

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

“Comparando aplicativos do smartphone com equipamentos comerciais”

Discente: Lucas Emanuel Gonçalves Goulart de Souza

Orientador: Dr. Bruno Biagioli

Coorientadores: MSc. Illys Janes Alves de Sousa
Prof. Dr. José Mauricio Barbanti Duarte

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia

Jaboticabal – SP
1º semestre/2022

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

“Comparando aplicativos do smartphone com equipamentos comerciais”

Lucas Emanuel Gonçalves Goulart de Souza

Dr. Bruno Biagioli

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia

Jaboticabal – SP
1º semestre/2022

S729c	Souza, Lucas Emanuel Gonçalves Goulart de Comparando aplicativos do smartphone com equipamentos comerciais / Lucas Emanuel Gonçalves Goulart de Souza. – Jaboticabal, 2022 32 p. : tabs., fotos Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Bruno Blagiolli Coorientador: José Maurício Barbanti Duarte 1. Aplicativos Móveis. 2. GPS (Navigational system). 3. Luz. 4. Som. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: Zootecnia

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Comparando aplicativos de smartphone com equipamentos comerciais

ACADÊMICO: Lucas Emanuel Gonçalves Goulart de Souza

CURSO: Zootecnia

ORIENTADOR: Bruno Biagioli

CO-ORIENTADORES: Illys Janes Alves De Sousa

José Mauricio Barbanti Duarte

Aprovado com conceito "A" e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)
Presidente	Bruno Biagioli
Membro	Walter Bedon Gallardo
Membro	Nelson José Peruzzi

(Assinaturas)

Bruno Biagioli
Walter Bedon Gallardo
Nelson José Peruzzi

Jaboticabal 11 / 07 / 2022

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 08, 08, 22

Edney Pereira da Silva

Chefe do Departamento

Prof. Dr. EDNEY PEREIRA DA SILVA
Chefe do Departamento de Zootecnia
Matrícula Nº 422823-6

Agradecimentos

Agradeço a Deus, aos Orixás e aos Guias pelas oportunidades e lições que eles me trouxeram durante a minha caminhada.

Ao meu pai Gilberto Goulart de Souza que sempre me apoiou, desde que eu entrei no Colégio Agrícola até o fim da minha graduação, a minha mãe Luzimar Gonçalves Goulart de Souza (*in memoriam*) que sem a educação que ela me deu eu não seria quem sou hoje.

A minha prima Claudia Goulart Falsarella que sempre me ajudou e aconselhou e é uma irmã para mim, ao meu primo Luiz Roberto Venditti Goulart De Sousa pelas conversas que me auxiliaram na minha caminhada espiritual, ao meu primo Roberto Marchi Goulart que me falou do Técnico Agrícola em Jaboticabal. Ao meu tio Pedro Roberto Goulart que sempre me encorajou a buscar o conhecimento. Ao meu tio Demétrio Vilagra que me ajudou muito durante minha época no Colégio Agrícola na minha busca dos estágios obrigatórios. Ao meu avô Alberto José dos Santos (*in memoriam*) por toda a sabedoria e risadas que ele compartilhou comigo. E a todos os outros membros da minha família, que não citei anteriormente.

Agradeço também ao Colégio Técnico Agrícola – José Bonifácio e os professores que tive lá, pelos anos que estudei, pelo conhecimento pelas experiências, por conhecer o curso de zootecnia lá e pelas pessoas que conheci.

Ao meu Orientador Bruno Biagioli e Coorientador Illys Janes Alves de Sousa, que me ajudaram e aconselharam durante as reuniões da melhor de conduzir este Trabalho.

Aos professores que me deram aula durante a minha graduação por todo o conhecimento que adquiri.

A todos os meus amigos e colegas que fiz durante desde 2014 que foi quando comecei a estudar em Jaboticabal pelas risadas, conversas e troca de experiências. Em especial ao Lúcio Roberto Vizentini (Bigode) um grande amigo que conheço desde do primeiro dia no Colégio Agrícola.

Aos amigos que fiz durante a pandemia pelo discord e que convivo diariamente pelo discord: André (Papahardware), Cícero (Harlock), Daniel (Infortelgamer), Felipe (Lipera96), Gabriel (Jacks), Josué (DarkScorpion), Vinicius (Matsuki), Vitor (Zerogc).

E por fim as diversas pessoas passaram na minha vida e contribuíram de alguma forma na jornada durante a minha graduação, não teria como eu citar todo mundo, então aqui está o agradecimento para quem não consegui citar antes.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	3
2.1 A história do celular.....	3
2.2 GPS	4
2.3 Luz	5
2.4 Som.....	6
3. Materiais e métodos	8
3.1 GPS	9
3.2 Luz	10
3.3 Som.....	11
3.4 Análise estatística	12
4. Resultados.....	14
4.1 GPS	14
4.2 Luz	14
4.3 Som.....	16
5. Discussão	20
5.1 GPS	20
5.2 Luz	21
5.3 Som.....	22
6. Conclusão.....	25
7. Resumo	26
8. Summary	27
9. Referências bibliográficas.....	28

1. Introdução

Os celulares ou smartphones são muito presentes em nosso cotidiano, como mostra os dados da ANATEL (2019) a porcentagem de dispositivos móveis com conexões a internet (smartphones e tablets) no Brasil que era 75,27% em 2016 foi para 90,96% em 2019 num total de 202.009.290 dispositivos móveis em todo o país (ITU, 2020). Os celulares inicialmente eram dispositivos com apenas a função de realizar ligações, com o avanço da tecnologia os celulares começam a ser chamados de smartphones e a apresentar outras funções, tais como: câmera, GPS, aparelho de som, acesso à internet.

Com os smartphones é possível realizar o download de aplicativos para diversos usos. Dentre os aplicativos aplicáveis na área de ciências agrárias existem aqueles que fazem o uso dos sensores embutidos nos aparelhos que são capazes de realizar diferentes funções, como exemplo decibelímetro que mensura a intensidade do som usando a medida decibéis (dB), luxímetro que mensura a luz no ambiente usando unidade luz ou GPS que marca a localização em tempo real do dispositivo (CERQUEIRA et al., 2017; MURPHY; KING, 2016; ODENWALD, 2020), que são funções úteis para propriedades rurais como por exemplo: determinar se o ruído do ambiente pode causar algum problema as pessoas expostas, conferir se a iluminação está adequada para programas de luz ou demarcar talhões com o GPS.

Como o smartphone pode realizar estas funções por meio do uso de aplicativos, ele pode se tornar uma alternativa mais barata e fácil para os

profissionais e produtores rurais precisam realizar essas mensurações e não tem acesso a equipamentos comerciais (ODENWALD, 2020).

Contudo, os aplicativos devem ser comparados à equipamentos comerciais convencionais para sua validação. O que levanta a hipótese se aplicativos apresentam dados confiáveis?

