diferença média - Decibel Meter no Iphone",
     xlab = "Ruído Médio dB(A)",
     ylab = "Diferença dB(A)",
     pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
     abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(60, 100),
     ylim = c(40,100),
     main = "Correlação - Decibel Meter no Iphone")

# Celular IPHONE e APP - Decibel X
attach(IBR)
IC95I = 2.7
IC95S = 6.2
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(1,10),
     xlim = c(50, 100),
     main = "Diferença média - Decibel X no Iphone",

```

```

        xlab = "Ruido Médio dB(A)",
        ylab = "Diferença dB(A)",
        pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
        abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(65,95),
     ylim = c(50,100),
     main = "Correlação - Decibel X no Iphone")

# Celular IPHONE e APP - NIOSH
attach(ICR)
IC95I = 0.2
IC95S = 2.8
DIF_M <- median(DIF); DIF_M

plot(MD_dBA, DIF,
     ylim = c(-3,7),
     xlim = c(40, 110),
     main = "Diferença média - NIOSH no Iphone",
     xlab = "Ruído Médio dB(A)",
     ylab = "Diferença dB(A)",
     pch = 1, cex = 0.8, col = "blue", bg = "blue",
     abline(h = DIF_M, col = "black", lwd = 1))
abline(h = IC95I, col = "red", lwd = 1, lty = 2)
abline(h = IC95S, col = "red", lwd = 1, lty = 2)

# CORRELAÇÃO ATRAVÉS DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO
plot(SLM, APP,
     xlab = "Instrumento Padrão Ouro",
     ylab = "Aplicativo",
     xlim = c(50,100),
     ylim = c(50,100),
     main = "Correlação - NIOSH no Iphone")

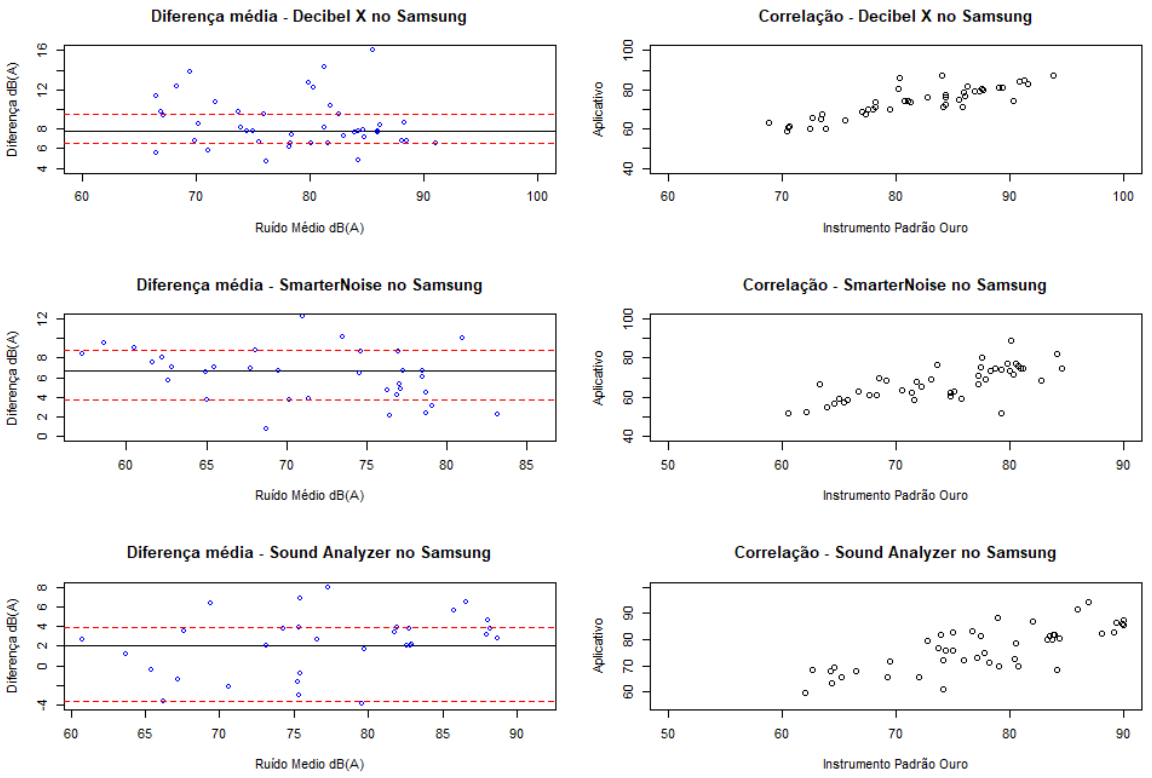
#..... Graficos para avaliar a Variabilidade dos dados

boxplot (bd_ir$DIF_dBA ~ bd_ir$Aplicativo,
        main = "Aplicativos no Aparelho Iphone",
        ylab = "Diferença entre as medidas dB(A)",
        xlab = "Aplicativo testado",
        col = "gray",
        pch = 16)

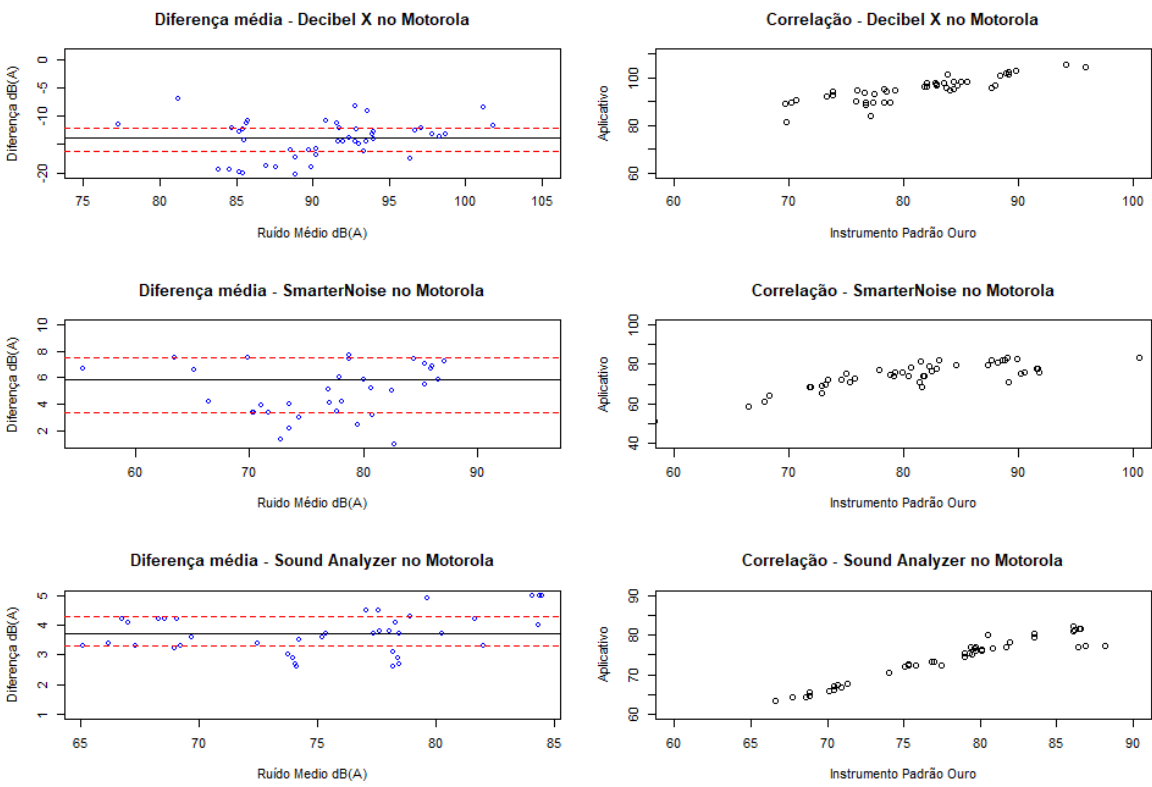