O objetivo desse trabalho é verificar se os dados obtidos pelos aplicativos de decibelímetro, luxímetro e GPS, disponíveis nos smartphones, são confiáveis para a utilização nas propriedades rurais.

2. Revisão de literatura

2.1 A história do celular

O primeiro celular foi feito por Martin Cooper em 1973 e lançado em 1983 com o nome de Motorola DynaTAC 8000X que tinha as dimensões de 33 cm por 8,9 cm por 4,4 cm de profundidade, com uma bateria de autonomia de 30 minutos e 10 horas de recarga (figura 1) (COUTINHO, 2019; FUKS, 2021).



Figura 1- Motorola DynaTAC 8000X

No Brasil os celulares chegaram no início dos anos 90, devido ao alto custo de aquisição, apenas políticos, artistas e empresários que os possuíam. No início dos anos 2000 as empresas de telefonia móvel do Brasil já estavam consolidadas no mercado, transferindo o foco das vendas de empresários e pessoas com alto poder aquisitivo para o público jovem, reduzindo o custo para adquirir uma linha móvel (DUTRA, 2016). Um dos marcos mundiais da história do celular está no lançamento do primeiro iPhone em 2007. Por ser um celular

com touchscreen que permitia o uso de internet e envio de e-mails de forma simples comparado aos outros smartphones já disponíveis no mercado (DUTRA, 2016; REID, 2018). A definição de smartphone é um celular que pode realizar ligações e fazer o uso da internet para envio de e-mails, mensagens instantâneas, uso de GPS, etc (QUEIROZ, 2018), segundo Merchant (2017) o primeiro aparelho a ser vendido explicitamente como smartphone foi o Ericsson R380.

O uso atual do smartphone pode ser considerado uma forma de entretenimento, leitura de notícias, baixar livros digitais e interações entre pessoas (FERREIRA, 2016), contudo, no futuro pode ser como uma ferramenta de mensuração para diversos parâmetros: fotogrametria, localização tempestades geomagnéticas, sons e outros (CERQUEIRA et al., 2017; DANTAS et al., 2016; MURPHY; KING, 2016; ODENWALD, 2021).

2.2 GPS

O Sistema de posicionamento global ou GPS (Global Positioning System), que surgiu no fim da década de 1970 é um sistema de navegação por satélite que marca o posicionamento de um dispositivo usando latitude, longitude e altitude (NASA, 2019; YUNCK et al., 1999). O funcionamento do GPS de forma resumida é o envio de sinais de rádio por parte dos satélites, e quando recebidos pelo receptor calcula-se a distância pelo tempo entre o envio do sinal e o recebimento do sinal. O receptor precisa ter três satélites para conseguir informar a posição horizontal e precisa de no mínimo quatro satélites para ter a posição vertical (MONICO, 2000; EMBRAPA TERRITORIAL, 2018).

Em relação a precisão do GPS ela pode ser pelo tipo de dados recebidos chamado de PRECISE POSITIONING SERVICE (PPS), que é usado por militares ou do tipo STANDARD POSITIONING SERVICE (SPS) de uso civil, em maio de 2000 os dispositivos civis passam a utilizar o PPS (EMBRAPA TERRITORIAL, 2018).

Outra forma de se classificar o GPS é baseado na precisão do receptor sendo que: geodésico, é aquele com precisão milimétrica, topográfico com precisão submétrica (30 a 40 cm) e navegação com precisão métrica. Os GPS geodésicos e topográficos apresentam armazenamento dos dados brutos para um processamento posterior e utilizam filtros para valores mínimos de satélites e intensidade de sinal, que se não for atendida estas condições o dado é desconsiderado (PENHA et al., 2009).

O receptor GPS de navegação com sua precisão em metros pode ser usado no cotidiano para navegar na cidade ou encontrar localizações o smartphone tem esse tipo de receptor, o receptor topográfico pode ser utilizado para fazer mapas planialtimétricos e o receptor geodésico devido a sua alta precisão pode ser usado em levantamentos geodésicos (RODRIGUES, 2006; SILVA, 2020).

2.3 Luz

A luz ou luz visível é uma forma de energia radiante, que por meio dos órgãos visuais gera a sensação da visão, a energia radiante se propaga na forma de ondas eletromagnéticas. O espectro visível para o olho humano são ondas de 400 nm até 700 nm, abaixo de 400 nm é denominado ultravioleta, acima de 700 nm é chamado de infravermelho (HALLIDAY et al., 2009).

A luz é um elemento importante para a produção agropecuária pois ela é necessária para as plantas realizarem o processo de fotossíntese (TAIZ et al., 2018) assim como cria a sazonalidade reprodutiva em espécies animais domésticos como: caprinos, equinos e ovinos (THIÉRY et al., 2002).

Almeida et. al (2015) constatou que usando um programa de luz com 8 horas de luz artificial junto com 12 horas de luz natural, para bezerros entre 8 a 10 semanas de vida teve aumento no consumo de concentrado comparado a bezerros que tinham apenas luz natural. Em aves de postura o uso dos programas de luz serve para realizar o controle da produção alterando o início da postura antecipando ou retardando-o (ETCHES, 1996).

As grandezas que representam a luz são: fluxo luminoso que é a radiação total da fonte luminosa no espectro visível, representado pela unidade lúmen (lm); iluminância, é a luz da fonte luminosa em relação a superfície que ela incide representada por lux (lx) ou lúmen/m² (ABNT, 1991).

Alguns exemplos da quantidade de lux que pode ser utilizado: 25 lux para estímulo de consumo em frangos de corte, como indica o manual da linhagem da Cobb (2008), Oliveira (2018) em seu experimento utilizou 100 lux no programa de luz para estimular éguas em anestro estacional, estarem aptas para fazer de transferência de embriões no período entre inverno e primavera.

2.4 Som

O som pode ser definido como uma onda que se propaga através da vibração das moléculas no ar ou em outros meios, que é interpretado pelo cérebro por meio do aparelho auditivo, o som é expresso em Hertz (Hz) pode ser medido pela sua frequência e a intensidade do som que é medida em decibéis

(dB) (IULIETTO et al., 2018). Os humanos apresentam capacidade para ouvir faixas entre 20 a 20.000 Hz (BISTAFA, 2018), outros animais ouvem diferentes faixas de som, por exemplo bovinos escutam entre 23 a 37.000 Hz (HEFFNER, 1998).

O ruído pode ser definido como um som desagradável (BISTAFA, 2018), pode ser nocivo a quem está escutando e deve ser mensurado para saber se está em um nível adequado. É utilizado a unidade decibéis para saber se o ruído está sendo nocivo, sendo considerado insalubre para humanos um ruído a partir de 85 dB com exposição acima de 8 horas (ABNT, 1978).