```

APENDICE D – ANÁLISES GRÁFICAS DOS APLICATIVOS

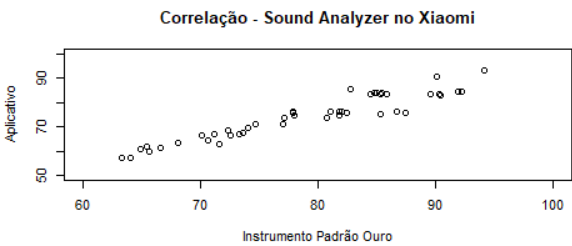
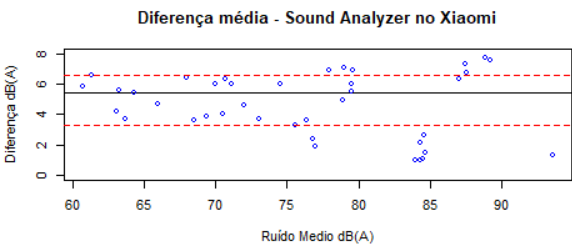
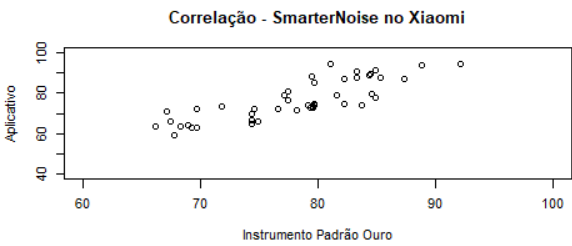
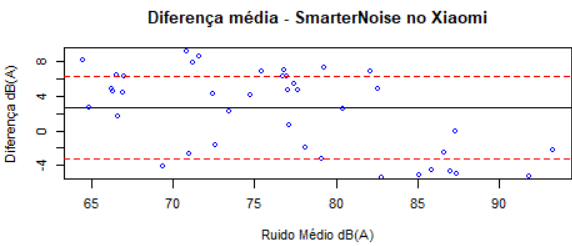
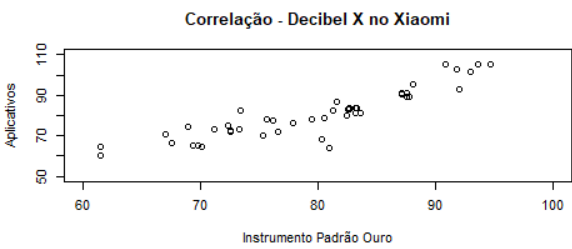
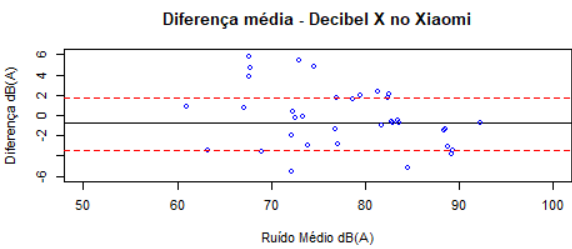
Smartphone Samsung



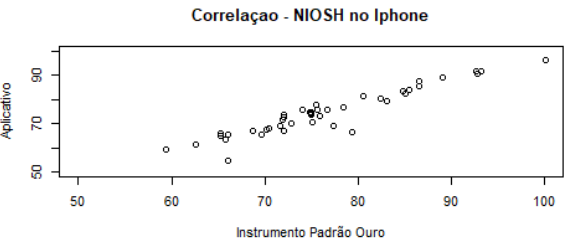
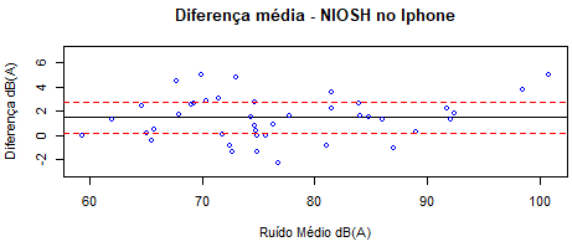
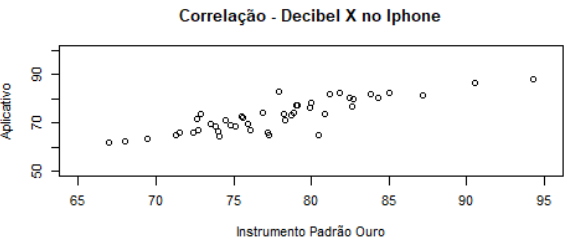
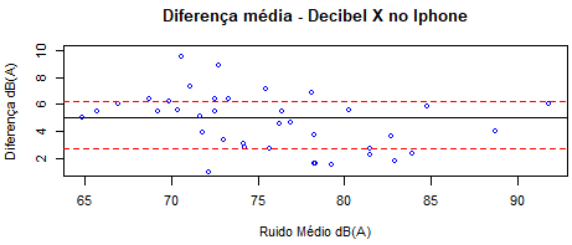
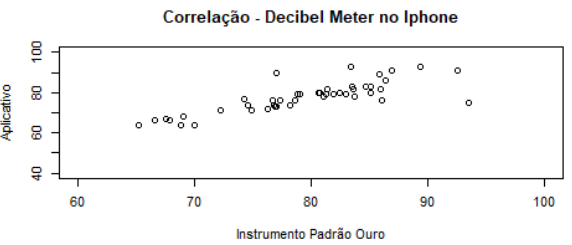
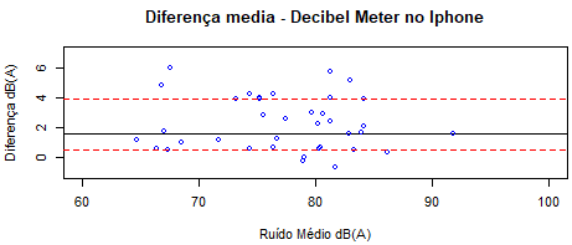
Smartphone Motorola



Smartphone Xiaomi



Smartphone iPhone



ANEXOS

ANEXO A - LISTA DOS VINTE SMARTPHONES COM MAIOR TRÁFEGO DE DADOS NA WEB

Dispositivos smartphones mais utilizados no Brasil, levando em consideração os dados de tráfego da web. A classificação mostra o uso relativo da web através do dispositivo móvel, apresentando em porcentagem o tráfego gerado.

Nome do dispositivo	Classificação	Tráfego %
Apple iPhone XR	1	3,47
Samsung Galaxy J4 Core	2	3.1
Samsung Galaxy J5 Prime	3	3.05
Apple iPhone 7	4	2,91
Apple iPhone 8	5	2,52
Motorola Moto G6 Play	6	2,48
Samsung Galaxy J7 Prime	7	2.18
Apple iPhone 8 Plus	8	2.04
Samsung Galaxy A30s	9	2.04
Samsung Galaxy A10	10	1,98
Apple iPhone 11	11	1,86
Samsung Galaxy J6	12	1,69
Samsung Galaxy J5	13	1,63
Motorola Moto G7 Play	14	1,55
Samsung Galaxy A20s	15	1,53
Samsung Galaxy J7	16	1,52
Xiaomi Redmi Note 8	17	1,47
Apple iPhone 7 Plus	18	1,46
Samsung Galaxy J2 Core	19	1,44
Samsung Galaxy A20	20	1.41

INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

Serão aceitos para análise somente os artigos submetidos pelo Sistema de Editoração Online, disponível em <http://mc04.manuscriptcentral.com/codas-scielo>. Os manuscritos podem ser submetidos em português, inglês ou espanhol e quando aprovados são publicados em português e inglês ou espanhol e inglês.