Os efeitos negativos do ruído por um período de tempo estendido podem ser desde estresse físico e/ou psicológico (COPPOLA et al., 2006), perda de audição induzida por ruído (PAIR) é uma doença que ocorre com a exposição de a ruídos por períodos prolongados ao longo de vários anos, sendo irreversível (ARAÚJO, 2002). Na pecuária, algumas das fontes de ruído podem originadas na área de embarque dos animais, devido a movimentação dos veículos e ruídos gerados por portas e porteiros abrindo e fechando (WEEKS, 2008), atividades na suinocultura como castração, detecção de cio, limpeza de baias de maternidade foi registrado superar a faixa de 85 dB, sendo necessário o uso de protetor auricular nesses casos (HOERPERS et al., 2012), no caso de vacas em lactação Plyashchenko e Sidorov (1984) constataram que exposição a ruídos nas faixas entre 80 e 100 dB, por 1,4 horas, duas vezes ao dia, causou redução da produção de leite.

3. Materiais e métodos

O estudo foi realizado na cidade de Campinas – SP, entre 01/01/2022 e 05/02/2022. As funções do smartphone que foram abordadas nesse estudo são GPS, decibelímetro e o sensor de luz, usando aplicativos baixados na Google Store. A escolha dos aplicativos foi baseada se o aplicativo era gratuito e se estavam bem avaliados quando foi feita a procura na Google Store.

Para isso foi usado um smartphone do modelo Samsung J7 Metal contendo o sistema operacional android 8.1 e um Motorola Moto G20 com sistema operacional Android 11.

Os aplicativos foram avaliados considerando os seguintes critérios:

1. Precisão dos dados quando comparado com outros aplicativos da mesma função e o equipamento comercial utilizado, que foi considerado como valor do controle.

2. Necessidade de internet durante o uso do aplicativo. Para isso foi mantido o wi-fi e conexão a dados móveis do smartphone desligado, depois ligado.

Quadro 1. Lista dos aplicativos usados, função e desenvolvedor

Função	Nome do aplicativo	Desenvolvedor
GPS	GPS Waypoints	Bluecover Technologies
GPS	Google fit	Google LLC
GPS	Pedômetro - Monitor de passos e calorias	Leap Fitness Group
GPS	Sportractive: Correr e caminhar	sportractive.com
GPS	Strava	Strava Inc.

Decibelímetro	Decibelímetro	Splend Apps
Decibelímetro	Decibelímetro (Sound Meter)	Abc Apps
Decibelímetro	Detector de decibéis e ruído	Tools Dev
Decibelímetro	Medidor Decibéis	EXA Tools
Decibelímetro	Medidor de Som	Pony Inc.
Luxímetro	Light Meter	My Mobile Tools Dev
Luxímetro	Lux Light Meter Free	waldau-webdesign.de
Luxímetro	Lux Light Meter Pro	Doggo Apps
Luxímetro	Medidor de luz. Luxímetro	Ediresa Apps
Luxímetro	Smart Luxmeter	Smart Tools co.

3.1 GPS

Foram feitas as coletas das distâncias percorridas (amostras) em uma pista presente na Lagoa do Taquaral, Campinas/SP (Figura 2) cujo tamanho do percurso é de 549,66 m de distância, segundo o Google Earth, que foi utilizado como a ferramenta para medir o percurso, por ser a ferramenta mais confiável disponível (CARMO; NASCIMENTO, 2018). As coletas foram feitas no período da manhã, realizando 10 vezes o percurso para cada aplicativo, com a internet desligada e com a internet ligada.

Após a coleta dos dados, foi comparado com a medida real da pista, assim verificando a precisão dos aplicativos.



Figura 2. Percurso realizado

3.2 Luz

Para avaliar o uso sensor de luz foi utilizada uma lâmpada de led de 60 watts de cor branca, que estava acesa em um quarto fechado sem outra fonte luminosa e durante o período noturno. Para comparar os dados, quando o luxímetro (modelo LDV 2000 – Vonder) marcava 300, 600 e 1000 lux, o smartphone foi colocado ao lado (Figura 3) e anotado o valor do aplicativo, conforme metodologia descrita por Cerqueira et al. (2017). Como o experimento foi realizado no chão, foi usado um pano escuro para evitar que o piso refletisse a luz.

Cada aplicativo passou por 10 mensurações (repetições), alguns aplicativos forneceram a opção para calibrar o dispositivo, o que não foi feito. As mensurações foram realizadas com a internet desligada e com a internet ligada. Este teste foi realizado apenas no Motorola G20 por ser o único que tinha o sensor de luz, no Samsung J7 os aplicativos alertavam que o dispositivo não tinha o sensor.



Figura 3. Exemplo da condução do experimento com luxímetro

3.3 Som

Para realizar a avaliação dos aplicativos com a função de decibelímetro, foi utilizado como referência, o modelo Digital Ddv 130 – Vonder, que foi calibrado, conforme a orientação do fabricante, e como fonte do ruído, foi utilizado caixas de som Infokit modelo VC – D360 que tocava um ruído rosa (BARONY et al., [2019?]).

As mensurações foram feitas colocando os smartphones ao lado do decibelímetro, Figura 4, a 1 metro de distância da fonte do ruído. Sempre antes dos testes teve a mensuração do ruído ambiente, para evitar interferência no

teste por ruídos existentes no ambiente (MENDES, 2019). Caso detectado ruídos, esperava-se o ruído diminuir a zero, para prosseguir com o experimento.

Os testes foram feitos com o ruído em 60, 70, 80 dB a escolha desta faixa de som foi devido a limitação da caixa de som chegar até 80 dB e se apresenta impactos negativos acima de 80 dB (PLYASHCHENKO; SIDOROV, 1984; CAMPO et al., 2005). Cada mensuração teve duração 20 segundos, devido os aplicativos realizarem mensurações com a média do ruído. Para cada aplicativo foram realizadas 10 repetições, com e sem internet para cada smartphone e aplicativo.



Figura 4. Exemplo de como ficou montado o teste para decibelímetro

3.4 Análise estatística

Foi utilizado a análise de variância (ANOVA) com arranjo fatorial no delineamento em blocos casualizados, afim de reduzir o efeito de ambiente, não controlado. Para esta análise, foi utilizado o software estatístico R, o modelo estatístico para o GPS está representado na fórmula 1, para luz, na fórmula 2 e para som, na fórmula 3. As fórmulas levam em consideração que o resultado

obtido vem dos fatores envolvidos de forma individual, as interações entre os fatores, efeito do bloco e erros.