Os manuscritos em análise editorial não poderão ser submetidos a outras publicações, nacionais ou internacionais, até que sejam efetivamente publicados ou rejeitados pelo corpo editorial. Somente um editor-chefe poderá autorizar a reprodução dos artigos publicados no periódico CoDAS em outro periódico.

Em casos de dúvidas, os autores devem entrar em contato com a secretaria executiva pelo e-mail codas@editoracubo.com.br.

Tipos de documentos aceitos

O periódico CoDAS publica os seguintes tipos de artigos: "Artigos originais", "Artigos de Revisão" (Revisões sistemáticas com ou sem meta-análises, Revisão de Escopo e Revisão Crítica), "Comunicações breves", "Relatos de casos", "Cartas ao editor".

ARTIGO ORIGINAL

Artigos destinados à divulgação de resultados de pesquisa científica e devem ser originais e inéditos. Sua estrutura deverá conter necessariamente os seguintes itens: resumo e descritores, abstract e keywords, introdução, método, resultados, discussão, conclusão, agradecimento e referências.

O resumo deve conter informações que incentivem a leitura do artigo e, assim, não conter resultados numéricos ou estatísticos. A introdução deve apresentar breve revisão de literatura que aborde os objetos de estudo, além de trazer claramente a justificativa. O método deve ser descrito com o detalhamento necessário e incluir as informações relevantes para que o estudo possa ser reproduzido. Os resultados devem ser interpretados, a fim de indicar a relevância estatística para os dados encontrados, não ser mera apresentação de tabelas, quadros e figuras. Os dados apresentados no texto não devem ser duplicados nas tabelas, quadros e figuras e/ou vice-versa. Recomenda-se que os dados sejam submetidos à análise estatística inferencial quando pertinente. A discussão não deve repetir os resultados nem a introdução, e a conclusão deve responder concisamente aos objetivos propostos, indicando clara e objetivamente qual é a relevância do estudo apresentado e sua contribuição para o avanço da Ciência. Agradecimento, quando pertinente, deve ser adicionado para contemplar o(s) fomento(s) à pesquisa recebido(s), bem como empresas/instituições que colaboraram para o desenvolvimento da pesquisa em questão. Das referências citadas (máximo 30), pelo menos 90% deverão ser constituídas de artigos publicados em periódicos indexados da literatura nacional e estrangeira preferencialmente nos últimos cinco anos. Não devem ser incluídas citações de teses ou trabalhos apresentados em congressos científicos. O arquivo não deve conter

mais do que 30 páginas, incluindo tabelas, gráficos e imagens. Sugere-se que a escrita científica deste tipo de estudo siga guias de acordo com o tipo de estudo científico, a saber: CONSORT Statement (Consolidated Standards of Reporting Trials) para ensaios clínicos randomizados, STROBE Statement (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) para estudos observacionais, e STARD (Standards for Reporting Studies of Diagnostic Accuracy) para estudos diagnósticos.

O número de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, bem como a afirmação de que todos os indivíduos envolvidos (ou seus responsáveis) assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no caso de pesquisas envolvendo pessoas ou animais (assim como levantamentos de prontuários ou documentos de uma instituição), são obrigatórios e devem ser citados na seção do método. O documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devem ser digitalizados e anexados no sistema, no momento da submissão do artigo, documento restrito aos editores.

ARTIGO DE REVISÃO

• REVISÃO SISTEMÁTICA COM OU SEM META-ANÁLISE OU REVISÃO DE ESCOPO

Artigos destinados a responder uma pergunta de pesquisa e analisar todas as evidências científicas a respeito dessa questão de pesquisa. Resultam de uma pesquisa com o objetivo bem definido que busca analisar ou mapear a literatura, os métodos devem conter a pergunta de pesquisa, as formas e estratégias de busca com as respectivas fontes e justificativa de escolha, a metodologia de seleção e os critérios de elegibilidade dos estudos, bem como a metodologia da extração e síntese de dados. Nas revisões sistemáticas a metodologia também deve conter a avaliação do risco de viés e da certeza da evidência. Os resultados numéricos dos estudos incluídos na revisão sistemática podem, em muitas circunstâncias, ser analisados estatisticamente por meio de meta-análise. Os artigos com meta-análise devem respeitar rigorosamente as normas indicadas para essa técnica. Todas as revisões sistemáticas e de escopo devem ser relatadas de acordo com as diretrizes do PRISMA ou do PRISMA-ScR, cujo checklist preenchido deve ser preferencialmente submetido como material suplementar. Revisões sistemáticas e de escopo devem seguir a estrutura: resumo e descritores, abstract e keywords, introdução, método, resultados, discussão, conclusão e referências. Todos os trabalhos selecionados para a revisão sistemática devem ser listados nas referências. O arquivo não deve conter mais do que 30 páginas (excluindo-se as referências, tabelas, gráficos e figuras). O número do registro do protocolo da revisão sistemática deve ser obrigatoriamente inserido no método. Para as revisões de escopo, sugere-se a indicação do número de registro do protocolo.

• REVISÃO CRÍTICA

O artigo deve apresentar caráter descritivo-discursivo e dedicar-se à discussão crítica de temas de interesse científico, respeitando o escopo do periódico CoDAS. Deve apresentar formulação clara de um objeto científico de interesse, crítica teórico-metodológica dos trabalhos consultados e síntese conclusiva, ou ainda apresentar revisão de consenso ou de escopo. O artigo deve conter no máximo 30 páginas (incluindo resumos, tabelas,

figuras e referências). Número máximo de tabelas e figuras: 5. O número de referências é ilimitado. Resumos com até 150 palavras.

A Revisão crítica deve ser elaborada por pesquisadores especialistas de reconhecido saber, a convite dos Editores Chefes ou indicada por Editores Associados.

RELATO DE CASO OU RELATO DE EXPERIÊNCIA

Artigos que apresentem casos ou experiências inéditas, incomuns ou inovadoras, de caso único ou série de casos, com características singulares de interesse para a prática profissional, descrevendo seus aspectos, história, condutas e resultados observados. Devem conter: resumo e descritores, abstract e keywords, introdução (com breve revisão da literatura), apresentação do caso clínico ou da experiência relatada, comentários finais e referências (máximo 15). Não devem conter mais do que 20 páginas. A apresentação do caso clínico deverá conter a afirmação de que os indivíduos envolvidos (ou seus responsáveis) assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, consentindo, desta forma, com a realização e divulgação da pesquisa e seus resultados. No caso de utilização de imagens de pacientes, no momento da submissão do artigo, deve-se anexar (de forma separada no sistema) a cópia do Consentimento Livre e Esclarecido, constando a aprovação para reprodução das imagens em periódicos científicos. Sugere-se que a escrita científica do relato de casos siga o guia The CARE Guidelines: Consensus-based Clinical Case Reporting Guideline Development.

COMUNICAÇÃO BREVE

Artigos curtos de pesquisa, com o objetivo de apresentar resultados preliminares interessantes e com impacto para a área dos distúrbios da comunicação, audiolgia e deglutição, com limite de 2.500 palavras (da introdução à conclusão). Seguem o mesmo formato dos Artigos originais, devendo conter: resumo e descritores, abstract e keywords, introdução, método, resultados, discussão, conclusão e referências. Devem conter no máximo duas tabelas/quadros/figuras e 15 referências, das quais pelo menos 80% deverão ser constituídas de artigos publicados em periódicos da literatura nacional e estrangeira, preferencialmente nos últimos cinco anos.

CARTA AO EDITOR

Críticas a matérias publicadas, de maneira construtiva, objetiva e educativa, ou discussões de assuntos específicos da atualidade. As cartas serão publicadas a critério dos Editores. As cartas devem ser breves, com limite de até 1.200 palavras.

EDITORIAL

Texto temático de responsabilidade dos editores ou de pesquisadores convidados (até 2.000 palavras).