A ANOVA comparou os resultados obtidos nos aplicativos aos valores controle (Google Earth, luxímetro modelo LDV 2000 e decibelímetro modelo Digital Ddv 130 – Vonder), com o uso de internet e sem o uso de internet. Em caso de significância na ANOVA ($p < 0.05$) foi utilizado o teste de Tuckey.

$$\begin{aligned} \text{GPS} = & \text{média} + \text{App} + \text{Smart} + \text{Net} + (\text{App} * \text{Smart}) + (\text{App} * \text{Net}) \\ & + (\text{Smart} * \text{Net}) + (\text{App} * \text{Smart} * \text{Net}) + \text{Bloco} + \text{erro} \end{aligned}$$

Fórmula 1. Modelo estatístico para GPS. App = aplicativo; Smart = smartphone; Net = internet.

$$\begin{aligned} \text{Luz} = & \text{média} + \text{App} + \text{Lux} + \text{Net} + (\text{App} * \text{Lux}) + (\text{App} * \text{Net}) + (\text{Lux} * \text{Net}) \\ & + (\text{App} * \text{Lux} * \text{Net}) + \text{Bloco} + \text{erro} \end{aligned}$$

Fórmula 2. Modelo estatístico para luz. App = aplicativo; Net = internet.

$$\begin{aligned} \text{Som} = & \text{média} + \text{App} + \text{Smart} + \text{Net} + \text{dB} + (\text{App} * \text{Smart}) + (\text{App} * \text{Net}) \\ & + (\text{App} * \text{dB}) + (\text{Smart} * \text{Net}) + (\text{Smart} * \text{dB}) + (\text{Net} * \text{dB}) \\ & + (\text{App} * \text{Smart} * \text{Net}) + (\text{App} * \text{Smart} * \text{dB}) + (\text{App} * \text{Net} * \text{dB}) \\ & + (\text{Smart} * \text{Net} * \text{dB}) + (\text{App} * \text{Smart} * \text{Net} * \text{dB}) + \text{Bloco} + \text{erro} \end{aligned}$$

Fórmula 3. Modelo estatístico para som. App = aplicativo; Smart = smartphone; Net = internet; dB = decibéis.

4. Resultados

4.1 GPS

Observando os dados obtidos para o GPS, ocorreu interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores smartphone e aplicativo, a única interação que se diferenciou, foi a interação do Samsung J7 com o aplicativo Monitor de passos (Tabela 1). Quando comparadas as mensurações obtidas pelos aplicativos, as outras interações não se diferenciaram ($p > 0,05$), sendo iguais ao tratamento controle.

Tabela 1. Resultado do GPS na interação aplicativo e smartphone

Smartphone	Aplicativo					
	Controle	Google Fit	GPS Waypoints	Monitor de passos	Sportactive	Strava
G20	549,66 Aa	569,50 Aa	558,25 Aa	660,50 Aa	546,65 Aa	575,50 Aa
J7	549,66 Aa	564,50 Aa	548,65 Aa	946,50 Bb	532,80 Aa	549,50 Aa

Letras maiúsculas: comparação dos aplicativos com o controle

Letras minúsculas: comparação entre os smartphones em cada aplicativo

4.2 Luz

Os aplicativos que foram utilizados para medir luz apresentaram significância em duas interações aplicativo e lux (Tabela 2) e internet e lux (Tabela 3). Na interação aplicativo e lux, em 300 lux os aplicativos foram

estatisticamente iguais ao controle, já em 600 lux apenas o aplicativo Light Meter teve resultados estatisticamente iguais ao controle.

Tabela 2. Resultado de luz na interação aplicativo e lux

Controle	Aplicativo				
	Light Meter	Lux	Lux Meter	Luxímetro	Medidor de Luz
300	292,45	296,55	289,80	292,55	289,90
A	A	A	A	A	A
600	572,35	568,70	564,80	569,15	565,45
A	AB	B	B	B	B
1000	935,30	926,95	918,00	917,05	913,15
A	B	B	B	B	B

Letra maiúscula: comparação entre aplicativo dentro de lux

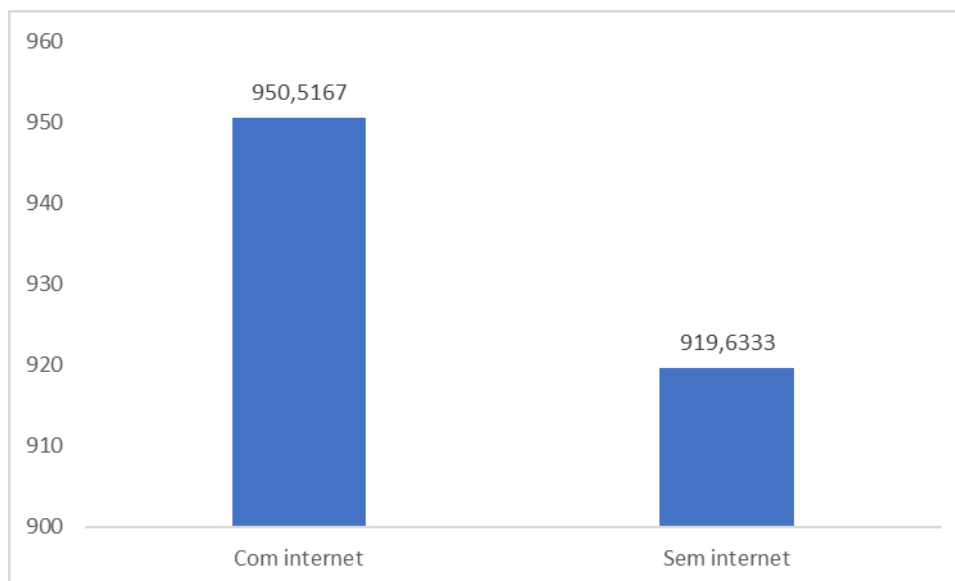
Na interação internet e lux, não houveram diferenças com e sem o uso de internet para as faixas de 300 e 600 lux. Na faixa de 1000 lux houve diferença estatística (Figura 5).

Tabela 3. Resultado de luz na interação internet e lux

Lux	Internet	
	Com	Sem
300	291,7500 A	295,3333 A
600	578,5167 A	568,3000 A
1000	950,5167 A	919,6333 B

Letra maiúscula: comparação entre internet dentro de lux

Figura 5. Comparando resultados com internet e sem internet em 1000 lux



4.3 Som

Para os dados coletados usando o decibelímetro e aplicativos nos celulares apresentou três interações significativas, sendo elas:

1 - Interação entre aplicativo, smartphone e internet que está representado na Tabela 4, os dados indicam que o smartphone Motorola G20, com o aplicativo Detector de decibéis e ruído, com e sem internet e o smartphone Samsung J7 com o aplicativo EXA tools e sem internet, foram estaticamente iguais aos valores obtidos no controle.