Contribuição dos Autores

As contribuições dos autores devem estar detalhadas no documento folha de rosto (title page) e seguir o padrão da taxonomia CRediT (Contributor Roles Taxonomy, <https://casrai.org/credit/>). Todos os contribuidores que se qualificam como autores do artigo devem ter sua contribuição descrita a partir dessa taxonomia. Contribuições que não se qualifiquem em autoria devem ser reconhecidas na seção de agradecimentos.

Preparação do Manuscrito

As normas que se seguem devem ser obedecidas para todos os tipos de trabalhos e foram baseadas no formato proposto pelo International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) e publicado no artigo "Uniform requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals", versão de abril de 2010, disponível em: <http://www.icmje.org/>.

O texto deve ser formatado em Microsoft Word, RTF ou WordPerfect, em papel tamanho ISO A4 (212x297mm), digitado em espaço duplo, fonte Arial tamanho 12, margem de 2,5cm de cada lado, justificado, com páginas numeradas em algarismos arábicos; cada seção deve ser iniciada em uma nova página, na seguinte sequência: título do artigo, em português (ou espanhol) e inglês, resumo e descritores, abstract e keywords, texto (de acordo com os itens necessários para a seção para a qual o artigo foi enviado), referências, tabelas, quadros, figuras (gráficos, fotografias e ilustrações) citados no texto e anexos, ou apêndices, com suas respectivas legendas.

Consulte a seção "Tipos de artigos" destas Instruções para preparar seu artigo de acordo com o tipo e as extensões indicadas.

FORMATO DE ENVIO DOS ARTIGOS

Manuscrito

TÍTULO, RESUMO E DESCRITORES

O manuscrito deve ser iniciado pelo título do artigo, em português (ou espanhol) e inglês, seguido do resumo, em português (ou espanhol) e inglês, de não mais que 250 palavras. O resumo deve ser estruturado de acordo com o tipo de artigo, devendo ser claro e apresentar de forma sintética as principais partes do trabalho, e ressaltando os dados mais significativos.

Assim, para Artigos originais, a estrutura deve ser, em português: objetivo, método, resultados, conclusão; em inglês: purpose, methods, results, conclusion. Para Revisões sistemáticas ou meta-análises, a estrutura do resumo deve ser, em português: objetivo, estratégia de pesquisa, critérios de seleção, análise dos dados, resultados, conclusão; em inglês: purpose, research strategies, selection criteria, data analysis, results, conclusion. Para Relatos de casos, o resumo não deve ser estruturado. Abaixo do resumo,

especificar no mínimo cinco e no máximo dez descritores/keywords que definam o assunto do trabalho. Os descritores deverão ser baseados no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) publicado pela Bireme, disponível no endereço eletrônico: <http://decs.bvs.br>.

TEXTO

Deverá obedecer a estrutura exigida para cada tipo de trabalho. A citação dos autores no texto deverá ser numérica e sequencial, utilizando algarismos arábicos entre parênteses e sobrescritos, sem data e preferencialmente sem referência ao nome dos autores, como no exemplo:

"... Qualquer desordem da fala associada tanto a uma lesão do sistema nervoso quanto a uma disfunção dos processos sensório-motores subjacentes à fala, pode ser classificada como uma desordem motora (11-13) ..."

Palavras ou expressões em inglês que não possuam tradução oficial para o português devem ser escritas em itálico. Os numerais até dez devem ser escritos por extenso. No texto, deve estar indicado o local de inserção das tabelas, quadros, figuras e anexos, da mesma forma que estes estiverem numerados, sequencialmente. Todas as tabelas e quadros devem ser em preto e branco; as figuras (gráficos, fotografias e ilustrações) podem ser coloridas. Tabelas, quadros e figuras devem ser dispostos ao final do artigo, após as referências, e ser apresentados também em anexo no sistema de submissão, tal como indicado acima.

Todos os artigos devem apresentar na seção Métodos o número do parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e informar caso os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no caso de pesquisas envolvendo pessoas. Caso o artigo tenha sido dispensado pelo comitê de ética em pesquisa, isso deve ser explicitado na seção, juntamente da justificativa para a dispensa.

TABELAS

Apresentar as tabelas separadamente do texto, cada uma em uma página, ao final do documento e apresentá-las também em anexo, no sistema de submissão. As tabelas devem ser digitadas com espaço duplo e fonte Arial 8, numeradas sequencialmente, em algarismos arábicos, na ordem em que foram citadas no texto. Todas as tabelas deverão ter título reduzido, autoexplicativo, inserido acima da tabela. Todas as colunas da tabela devem ser identificadas com um cabeçalho. No rodapé da tabela, deve constar legenda para abreviaturas e testes estatísticos utilizados.

O número de tabelas deve ser apenas o suficiente para a descrição dos dados de maneira concisa. As tabelas não devem repetir informações apresentadas no corpo do texto e, quanto à forma de apresentação, devem ter traços horizontais separando o cabeçalho, o corpo e a conclusão da tabela. Devem ser abertas lateralmente. Serão aceitas, no máximo, cinco tabelas.

QUADROS

Devem seguir a mesma orientação da estrutura das tabelas, diferenciando apenas na forma de apresentação, que podem ter traçado vertical e devem ser fechados lateralmente. Serão aceitos no máximo dois quadros. Apresentar os quadros separadamente do texto, cada um em uma página, ao final do documento e apresentá-los também em anexo, no sistema de submissão.

FIGURAS (GRÁFICOS, FOTOGRAFIAS E ILUSTRAÇÕES)

As figuras deverão ser encaminhadas separadamente do texto, ao final do documento, numeradas sequencialmente, em algarismos arábicos, conforme a ordem de aparecimento no texto. Todas as figuras devem ser apresentadas também em anexo, no sistema de submissão. Todas as figuras deverão ter qualidade gráfica adequada (podem ser coloridas, em preto e em branco ou escala de cinza, sempre com fundo branco) e apresentar título em legenda, digitado em fonte Arial 8. Para evitar problemas que comprometam o padrão de publicação do periódico CoDAS, o processo de digitalização de imagens ("scan") deverá obedecer aos seguintes parâmetros: para gráficos ou esquemas, usar 800 dpi/bitmap para traço; para ilustrações e fotos, usar 300 dpi/RGB ou grayscale.

Em todos os casos, os arquivos deverão ter extensão .tif e/ou .jpg. Também serão aceitos arquivos com extensão .xls (Excel), .eps, .wmf para ilustrações em curva (gráficos, desenhos, esquemas). Se as figuras já tiverem sido publicadas em outro local, deverão vir acompanhadas de autorização por escrito do autor/editor e constando a fonte na legenda da ilustração. Serão aceitas, no máximo, cinco figuras.

LEGENDAS

Apresentar as legendas usando espaço duplo, acompanhando as respectivas tabelas, quadros, figuras (gráficos, fotografias e ilustrações) e anexos.

ABREVIATURAS E SIGLAS

Devem ser precedidas do nome completo quando citadas pela primeira vez no texto. As abreviaturas e siglas usadas em tabelas, quadros, figuras e anexos devem constar na legenda com seu nome por extenso. Não devem ser usadas no título dos artigos e nem no resumo.

Folha de Rosto

ORCID

Todos os autores devem ter o número de registro no ORCID ([Open Researcher and Contributor ID](#)) associado aos seus respectivos cadastros no sistema ScholarOne.

AFILIAÇÃO AUTORES

As afiliações dos autores devem ser apresentadas no idioma de origem da instituição e incluírem a localização geográfica da instituição (cidade, província/unidade federativa/estado e país). Quando mais de um autor pertencer a uma mesma instituição, as informações devem ser agrupadas, distinguindo-se apenas em casos de serem de departamentos ou grupos de estudo distintos. Não devem ser incluídas nas afiliações dados de titulação, cargos ou biografia.

E-MAIL PARA CORRESPONDÊNCIA

O autor responsável pelo artigo deve informar seu e-mail para correspondência no documento de folha de rosto (title page). A informação será publicada junto ao manuscrito na seção de endereço para correspondência.

REGISTRO DE ENSAIOS CLÍNICOS

O periódico CoDAS apoia as políticas para registro de ensaios clínicos da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos, em acesso aberto. Sendo assim, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e ICMJE, cujos endereços estão disponíveis no site do ICMJE) deverá ser apresentado ao final do resumo ou em <http://www.who.int/ictrp/network/primary/en/index.html>. O número de identificação

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

As contribuições dos autores devem estar detalhadas no documento folha de rosto (title page) e seguir o padrão da taxonomia CRediT (Contributor Roles Taxonomy). Todos os contribuidores que se qualificam como autores do artigo devem ter sua contribuição descrita a partir dessa taxonomia. Contribuições que não se qualifiquem em autoria devem ser reconhecidas na seção de agradecimentos.

CONFLITO DE INTERESSES

Detalhar quaisquer potenciais conflitos de interesses dos autores em relação à pesquisa. Caso qualquer um dos autores receba financiamento de instituições ou possuam vínculo institucional que entrem em conflito com a integridade dos resultados da pesquisa, estes devem estar explicitados nesta seção.

DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os autores que disponibilizarem os dados brutos dos artigos publicados na CoDAS devem informar onde os dados estão disponibilizados nessa seção. É estimulado que os autores busquem disponibilizar esses materiais em repositórios de acesso aberto. Em caso de

publicação num desses repositórios, declarar o repositório e URL para acessar o material disponível.

Ativos Digitais

Tabelas, quadros, figuras, gráficos, fotografias e ilustrações devem estar citados no texto e apresentados no manuscrito, após as referências, e ser apresentados também em anexo no sistema de submissão, tal como indicado na seção "Formato de Envio dos Artigos".

Tabelas e quadros devem estar em formato editável, ou seja, construídos utilizando software de edição de tabelas / planilhas ou criados em editor de texto, utilizando a ferramenta de tabelas.

Todas as figuras devem ser apresentadas também em anexo, no sistema de submissão. Todas as figuras deverão ter qualidade gráfica adequada (podem ser coloridas, em preto e em branco ou escala de cinza, sempre com fundo branco) e apresentar título em legenda, digitado em fonte Arial 8. Para evitar problemas que comprometam o padrão de publicação do periódico CoDAS, o processo de digitalização de imagens ("scan") deverá obedecer aos seguintes parâmetros: para gráficos ou esquemas, usar 800 dpi/bitmap para traço; para ilustrações e fotos, usar 300 dpi/RGB ou grayscale.

Em todos os casos, os arquivos deverão ter extensão .tif e/ou .jpg. Também serão aceitos arquivos com extensão .xls (Excel), .eps, .wmf para ilustrações em curva (gráficos, desenhos, esquemas). Se as figuras já tiverem sido publicadas em outro local, deverão vir acompanhadas de autorização por escrito do autor/editor e constando a fonte na legenda da ilustração. Serão aceitas, no máximo, cinco figuras.

À parte do manuscrito, em uma folha separada, apresente a página de identificação, tal como indicado anteriormente. O manuscrito não deve conter dados de autoria, estes dados devem ser apresentados somente na Página de Identificação.

Citações e Referências

As referências e citações devem estar apresentadas no formato denominado "Vancouver Style", conforme exemplos abaixo, e os títulos de Journal Indexed in Index Medicus, da National Library of Medicine e disponibilizados no endereço: <ftp://ftp.nlm.nih.gov/online/journals/archive/ljiweb.pdf>

Devem ser numeradas consecutivamente, na mesma ordem em que foram citadas no texto, e identificadas com números arábicos.

Para todas as referências, citar todos os autores até seis. Acima de seis, citar os seis primeiros, seguidos da expressão et al.

• RECOMENDAÇÕES GERAIS

- Utilizar preferencialmente referências publicadas em periódicos indexados nos últimos cinco anos.
- Sempre que disponível devem ser utilizados os títulos dos artigos em sua versão em inglês.

- Sempre que possível incluir o DOI dos documentos citados.
- Devem ser evitadas as referências de teses, dissertações ou trabalhos apresentados em congressos científicos.

EXEMPLOS DE REFERÊNCIAS

• ARTIGOS DE PERIÓDICOS

Shriberg LD, Flipsen PJ Jr, Thielke H, Kwiatkowski J, Kertoy MK, Katcher ML et al. Risk for speech disorder associated with early recurrent otitis media with effusions: two retrospective studies. *J Speech Lang Hear Res.* 2000;43(1):79-99.

Wertner HF, Rosal CAR, Pagan LO. Ocorrência de otite média e infecções de vias aéreas superiores em crianças com distúrbio fonológico. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2002;7(1):32-9.

• LIVROS

Northern J, Downs M. *Hearing in children.* 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.

• CAPÍTULOS DE LIVROS

Rees N. An overview of pragmatics, or what is in the box? In: Irwin J. *Pragmatics: the role in language development.* La Verne: Fox; 1982. p. 1-13.

• CAPÍTULOS DE LIVROS (MESMA AUTORIA)

Russo IC. Intervenção fonoaudiológica na terceira idade. Rio de Janeiro: Revinter; 1999. *Distúrbios da audição: a presbiacusia*; p. 51-82.

• DOCUMENTOS ELETRÔNICOS

ASHA: American Speech and Hearing Association [Internet]. Rockville: American Speech-Language-Hearing Association; c1997-2008. Otitis media, hearing and language development. [cited 2003 Aug 29]; [about 3 screens]

Documentos Suplementares

Devem ser incluídos, obrigatoriamente, os seguintes documentos:

- Carta assinada por todos os autores, contendo permissão para reprodução do material e termos de responsabilidade dos autores ao publicar na CoDAS. O documento deve estar digitalizado. No sistema, tipifique como "Supplemental File NOT for Review" (modelo disponível [em inglês](#) e [em português](#));
- Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição onde foi realizado o trabalho, quando referente a pesquisas em seres humanos ou animais. O documento deve estar digitalizado. No sistema, tipifique como "Supplemental File NOT for Review";

- Declaração de conflitos de interesse, quando pertinente. O documento deve estar digitalizado. No sistema, tipifique como "Supplemental File NOT for Review";
- Página de identificação do manuscrito. Todos os dados de autoria devem estar na Página de identificação (**clique aqui** para fazer o download do modelo). O manuscrito não deve conter dados de autoria. No sistema, tipifique como "Title Page";
- Tabelas, quadros, figuras, gráficos, fotografias e ilustrações devem estar citados no texto e apresentados no manuscrito, após as referências. Devem ser apresentados também em anexo, no sistema de submissão. Tabelas e quadros devem ser apresentados em formato DOC ou DOCX. Figuras, gráficos, ilustrações e fotografias devem ser apresentadas no mínimo em 300 dpi, com boa resolução e nitidez. No sistema, tipifique como "Table", "Figure" ou "Image";
- Manuscrito (veja abaixo como preparar este documento). No sistema, tipifique como "Main Document";
- Com relação à submissão do Manuscrito revisado após sugestão dos revisores, os autores devem redigir uma "Carta de resposta aos revisores" com a finalidade de responder possíveis questionamentos e justificar quando for pertinente. No texto da versão revisada, sinalizar as mudanças pontuais realçadas com a cor amarela, ao longo do texto. A "Carta de resposta aos revisores" deve ser inserida no sistema de submissão de artigos no item "Supplemental File for Review", juntamente com a submissão da nova versão do manuscrito.

Declaração de Financiamento

Informar fontes de apoio para o trabalho, incluindo nomes de patrocinadores, número de contrato (se houver), juntamente com explicações sobre o papel dessas fontes.