Tabela 4. Interação aplicativo, smartphone e internet, para decibelímetro

Smartphone	Internet	Aplicativo					
		Controle	Abc Apps	Splend Apps	Pony Inc.	DDR*	EXA Tools
J7	Com	70,00	63,71	74,83	73,87	76,23	69,17
		Aa1	Aa6	Ba4	Ba3	Ba5	Aa2
G20	Com	70,00	57,01	68,40	67,33	70,67	62,4
		Aa1	Ba5	Aa2	Aa3	Aa1	Ba4
J7	Sem	70,00	63,98	74,80	74,63	76,36	69,33
		Aa1	Aa4	Ba2	Bb2	Ba3	Aa1
G20	Sem	70,00	56,46	67,57	66,17	70,30	62,17
		Aa1	Bb5	Ab2	Ab3	Aa1	Ba4

Letra maiúscula: comparação entre celular dentro de Aplicativo e internet

Letra minúscula: comparação entre internet dentro de aplicativo e celular

Número: comparação entre aplicativo dentro de celular e internet

*DDR = Detector de decibéis e ruído

2 - Interação entre aplicativo, decibéis e smartphone, representado na tabela 5, os resultados indicam que o aplicativo EXA tools apresentou melhor resultado no Samsung J7 por ser estatisticamente igual ao controle, que o aplicativo Abc Apps teve o pior desempenho e que a faixa de som e aplicativo usado afeta o resultado da mensuração do Smartphone.

Tabela 5. Interação aplicativo, decibéis e Smartphone, para decibelímetro

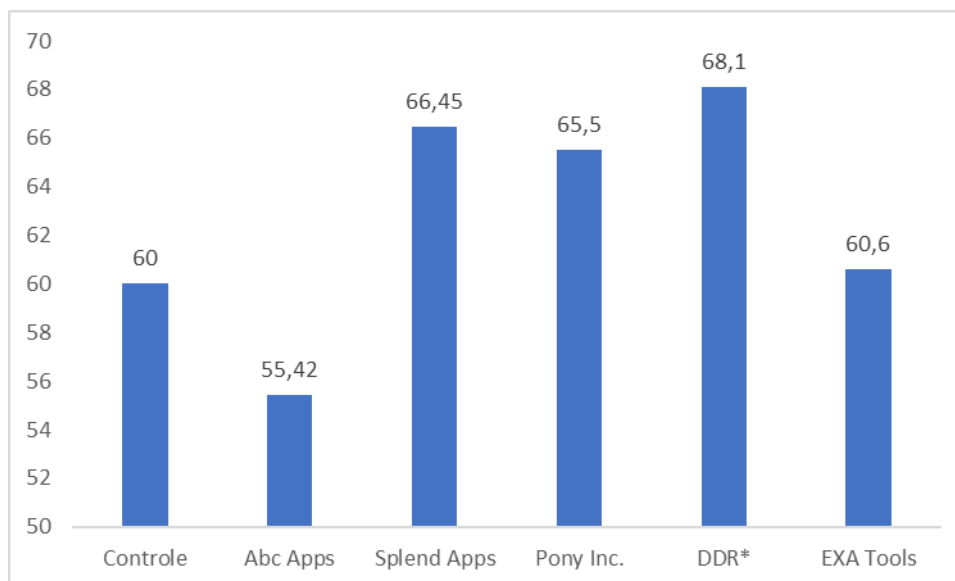
Decibéis	smartphone	Aplicativo					
		Controle	Abc Apps	Splend Apps	Pony Inc.	DDR*	EXA Tools
60	J7	60	55,42	66,45	65,50	68,10	60,60
		Aa	Ab	Ad	Ac	Be	Aa
60	G20	60	41,73	53,05	51,45	55,55	46,95
		Aa	Bf	Bc	Bd	Ab	Be
70	J7	70	62,66	73,55	72,95	75,95	68,25
		Aa	Ad	Bc	Bc	Bd	Ab
70	G20	70	57,65	68,70	67,90	71,50	63,65
		Aa	Be	Ac	Ac	Ab	Bd
80	J7	80	73,46	84,45	84,30	84,85	78,90
		Aa	Ad	Bc	Bc	Ac	Ab
80	G20	80	70,83	82,20	80,90	84,40	76,30
		Aa	Bf	Ac	Ab	Ae	Bd

Letras maiúsculas: comparação entre os celulares dentro de aplicativo e decibéis

Letras minúsculas: comparação entre os aplicativos dentro de celular e decibéis

*DDR = Detector de decibéis e ruído

Figura 6. Resultados J7 em 60 dB



*DDR = Detector de decibéis e ruído

3 - E interação smartphone, internet e decibéis (Tabela 6) indicou que no geral o smartphone J7 apresentou resultados mais próximos ao valor controle, que o G20 em todas as faixas de som, outra coisa que pode observar é que na presença de internet o Motorola G20 apresentou melhor desempenho em 70 e 80 dB.

Tabela 6. Interação Smartphone, internet e decibéis, para decibelímetro

Smartphone	Internet	Decibéis		
		60	70	80
J7	Com	62,59 Aa	70,48 Aa	80,83 Aa
G20	Com	51,48 Ba	67,01 Ba	79,44 Ba
J7	Sem	62,76 Aa	70,63 Aa	81,16 Aa
G20	Sem	51,43Ba	66,12 Bb	78,77 Bb

Letra maiúscula: celular dentro de internet e decibéis

Letra minúscula: internet dentro de celular e decibéis

5. Discussão

5.1 GPS

A interação entre o smartphone e aplicativo que foi constatada nos resultados, ocorreu devido o aplicativo Monitor de passos no Samsung J7 apresentar resultados estatisticamente diferentes do controle.

Segundo o estudo feito por Merry e Bettinger (2019) que realizaram com o smartphone parado em um ponto e marcaram a posição geográfica, detectaram que a presença de internet afetou o erro encontrado nas mensurações, em alguns casos melhorando a precisão, enquanto que neste experimento que foi realizado com o smartphone em movimento para marcar a distância do percurso, não foi detectado o efeito da internet.

Enquanto que Bin (2016) em seu experimento comparou o smartphone Samsung Galaxy Win usando dois aplicativos que não foram especificados, com receptores topográficos, geodésicos e de navegação, para medir a área de um talhão no município de Dois Vizinhos/PR. O resultado, indicou que o smartphone apresentou resultados insatisfatórios comparado aos demais receptores. Este resultado pode estar relacionado com o smartphone utilizado, por ser um modelo de entrada do ano de 2013 e aplicativos que não utilizavam a antena GPS do aparelho. Uma vez utilizando modelos de smartphone mais recentes ou aplicativos diferentes, como foi constatado por esse trabalho, o resultado obtido pelo smartphone, pode ser confiável.

Com isso pode afirmar que os smartphones e aplicativos testados podem substituir um aparelho de GPS, com exceção do aplicativo Monitor de passos no Samsung J7.

O que pode se esperar do uso do smartphone como um GPS é que, conforme os novos modelos forem surgindo no mercado, poderá haver melhoras na precisão das medidas.

Em futuros estudos seria interessante o teste em diferentes modelos de android, comparando com smartphones com o sistema IOS para ver se há efeito da internet devido os diferentes sistemas operacionais, também se aplicativos pagos apresentam dados mais precisos que aplicativos gratuitos.