ANEXO C - INSTRUÇÕES PARA COLABORADORES DA REVISTA CIÊNCIA & SAÚDE COLETIVA

INSTRUÇÕES PARA COLABORADORES

Ciência & Saúde Coletiva publica debates, análises e resultados de investigações sobre um tema específico considerado relevante para a saúde coletiva; e artigos de discussão e análise do estado da arte da área e das subáreas, mesmo que não versem sobre o assunto do tema central. A revista, de periodicidade mensal, tem como propósitos enfrentar os desafios, buscar a consolidação e promover uma permanente atualização das tendências de pensamento e das práticas na saúde coletiva, em diálogo com a agenda contemporânea da Ciência & Tecnologia.

Os artigos serão avaliados através da Revisão de pares, de acordo com as diretrizes internacionais para a área da ciência.

Política de Acesso Aberto - Ciência & Saúde Coletiva é publicada sob o modelo de acesso aberto e é, portanto, livre para qualquer pessoa a ler em download, e para copiar e divulgar para fins educacionais.

A Revista Ciência & Saúde Coletiva aceita artigos em preprints de bases de dados nacionais e internacionais reconhecidas academicamente.

No momento que você apresenta seu artigo, é importante estar atento ao que constitui um preprint e como você pode proceder para se integrar nesta primeira etapa da Ciência Aberta. O preprint disponibiliza artigos e outras comunicações científicas de forma imediata ou paralela à sua avaliação e validação pelos periódicos. Desta forma, acelera a comunicação dos resultados de pesquisas, garante autoria intelectual, e permite que o autor receba comentários que contribuam para melhorar seu trabalho, antes de submetê-lo a algum periódico. Embora o artigo possa ficar apenas no repositório de preprints (caso o autor não queira mandá-lo para um periódico), as revistas continuam exercendo as funções fundamentais de validação, preservação e disseminação das pesquisas. Portanto:

- (1) Você pode submeter agora seu artigo ao servidor *SciELO preprints* (<https://preprints.scielo.org>) ou a outro servidor confiável. Nesse caso, ele será avaliado por uma equipe de especialistas desses servidores, para verificar se o manuscrito obedece a critérios básicos quanto à estrutura do texto e tipos de documentos. Se aprovado, ele receberá um *DOI* que garante sua divulgação internacional imediata.
- (2) Concomitantemente, caso você queira, pode submetê-lo à Revista Ciência & Saúde Coletiva. Os dois processos são compatíveis.
- (3) Você pode optar por apresentar o artigo apenas à Revista Ciência & Saúde Coletiva. A submissão a repositório *preprint* não é obrigatória.

A partir de 20 de janeiro de 2021, será cobrada uma taxa de submissão de R\$ 100,00 (cem reais) para artigos nacionais e US\$ 25,00 (vinte e cinco dólares) para artigos internacionais. O valor não será devolvido em caso de recusa do material. Para pagamento da taxa de submissão, acesse o site da Revista

(<https://cienciaesaudecoletiva.com.br/>). Este apoio dos autores é indispensável para financiar o custeio da Revista, viabilizando a publicação com acesso universal dos leitores. Não é cobrada taxa de publicação. Caso o artigo vá para avaliação e receba o parecer Minor Revision (Pequena revisão) ou Major Revision (Grande Revisão) não é necessário pagar a taxa novamente quando enviar a revisão com as correções solicitadas. Somente os artigos de chamada pública com recursos próprios estão isentos de pagamento de taxa de submissão.

Recomendações para a submissão de artigos

Notas sobre a Política Editorial

A Revista Ciência & Saúde Coletiva reafirma sua missão de veicular artigos originais, que tragam novidade e proporcionem avanço no conhecimento da área de saúde coletiva. Qualquer texto que caiba nesse escopo é e será sempre bem-vindo, dentro dos critérios descritos a seguir:

- (1) O artigo não deve tratar apenas de questões de interesse local ou situar-se somente no plano descritivo.
- (2) Na sua introdução, o autor precisa deixar claro o caráter inédito da contribuição que seu artigo traz. Também é altamente recomendado que, na carta ao editor, o autor explicita, de forma detalhada, porque seu artigo constitui uma novidade e em que ele contribui para o avanço do conhecimento.
- (3) As discussões dos dados devem apresentar uma análise que, ao mesmo tempo, valorize especificidade dos achados de pesquisa ou da revisão, e coloque esses achados em diálogo com a literatura nacional e internacional.
- (4) O artigo qualitativo precisa apresentar, de forma explícita, análises e interpretações ancoradas em alguma teoria ou reflexão teórica que promova diálogo das Ciências Sociais e Humanas com a Saúde Coletiva. Exige-se também que o texto valorize o conhecimento nacional e internacional.
- (5) Quanto aos artigos de cunho quantitativo, a revista prioriza os de base populacional e provenientes de amostragem aleatória. Não se encaixam na linha editorial: os que apresentam amostras de conveniência, pequenas ou apenas descritivas; ou análises sem fundamento teórico e discussões e interpretações superficiais.
- (6) As revisões não devem apenas sumarizar o atual estado da arte, mas precisam interpretar as evidências disponíveis e produzir uma síntese que contribua para o avanço do conhecimento. Assim, a nossa orientação é publicar somente revisões de alta relevância, abrangência, originalidade e consistência teórica e metodológica, que de fato tragam novos conhecimentos ao campo da Saúde Coletiva.

Nota importante - Dado o exponencial aumento da demanda à Revista, todos os artigos passam por uma triagem inicial, realizada pelos editores-chefes. Sua decisão sobre o aceite ou não é baseada nas prioridades citadas e no mérito do manuscrito quanto à originalidade, pertinência da análise estatística ou qualitativa, adequação dos métodos e riqueza interpretativa da discussão. Levando em conta tais critérios, apenas uma pequena proporção dos originais, atualmente, é encaminhada para revisores e recebe

parecer detalhado.

A revista *C&SC* adota as “Normas para apresentação de artigos propostos para publicação em revistas médicas”, Vancouver, da Comissão Internacional de Editores de Revistas Médicas, cuja versão para o português encontra-se publicada na *Rev Port Clin Geral* 1997; 14:159-174. O documento está disponível em vários sítios na World Wide Web, como por exemplo, www.icmje.org ou www.apmcg.pt/document/71479/450062.pdf. **Recomenda-se aos autores a sua leitura atenta. Consultem os exemplos no final das Normas.**

Seções da publicação

Editorial: de responsabilidade dos editores chefes ou dos editores convidados, deve ter no máximo 4.000 caracteres com espaço.

Artigos Temáticos: devem trazer resultados de pesquisas de natureza empírica, experimental, conceitual e de revisões sobre o assunto em pauta. Os textos de pesquisa não deverão ultrapassar os 40.000 caracteres. Os artigos temáticos são selecionados da seguinte forma: por chamada pública, convite ou por coletânea de artigos já aprovados.

Artigos de Temas Livres: devem ser de interesse para a saúde coletiva por livre apresentação dos autores através da página da revista em fluxo contínuo. Devem ter as mesmas características dos artigos temáticos: máximo de 40.000 caracteres com espaço, resultarem de pesquisa e apresentarem análises e avaliações de tendências teórico-metodológicas e conceituais da área.

Artigos de Revisão: devem ser textos baseados exclusivamente em fontes secundárias, submetidas a métodos de análises já teoricamente consagrados, podendo alcançar até o máximo de 45.000 caracteres com espaço.

Opinião: texto que expresse posição qualificada de um ou vários autores ou entrevistas realizadas com especialistas no assunto em debate na revista; deve ter, no máximo, 20.000 caracteres com espaço.

Resenhas: análise crítica de livros relacionados ao campo temático da saúde coletiva, publicados nos últimos dois anos, cujo texto não deve ultrapassar 10.000 caracteres com espaço. O autor deve atribuir um título para a resenha no campo título resumido (running head) quando fizer a submissão. Os autores da resenha devem incluir no início do texto a referência completa do livro. As referências citadas ao longo do texto devem seguir as mesmas regras dos artigos. No momento da submissão da resenha os autores devem inserir em anexo no sistema uma reprodução, em alta definição da capa do livro em formato jpeg. Não é necessário resumo, abstract e resumen.

Cartas: com apreciações e sugestões a respeito do que é publicado em números anteriores da revista (máximo de 4.000 caracteres com espaço). Não é necessário resumo, abstract e resumen.

Observação: Em artigos temáticos, temas livres, revisão e opinião, o limite máximo de caracteres leva em conta os espaços e inclui da palavra introdução e vai até a última referência bibliográfica.

O resumo/abstract/resumen com no máximo 1400 caracteres com espaço cada (incluindo a palavra – “resumo”/“abstract”/“resumen” até a última “palavra-chave”/“keyword”/“palabra clave”).

O total de ilustrações (figuras/ tabelas e quadros) são até cinco por artigo e são contabilizados à parte.

Apresentação de manuscritos

1. Os originais podem ser escritos em português, espanhol, francês e inglês. Os artigos obrigatoriamente deverão ter título e resumo em português, inglês e espanhol. Os textos em português devem ter título, resumo e palavras-chave na língua original, em inglês e em espanhol. Os textos em espanhol devem ter título, resumo e palavras-chave na língua original, em português e em inglês. Os textos em inglês devem ter título, resumo e palavras-chave na língua original, em português e em espanhol. Os textos em francês devem ter título, resumo e palavras-chave na língua original, em português e em inglês. **Não serão aceitas notas de pé-de-página ou no final dos artigos.**

2. Os textos têm de ser digitados em espaço duplo, na fonte Times New Roman, no corpo 12, margens de 2,5 cm, formato Word (de preferência na extensão .docx) e encaminhados apenas pelo endereço eletrônico (<http://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo>) segundo as orientações do site.

3. Os artigos publicados serão de propriedade da revista C&SC, ficando proibida a reprodução total ou parcial em qualquer meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem prévia autorização dos editores-chefes da Revista. A publicação secundária deve indicar a fonte da publicação original.

4. Os artigos submetidos à C&SC não podem ser propostos simultaneamente para outros periódicos.

5. As questões éticas referentes às publicações de pesquisa com seres humanos são de inteira responsabilidade dos autores e devem estar em conformidade com os princípios contidos na Declaração de Helsinque da Associação Médica Mundial (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1989, 1996 e 2000).

6. Os artigos devem ser encaminhados com as autorizações para reproduzir material publicado anteriormente, para usar ilustrações que possam identificar pessoas e para transferir direitos de autor e outros documentos.

7. Os conceitos e opiniões expressos nos artigos, bem como a exatidão e a procedência das citações são de exclusiva responsabilidade dos autores.

8. Os textos são em geral (mas não necessariamente) divididos em seções com os **Título, Resumo, Introdução, Métodos, Resultados e Discussão**, às vezes, sendo necessária a inclusão de subtítulos em algumas seções. Os títulos e subtítulos das seções não devem conter numeração progressiva e sim recursos gráficos como caixa alta, recuo na margem ou outros.

9. O título deve ter curto: 120 caracteres com espaço. O resumo/abstract/resumen, com no máximo 1.400 caracteres com espaço (incluindo a palavra resumo até a última palavra-chave) e precisa explicitar **o objeto, os objetivos, a metodologia, a abordagem teórica, os resultados e as conclusões**. Logo abaixo do resumo os autores devem indicar até no máximo, cinco (5) palavras-chave/keywords/palabras-clave. É fundamental ter clareza e objetividade na redação do resumo, pois assim o fazendo, o autor contribuirá para o interesse do leitor. Já clareza dos descritores contribuirá para a múltipla indexação do artigo.

As palavras-chave em português, inglês e espanhol devem constar obrigatoriamente no DeCS/MeSH.

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/ehhttp://decs.bvs.br/>).

10. É obrigatória a inclusão do *Open Researcher and Contributor ID* (ORCID) no momento

de submissão do artigo. Para criar um ID ORCID acesse: <http://orcid.org/content/initiative10>. Na submissão dos artigos na plataforma da Revista, é válido que apenas um autor tenha o registro no ORCID. Mas quando o artigo for aprovado para publicação no SciELO, **todos os autores** devem ter o registro no ORCID. Para se registrar no ORCID, entre no site (<https://orcid.org/>) e para inserir o ORCID no ScholarOne (plataforma de submissão), acesse o site (<https://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo>), e atualize seu cadastro.

11. Em caso de usar inteligência artificial nos seus manuscritos, o autor deve mencionar esse fato, obrigatoriamente, dizendo ao final do campo dedicado à metodologia, em que etapa do artigo ela foi empregada.

Autoria

1. As pessoas designadas como autores devem ter participado na elaboração dos artigos de modo que possam assumir publicamente a responsabilidade pelo seu conteúdo. A qualificação como autor deve pressupor: a) a concepção e o delineamento ou a análise e interpretação dos dados, b) redação do artigo ou a sua revisão crítica, e c) aprovação para ser publicada.
2. O limite de autores por artigo é de oito autores, se exceder esse limite, os demais terão seus nomes incluídos nos agradecimentos. Para artigos com mais autores que fazem parte de um grupo de pesquisa ou em outros casos excepcionais, é necessária autorização dos editores.
3. Em nenhum arquivo inserido, deverá constar identificação de autores do manuscrito, exceto no arquivo "Title page" (Página de título).

Nomenclaturas

1. Devem ser observadas rigidamente as regras de nomenclatura de saúde pública/saúde coletiva, assim como abreviaturas e convenções adotadas em disciplinas especializadas. Devem ser evitadas abreviaturas no título e no resumo.
2. A designação completa à qual se refere uma abreviatura deve preceder a primeira ocorrência desta no texto, a menos que se trate de uma unidade de medida padrão.

Ilustrações e Escalas

1. O material ilustrativo da revista *C&SC* compreende tabela (elementos demonstrativos como números, medidas, percentagens, etc.), quadro (elementos demonstrativos com informações textuais), gráficos (demonstração esquemática de um fato e suas variações), figura (demonstração esquemática de informações por meio de mapas, diagramas, fluxogramas, como também por meio de desenhos ou fotografias). Nas edições da revista que forem impressas, todo esse material será na cor preta e cores cinza para diferenciações.
2. O número de material ilustrativo deve ser de, **no máximo, cinco por artigo (com limite de até duas laudas cada)**, salvo exceções referentes a artigos de sistematização de áreas específicas do campo temático. Nesse caso os autores devem negociar com os editores-chefes.
3. Todo o material ilustrativo deve ser numerado consecutivamente em algarismos arábicos, com suas respectivas legendas e fontes, e a cada um deve ser atribuído um breve

título. Todas as ilustrações devem ser citadas no texto.

4. Tabelas e quadros devem ser confeccionados no programa Word ou Excel e enviados com título e fonte. OBS: No link do IBGE (<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>) estão as orientações para confeccionar as tabelas. Devem estar configurados em linhas e colunas, sem espaços extras, e sem recursos de “quebra de página”. Cada dado deve ser inserido em uma célula separada. Importante: tabelas e quadros devem apresentar informações sucintas. As tabelas e quadros podem ter no máximo 15 cm de largura X 18 cm de altura e não devem ultrapassar duas páginas (no formato A4, com espaço simples e letra em tamanho 9).