5.2 Luz

Conforme mostrado na Tabela 2, o aplicativo e smartphone podem influenciar os resultados observados. Esse efeito causado pelo aplicativo pode ser devido a forma que o aplicativo processa as informações do sensor, sendo que na faixa 300 lux, o smartphone Motorola G20 em todos os aplicativos testados obteve valores estatisticamente iguais ao controle, enquanto que nas faixas de 600 e 1000, o valor foi subestimado.

Essa informação fica de acordo Cerqueira et al. (2017) em seu teste realizado em 9 smartphones diferentes com os sistemas operacionais Android, iOS, Windows e 14 aplicativos: 6 para Android, 4 para iOS, 4 para Windows, encontrou que os testes realizados na faixa de 300 lux teve menor dispersão dos dados, enquanto que faixas maiores de lux obteve-se maior dispersão dos dados. O que foi constado neste experimento com Motorola G20, que nas faixas de lux 300 o smartphone teve leituras estatisticamente iguais ao luxímetro, independente do aplicativo e apenas no aplicativo Light Meter para faixa de 600 lux.

Na Tabela 3 foi indicado que a internet teve efeito significativo para a faixa de 1000 lux, contudo, não afetou os valores das faixas de 300 lux e 600 lux, considerando que as faixas com maior nível de luminosidade apresenta dados mais dispersos e o teste ter sido realizado com apenas um aparelho, não se pode afirmar que a internet realmente afete os resultados.

Com essas informações em futuros estudos, pode-se realizar outros testes em faixas menores que 300 lux para confirmar se Smartphones apresentam maior precisão com elas, também deve-se estudar se a presença da internet em diferentes modelos afeta os resultados obtidos pelo sensor de luz do Smartphone.

O que pode se esperar no uso do smartphone como um luxímetro, seria o uso em situações que seja necessário observar faixas de até 600 lux, por exemplo em galpão em frangos de corte que necessita no mínimo de 25 lux (COBB, 2008), ele pode ser utilizado como uma ferramenta de fácil acesso e uso. Segundo a ABNT (1992) um ambiente de trabalho de um escritório precisa ter entre 500 a 1000 lux, conforme foi constado que na faixa de 600 lux dependendo do aplicativo tem uma mensuração estatisticamente igual ao luxímetro, sem ter a interferência causada pela internet, enquanto para a faixa de 1000 lux o smartphone foi diferente do luxímetro e com apresenta interferência da internet, com isso para valores mais próximos desta faixa é recomendável usar um luxímetro para realizar a mensuração.

5.3 Som

Como visto anteriormente nos tópicos sobre GPS e luz, o aplicativo e o smartphone utilizados afetam no resultado obtido na mensuração, contudo, o

smartphone Samsung J7 apresentou melhor desempenho no geral que o Motorola G20 (Tabela 6) que é um modelo mais recente, demonstrando que ser um modelo mais recente não reflete em dados mais precisos, com os smartphones testados.

A diferença que cada aplicativo trouxe para cada smartphone pode ser explicada pela diferença de versões do sistema operacional que permitem os programadores usarem de forma diferente o microfone do Smartphone como decibelímetro, por exemplo contornando filtros existentes no dispositivo (KARDOUS; SHAW, 2014), isso também pode explicar a diferença que ocorre na variação quando se mensura a mesma faixa de som com diferentes aplicativos.

Já o efeito que a internet teve no resultado que foi observado apenas no Motorola G20 e não foi encontrado em todos os aplicativos e faixas de som, com tais informações pode inferir que devido construção do dispositivo, quando está ligada a rede de internet do smartphone tenha uma interferência, dependendo da forma que foi programado o aplicativo.

Kardous e Shaw (2014) que testaram 9 smartphones com os sistemas operacionais Android e iOS, com diferentes aplicativos nas faixas de 65 até 95 dB, em seu experimento constatou a presença da interação entre o aplicativo e o Smartphone utilizado e que dispositivos com o sistema iOS apresentam maior precisão.

No experimento conduzido por Murphy e King (2016) com mais de 100 smartphones realizado na faixa de 50, 70 e 90 dB, constatou que o sistema Android no geral esteve mais próximo do valor real na média contudo os

dispositivos com iOS apresentaram maior consistência em suas mensurações, também apresentou que Smartphone e o aplicativo utilizado impacta no valor mensurado.

Ao se utilizar o smartphone como decibelímetro por meio de aplicativos, como observado primeiro deve se encontrar o aplicativo que utiliza da melhor forma o microfone do smartphone por meio de testes comparando um decibelímetro, devido a aplicativos e smartphones que tendem a subestimar o valor real do ruído como por exemplo o aplicativo Abc Apps que em todas as faixas subestimou o valor real do ruído por uma grande margem, o que superestimam o ruído como foi visto nos outros aplicativos durante o experimento.

No futuro pode ser que se tenha smartphones e aplicativos que consigam mensurar com precisão o ruído, atualmente para os modelos e aplicativos testados apenas o Samsung J7 com o aplicativo EXA Tools na faixa de 60 dB pode substituir um decibelímetro, nos demais aplicativos, smartphone e faixas de som, as mensurações foram diferentes do decibelímetro, contudo, essas mensurações podem servir como indicativos da intensidade do ruído.

Outro ponto importante é a necessidade de usar um equipamento calibrado para confirmar se a mensuração feita pelo smartphone e aplicativo são confiáveis, como foi visto que o aplicativo usado tem impacto na mensuração

6. Conclusão

Pode-se concluir que os smartphones e aplicativos testados podem indicar valores próximos ao valor real, podendo ser utilizados nas mensurações de rotina de uma propriedade rural que são os aplicativos: GPS Waypoints, Google Fit, Sportractive e Strava; Medidor de decibéis em 60 dB para o Samsung J7; Qualquer um dos aplicativos testados como luxímetro em 300 lux e para 600 lux o aplicativo Light Meter. No entanto para fins científicos ou de laudos, mas o smartphone não substitui equipamentos comerciais específicos para sua função.

7. Resumo

O smartphone está presente em nosso cotidiano, tendo diversas funções dependendo dos aplicativos instalados e sensores embutidos, o objetivo do trabalho foi comparar equipamentos comerciais com smartphones com aplicativos realizavam a função de: GPS, decibelímetro e luxímetro. O experimento foi realizado em Campinas – SP, com os smartphones: Motorola moto g20 e Samsung Galaxy J7 Metal. Com 5 aplicativos para cada uma das seguintes funções GPS: GPS Waypoints, Google fit, Pedômetro - Monitor de passos e calorias, Sportractive: Correr e caminhar, Strava; Decibelímetro: Decibelímetro, Decibelímetro (Sound Meter), Detector de decibéis e ruído, Medidor Decibéis, Medidor de Som; E luxímetro: Light Meter, Lux Light Meter Free, Lux Light Meter Pro, Medidor de luz. Luxímetro, Smart Luxmeter, testando com a internet ligada e depois com a internet desligada, em cada aplicativo foram utilizado 10 repetições, para realizar a análise estatística foi utilizado delineamento em blocos, análise de variância e médias com o teste de Tukey com significância de $p < 0,05$, no software R. Os resultados são que tem interação entre o aplicativo e o smartphone utilizados para o GPS e o decibelímetro, interações entre a internet e aplicativo para o luxímetro e decibelímetro, apresentando que apenas o aplicativo Monitor de Passos no smartphone J7 foi diferente estatisticamente do controle, decibelímetro na faixa de 60 dB para o aplicativo Medidor Decibéis no Samsung J7 e no luxímetro para 300 lux em todos os aplicativos e 600 lux para o aplicativo Light Meter. Concluiu que o smartphone com aplicativos pode substituir equipamentos comerciais dependendo da função e aplicativo e propósito de uso.

Palavras-chaves: Aplicativos móveis, GPS (Navigational system), Luz, Som.

8. Summary

The smartphone is present in our daily lives, having several functions depending on the installed applications and built-in sensors, the objective of the study was to compare commercial equipment with smartphones with applications that performed the function of GPS, decibel meter, and luxmeter. The experiment was conducted in Campinas - SP, with the smartphones: Motorola moto g20 and Samsung Galaxy J7 Metal. With 5 applications for each of the following functions GPS Waypoints, Google fit, Pedômetro - Monitor de passos e calorias, Sportractive: Correr e caminhar, Strava; Decibelimeter: Decibelímetro, Decibelímetro (Sound Meter), Detector de decibéis e ruído, Medidor Decibéis, Medidor de Som; and luxmeter: Light Meter, Lux Light Meter Free, Lux Light Meter Pro, Medidor de luz. Luxímetro, Smart Luxmeter, testing with the internet on and then with the internet off, in each application 10 repetitions were used, to perform the statistical analysis was used block design, analysis of variance and means with Tukey's test with the significance of $p < 0.05$, in R software. The results are that it has interaction between the app and smartphone used for the GPS and the decibel meter, interactions between the internet and app for the luxmeter and decibel meter, presenting that only the Step Monitor app on the J7 smartphone was statistically different from the control, decibel meter in the range of 60 dB for the Decibel Meter app on the Samsung J7 and the luxmeter for 300 lux in all apps and 600 lux for the Light Meter app. It concluded that smartphone with apps can replace commercial equipment depending on the function and app and purpose of use.

Keywords: GPS (Navigational system), mobile apps, light, sound.

9. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, G. L.; PANDORFI, H.; BAPTISTA, F.; GUISELINI, C.; CRUZ, V. F. D.; DE ALMEIDA, G. A. Eficiência do uso de iluminação suplementar na criação de bezerras leiteiras durante a fase de aleitamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 989-995, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p989-995>. Acesso em: 16 de dez. 2021.
- ANATEL, Agência nacional de Telecomunicações. **Proporção de Acessos de Banda Larga Móvel -3G e 4G**. 2019. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/proporcao-de-acessos-de-banda-larga-movel-3g-e-4g> . Acesso em: 18 nov 2021.
- ARAÚJO, S. A. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 68, p. 47-52, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-72992002000100008>. Acesso em: 10 de dez. 2021
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Iluminância de Interiores. **NBR 5413**. Rio de Janeiro, ABNT. 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Iluminação. **NBR 5461**. Rio de Janeiro, ABNT. 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.
- BARONY, F. B.; AMBROSIO, M. D.; LYRA, T. R. Análise da precisão de Smartphones e aplicativos medidores de nível sonoro para medição de ruído ambiente. **ACADEMIA Accelerating the world's research**. [2019?] Disponível em: https://www.academia.edu/34420504/An%C3%A1lise_da_precis%C3%A3o_de_Smartphones_e_aplicativos_meditores_de_n%C3%ADvel_sonoro_para_medir%C3%A7%C3%A3o_de_ru%C3%ADdo_ambiente?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page Acesso em: 20 out. 2021.
- BIN, C. B. **Comparação do desempenho de diferentes receptores GPS e aplicativos no mapeamento de área**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Manejo da Fertilidade do Solo) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24621>. Acesso em: 29 mar. 2022
- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2018. 437p.
- CAMPO, J. L.; GIL, M. G.; DAVILA, S. G. Effects of specific noise and music stimuli on stress and fear levels of laying hens of several breeds. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 91, n. 1-2, p. 75-84, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.08.028>. Acesso em: 17 jul. 2022

CARMO, M. Na.; NASCIMENTO, M. H. ANÁLISE DA PRECISÃO DE IMAGENS DO GOOGLE EARTH PARA GERAÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL. In: XI Jornada Científica, 11, 2018, Bambuí. **Anais [...]** Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2018. Disponível em: https://sistemas.bambui.ifmg.edu.br/open_conference/index.php/jornadacientifica/jc2018/paper/view/69/0. Acesso em: 3 de mai de 2022.

CERQUEIRA, D.; CARVALHO, F.; MELO, R. B. Is It Lux to Use Smartphones to Measure Illuminance for Occupational Health and Safety Purposes? *Advances In Intelligent Systems And Computing*, [s.l.], v. 604, p. 258-268, 23 jun. 2017. Springer International Publishing. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-60525-8_27. Acesso em: 20 out. 2021.

COBB. **Manual de Manejo de Frangos de Corte** [s.l.], 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>. Acesso em: 15 mar. de 2022.

COPPOLA, C. L.; ENNS, R. M.; GRANDIN, T. Noise in the animal shelter environment: building design and the effects of daily noise exposure. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0901_1. Acesso em 15 de dez. 2021.

COUTINHO, F. M. **Do DynaTAC ao iPhone: conheça a história dos celulares**. 2019. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/dispositivos-moveis/146087-dynatac-iphone-conheca-historia-celulares.htm#:~:text=O%20primeiro%20celular%20foi%20lan%C3%A7ado,PT%2D550%2C%20em%201990>. Acesso em: 20 mar. 2022

DANTAS, P. V. F; RIBEIRO, T. R. R; SILVA, F. P; BRUSCATO, U. M. Protótipo de dispositivo facilitador para digitalização 3D por fotogrametria com smartphones. In: CONGRESS OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS, 20. 2016, Buenos Aires, Argentina. **Anais [...]** Blucher Design Proceedings. Blucher. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/151238> . Acesso em: 1 de mai 2022.

DUTRA, F. A história do telefone celular como distinção social no Brasil. Da elite empresarial ao consumo da classe popular. **Revista Brasileira de História da Mídia**, v. 5, n. 2, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.26664/issn.2238-5126.5220164798>. Acesso em: 10 de dez. 2021.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Satélites de Monitoramento**. Campinas, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento> . Acesso em: 16 dez. 2021.