5. Gráficos e figuras podem ser confeccionados no programa Excel, Word ou PPT. O autor deve enviar o arquivo no programa original, separado do texto, em formato editável (que permite o recurso “copiar e colar”) e também em pdf ou jpeg, TONS DE CINZA ou coloridos. Gráficos gerados em programas de imagem devem ser enviados em jpeg, TONS DE CINZA ou coloridos, resolução mínima de 200 dpi e tamanho máximo de 20 cm de altura x 15 cm de largura. As ilustrações coloridas só serão publicadas na versão online. Quando houver impressão da Revista, as ilustrações serão todas em TONS DE CINZA sem exceção. É importante que a imagem original esteja com boa qualidade, pois não adianta aumentar a resolução se o original estiver comprometido. Gráficos e figuras também devem ser enviados com título e fonte. As figuras e gráficos têm que estar no máximo em uma página (no formato A4, com 15 cm de largura x 20 cm de altura, letra no tamanho 9).

6. Arquivos de figuras como mapas ou fotos devem ser salvos no (ou exportados para o) formato JPEG, TIF ou PDF. Em qualquer dos casos, deve-se gerar e salvar o material na maior resolução (300 ou mais DPI) e maior tamanho possíveis (dentro do limite de 21 cm de altura x 15 cm de largura). Se houver texto no interior da figura, deve ser formatado em fonte Times New Roman, corpo 9. Fonte e legenda devem ser enviadas também em formato editável que permita o recurso “copiar/colar”. Esse tipo de figura também deve ser enviado com título e fonte.

7. Os autores que utilizam escalas em seus trabalhos devem informar explicitamente na carta de submissão de seus artigos, se elas são de domínio público ou se têm permissão para o uso.

Agradecimentos

1. Quando existirem, devem ser colocados antes das referências bibliográficas.

2. Os autores são responsáveis pela obtenção de autorização escrita das pessoas nomeadas nos agradecimentos, dado que os leitores podem inferir que tais pessoas subscrevem os dados e as conclusões.

3. O agradecimento ao apoio técnico deve estar em parágrafo diferente dos outros tipos de contribuição.

Financiamento

RC&SC atende à Portaria Nº 206 do ano de 2018 do Ministério da Educação/Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Gabinete sobre obrigatoriedade de citação da CAPES para os trabalhos produzidos ou publicados, em qualquer mídia, que decorram de atividades financiadas, integral ou parcialmente, pela CAPES. Esses trabalhos científicos devem identificar a fonte de financiamento através da utilização do código 001 para todos os financiamentos recebidos.

Referências

1. As referências devem ser numeradas de forma consecutiva de acordo com a ordem em que forem sendo citadas no texto. No caso de as referências serem de mais de dois autores, no corpo do texto deve ser citado apenas o nome do primeiro autor seguido da expressão *et al.* Exemplo: Minayo *et al.*³
2. Devem ser identificadas por número arábico sob o título, conforme exemplos abaixo:
ex. 1: "Outro indicador analisado foi o de maturidade do PSF" 11 (p.38).
ex. 2: "Como alerta Maria Adélia de Souza 4, a cidade..."
As referências citadas somente nos quadros e figuras devem ser numeradas a partir do número da última referência citada no texto.
3. As referências citadas devem ser listadas ao final do artigo, em ordem numérica, seguindo as normas gerais dos *Requisitos uniformes para manuscritos apresentados a periódicos biomédicos* (http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).
4. Os nomes das revistas devem ser abreviados de acordo com o estilo usado no Index Medicus (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>)
5. O nome de pessoa, cidades e países devem ser citados na língua original da publicação.

Exemplos de como citar referências

Artigos em periódicos

1. Artigo padrão (**incluir todos os autores sem utilizar a expressão *et al.***)
Pelegrini MLM, Castro JD, Drachler ML. Equidade na alocação de recursos para a saúde: a experiência no Rio Grande do Sul, Brasil. *Cien Saude Colet* 2005; 10(2):275-286.
Maximiano AA, Fernandes RO, Nunes FP, Assis MP, Matos RV, Barbosa CGS, Oliveira-Filho EC. Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações sobre riscos à saúde humana e ambiental. *Cien Saude Colet* 2005; 10(2):483-491.
2. Instituição como autor
The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. *Med J Aust* 1996; 164(5):282-284.
3. Sem indicação de autoria
Cancer in South Africa [editorial]. *SAfr Med J* 1994; 84(2):15.
4. Número com suplemento
Duarte MFS. Maturação física: uma revisão de literatura, com especial atenção à criança brasileira. *Cad Saude Publica* 1993; 9(Supl.1):71-84.
5. Indicação do tipo de texto, se necessário
Enzensberger W, Fischer PA. Metronome in Parkinson's disease [carta]. *Lancet* 1996; 347(9011):1337.

Livros e outras monografias

1. Indivíduo como autor

Cecchetto FR. *Violência, cultura e poder*. Rio de Janeiro: FGV; 2004.

Minayo MCS. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 8ª ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Hucitec, Abrasco; 2004.

2. Organizador ou compilador como autor

Bosi MLM, Mercado FJ, organizadores. *Pesquisa qualitativa de serviços de saúde*.

Petrópolis: Vozes; 2004.

3. Instituição como autor

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). *Controle de plantas aquáticas por meio de agrotóxicos e afins*. Brasília: DILIQ/IBAMA; 2001.

4. Capítulo de livro

Sarcinelli PN. A exposição de crianças e adolescentes a agrotóxicos. In: Peres F, Moreira JC, organizadores. *É veneno ou é remédio*. Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2003. p. 43-58.

5. Resumo em Anais de congressos

Kimura J, Shibasaki H, organizadores. Recent advances in clinical neurophysiology. *Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology*; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

6. Trabalhos completos publicados em eventos científicos

Coates V, Correa MM. Características de 462 adolescentes grávidas em São Paulo. In: *Anais do V Congresso Brasileiro de Adolescência*; 1993; Belo Horizonte. p. 581-582.

7. Dissertação e tese

Carvalho GCM. *Oficiamento público federal do Sistema Único de Saúde 1988-2001*

[tese]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública; 2002.

Gomes WA. *Adolescência, desenvolvimento puberal e sexualidade: nível de informação de adolescentes e professores das escolas municipais de Feira de Santana - BA* [dissertação]. Feira de Santana (BA): Universidade Estadual de Feira de Santana; 2001.

Outros trabalhos publicados

13. Artigo de jornal

Novas técnicas de reprodução assistida possibilitam a maternidade após os 40 anos.

Jornal do Brasil; 2004 Jan 31; p. 12

Lee G. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions annually. The Washington Post 1996 Jun 21; Sect. A:3 (col. 5).

14. Material audiovisual

HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis (MO): Mosby-Year Book; 1995.

15. Documentos legais

Brasil. Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União 1990; 19 set

Material no prelo ou não publicado

Leshner AI. Molecular mechanisms of cocaine addiction. N Engl J Med. In press 1996.
Cronenberg S, Santos DVV, Ramos LFF, Oliveira ACM, Maestrini HA, Calixto N.
Trabeculectomia com mitomicina C em pacientes com glaucoma congênito refratário. Arq Bras Oftalmol. No prelo 2004.

Material eletrônico

16. Artigo em formato eletrônico

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis* [serial on the Internet]. 1995 jan-mar [cited 1996 Jun 5];1(1):[about 24 p.]. Available from: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

Lucena AR, Velasco Cruz AA, Cavalcante R. Estudo epidemiológico do tracoma em comunidade da Chapada do Araripe-PE-Brasil. *Arq Bras Oftalmol* [periódica na Internet]. 2004 mar-abr [acessado 2004 Jul 12];67(2): [cerca de 4 p.]. Disponível em: <http://www.abonet.com.br/abo/672/197-200.pdf>

17. Monografia em formato eletrônico

CDI, clinical dermatology illustrated [CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2ª ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

18. Programa de computador

Hemodynamics III: the ups and downs of hemodynamics [computer program]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.