ETCHES, R. J. 1996. **Reproducción Aviar**. 3rd ed. Acribia, Zaragoza, España, 339pp.

FERREIRA, M. D. K. **Alterações e Contributo no Comportamento dos Utilizadores de Dispositivos Móveis Com Respeito aos Hábitos de Leitura e Atividades Profissionais**. Mestranda em Ciência da Comunicação Marketing e Publicidade. ULHT. 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10437/7287> . Acesso em: 28 de abr de 2022.

FUKS, R. **Quem inventou o celular?**. 2021. Disponível em: https://www.ebiografia.com/quem_inventou_o_celular/. Acesso em: 7 de dez. 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física - Óptica e Física Moderna**, v.4, 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009

HEFFNER, H. E. Auditory awareness. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 57, n. 3-4, p. 259-268, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00101-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00101-4). Acesso em: 21 mar. 2022.

HOEPERS, G. R.; JUNIOR, P. N. S.; DURANTE, L. C. EFEITOS DA TEMPERATURA NO RUÍDO OCUPACIONAL E UMA GRANJA TÉCNIFICADA DE SUÍNOS, SOB CONDIÇÕES TROPICAIS DE CLIMA. **TCC-Agronomia**, 2018. Disponível em: <http://www.repositoriodigital.univag.com.br/index.php/agro/article/view/279>. Acesso em: 2 de mai de 2022.

ITU, International Telecommunication Union. **Mobile-cellular subscriptions**. 2020. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>. Acesso em: 18 nov 2021.

IULIETTO, M. F.; SECHI, P.; GAUDENZI, C. M.; GRISPOLDI, L.; CECCARELLI, M.; BARBERA, S.; CENCI-GOGA, B. T. Noise assessment in slaughterhouses by means of a Smartphone app. **Italian journal of food safety**, v. 7, n. 2, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6036995/> Acesso em 10 de dez. 2021.

KARDOUS, C. A.; SHAW, P. B. Evaluation of Smartphone sound measurement applications. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 135, n. 4, p. EL186-EL192, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1121/1.4865269>. Acesso em 19 de mar. 2022.

MENDES, J. M. C. V. A. Avaliação do desempenho de Smartphones e tablets na medição do ruído.. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa, 2019. Disponível em: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/19765/1/2019_Dissertacao%20Ergonomia_Joana%20Mendes.pdf. Acesso em: 21 out. 2021.

MERCHANT B. **The One Device**: The Secret History of the iPhone. [S.l.]. Little, Brown and Company, 2017.

MERRY, K.; BETTINGER, P. Smartphone GPS accuracy study in an urban environment. **PloS one**, v. 14, n. 7, p. e0219890, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219890>. Acesso em: 30 mar. 2022.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo Navstar-GPS**. Unesp, 2000.

MURPHY, E.; KING, E. A. Testing the accuracy of Smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. **Applied Acoustics**, v. 106, p. 16-22, 2016.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **NASA Education: What is GPS?**. 2019. Disponível em: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/what_is_gps. Acesso em: 15 mai. 2022.

ODENWALD, S. Smartphone Sensors for Citizen Science Applications: Light and Sound. **Citizen Science: Theory and Practice**, v. 5, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5334/cstp.254> Acesso em: 16 de out 2021.

ODENWALD, S. F. Can Smartphones Detect Geomagnetic Storms? **Space Weather**, v. 20, n. 3, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2020SW002669> . Acesso: 1 de mai de 2022.

OLIVEIRA, G. C. **EFICIÊNCIA DE LUZ ARTIFICIAL E SUPLEMENTAÇÃO HORMONAL NA MANUTENÇÃO DA GESTAÇÃO DE ÉGUAS NO PERÍODO DA TRANSIÇÃO DE PRIMAVERA**. 2018. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos. Universidade de Uberaba, Uberaba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uniube.br/handle/123456789/592>. Acesso em: 20 mar. 2022.

PENHA, J. W.; GUIMARÃES, N. A.; DIAS, J. D. S.; COSTA, M. F. Avaliação da acurácia dos dados pós-processados de receptores GPS de navegação na determinação de coordenadas planimétricas. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 14, p. 1843-1849, 2009. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.20.14.53/doc/1843-1849.pdf> Acesso em 16 de dez. 2021.

PLYASHCHENKO, S. I.; SIDOROV, V. T. Effect of production noises on the state of health, productivity, and behavior of cows. **Soviet agricultural sciences (USA)**, 1984.

QUEIROZ, L. R. iPhone, Android, e a consolidação da cultura do Smartphone: o papel do iPhone e do Sistema Operacional Android como catalisadores da consolidação no mercado de Smartphones em escala global. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 30, p. 47-70, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rts.v14n30.5413>. Acesso em: 11 de dez. 2021

REID, A. J. A brief history of the Smartphone. In: **The Smartphone Paradox**. Palgrave Macmillan, Cham, 2018. p. 35-66. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-94319-0_2. Acesso em: 8 de dez. 2021.

VAZ, V. G. **Medição de iluminância por dispositivos móveis: uma análise comparativa de diferentes plataformas e**. 80 f. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/36378/36378.PDF>. Acesso em: 20 out. 2021

RODRIGUES, R. J. **Precisão de planta planialtimétrica gerada por modelagem numérica de superfície a partir de coordenadas UTM plano retangulares coletadas em receptor GPS topográfico**. 2006. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90585>. Acesso em: 4 de mai de 2022.

SILVA, F. **Tipos de GPS/GNSS**. Youtube, 29 de set de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7pQ-BQglCDI> . Acesso em: 4 de mai de 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.; MURPHY, A. **Fundamentals of Plant Physiology**, 1th edition. Sinauer Associates, 2018.

THIÉRY, J. C.; Chemineau, P.; Hernandez, X.; Migaud, M.; Malpoux, B. Neuroendocrine interactions and seasonality. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, n. 1-2, p. 87-100, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(02\)00148-0](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(02)00148-0) . Acesso em: 2 de mai de 2022.

WEEKS, C. A. A review of welfare in cattle, sheep and pig lairages, with emphasis on stocking rates, ventilation and noise. **Animal welfare**, v. 17, n. 3, p. 275-284, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Claire-Weeks/publication/233496409_A_review_of_welfare_in_cattle_sheep_and_pig_lairages_with_emphasis_on_stocking_rates_ventilation_and_noise/links/561f5cda08ae50795affba0e/A-review-of-welfare-in-cattle-sheep-and-pig-lairages-with-emphasis-on-stocking-rates-ventilation-and-noise.pdf. Acesso: 22 mar. 2022.

YUNCK, T.; LIU, C. H.; WARE, R. A history of GPS sounding. **Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences** (TAO), 1999. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2014/18392>. Acesso em: 17 jul. 2022