



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM BIOTECNOLOGIA
EM SAÚDE HUMANA E ANIMAL**

HERALDO JOSÉ BARROSO MEDEIROS

DISPOSITIVO PARA DOCUMENTAÇÃO DE EXAME OTOSCÓPICO

**FORTALEZA – CEARÁ
2018**

HERALDO JOSÉ BARROSO MEDEIROS

DISPOSITIVO PARA DOCUMENTAÇÃO DE EXAME OTOSCÓPICO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de mestre em Biotecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Paula Lenz Costa Lima.

FORTALEZA – CEARÁ

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Medeiros, Heraldo José Barroso.

Dispositivo para documentação de exame otoscópico [recurso eletrônico] / Heraldo José Barroso Medeiros. - 2018.

1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo em formato PDF do trabalho acadêmico com 63 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual do Ceará, Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal, Fortaleza, 2017.

Área de Concentração: Biotecnologia.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Paula Lenz Costa Lima.

1. Otoscópio. 2. Dispositivo móvel. 3. Documentação por imagem. I. Título.

HERALDO JOSÉ BARROSO MEDEIROS

DISPOSITIVO PARA DOCUMENTAÇÃO DE EXAME OTOSCÓPICO

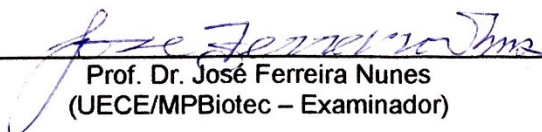
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de mestre em Biotecnologia.

Aprovado em: 28 de março de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Paula Lenz Costa Lima
(UECE/MPBiotec – Presidente)



Prof. Dr. José Ferreira Nunes
(UECE/MPBiotec – Examinador)



Prof.^a Dr.^a Cristiane Clemente de Mello Salgueiro
(CESMAC/MPBiotec – Examinadora)



Prof. Dr. Luiz Eduardo dos Santos Tavares
(Taquion Inovação – Examinador Externo)

“Seja um Sol, Aprendiz, para o futuro
E afogue a sua mente ignorante
Para amar e não ser mais figurante!

Seja Igual e Liberto e Fraterno
Para ouvir o chamado da Razão
E o amor espalhar na Construção!”

(João Rolim)

RESUMO

A adequada documentação por imagem da otoscopia pode trazer benefícios múltiplos à prática médica. Considerando esses benefícios e visando contribuir positivamente para a adesão à prática da documentação do exame otoscópico, desenvolveu-se um dispositivo que superasse as dificuldades dos equipamentos disponíveis atualmente no mercado ou em bancos de patente. Trata-se de um aparato que permite a realização e documentação de otoscopia utilizando a câmera de um dispositivo móvel sem fio, dotado de fonte própria de iluminação, dotado de conjunto óptico autônomo e capaz de, em uma única construção, ser acoplado aos diversos modelos de dispositivos móveis sem fio disponíveis no mercado. Volume, peso e simplicidade de manuseio são características do aparelho que decerto facilitarão a adesão ao uso. O esperado baixo custo de produção será um fator benéfico para futura venda do aparelho em massa. O invento tem, portanto, potencial tanto para benefício à prática médica atual como para positiva exploração comercial.

Palavras-chave: Otoscópio. Dispositivo móvel. Documentação por imagem.

ABSTRACT

Proper image documentation from otoscopy can bring multiple benefits to daily medical practice. Considering these benefits and aiming at positively contributing to the practice of recording otoscopic images by standard, we created a device that overcomes the difficulties faced by the equipment currently available in the market or in patents databases. This device performs and records the otoscopic examination via a wireless camera. The camera includes its own light source and an autonomous optical system. It can be attached to different models of wireless mobile devices. The device is easy to handle, and its size and weight should positively encourage its use. The estimated low manufacturing costs will be beneficial to future mass production. This device has, therefore, potential both to benefit general medical practice and to be commercially viable.

Keywords: Otoscope. Mobile device. Image documentation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de otoscopia por visualização direta.....	15
Figura 2 - Exemplo de otoscópio convencional.....	16
Figura 3 - Otomicroscopia realizada em consultório médico.....	17
Figura 4 - Exemplo de sistema de otoscopia por videoendoscopia.....	20
Figura 5 - Vídeo-otoscópio Digital Macroview.....	21
Figura 6 - Vídeo-otoscópio portátil Horus.....	21
Figura 7 - Sistema SmartScope.....	22
Figura 8 - Sistema Cellscope.....	23
Figura 9 - Tela do <i>software</i> Fusion360 no processo de criação do protótipo.....	25
Figura 10 - Tela do <i>software</i> Fusion360 no processo de criação do protótipo.....	26
Figura 11 - Tela do <i>software</i> Fusion360 no processo de criação do protótipo.....	26
Figura 12 - Impressora 3D Prusa i3.....	27
Figura 13 - Espéculo auricular 23mmx40mm.....	28
Figura 14 - Protótipo acoplado a um espéculo auricular.....	29
Figura 15 - Protótipo acoplado a telefone celular (visão traseira).....	29
Figura 16 - Protótipo acoplado a telefone celular (visão frontal).....	30
Figura 17 - Protótipo acoplado a diferentes telefones celulares.....	30
Figura 18 - Imagens de otoscopia obtidas através do protótipo.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	<i>Acrylonitrile butadiene styrene</i>
EPO	<i>European Patent Office</i>
EUA	Estados Unidos da América
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
USPTO	<i>United States Patent and Trademark Office</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

g	Gramas
K	Kelvin
mm	Milímetro
μm	Micrómetro
V	Volt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OTOSCOPIA	14
2.1	OTOSCOPIA POR VISUALIZAÇÃO DIRETA	14
2.2	OTOSCOPIA CONVENCIONAL	15
2.3	OTOMICROSCOPIA	16
2.4	VÍDEO-OTOSCOPIA	17
3	ESTADO DA TÉCNICA E PROTÓTIPO	19
3.1	ESTADO DA TÉCNICA.....	19
3.2	PROTÓTIPO.....	24
4	PATENTE DE INVENÇÃO	32
5	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	57
	ANEXOS	60
	ANEXO A – PEDIDO NACIONAL DE PATENTE DE INVENÇÃO JUNTO AO INPI.....	61

1 INTRODUÇÃO

O exame otoscópico, ou otoscopia, faz parte do exame físico médico e é realizado rotineiramente nas consultas otorrinolaringológicas (PROBST; GREVERS; IRO, 2006). Este consiste na simples inspeção visual do canal auditivo externo, membrana timpânica e orelha média. É um exame simples, rápido e indispensável para o diagnóstico e o acompanhamento das doenças otológicas. Comumente, o exame é executado utilizando otoscópio (BRUNTON, 1865), aparelho dotado de fonte de luz e de conjunto óptico que permite a ampliação da imagem da cavidade explorada (BANSAL, 2013; BHATT; MANJUNATH, 2012; BULL, 2003; PROBST; GREVERS; IRO, 2006).

A adequada documentação por imagem da otoscopia pode trazer benefícios múltiplos à prática médica, como: facilidade e precisão no seguimento das afecções aurais (PATRICOSKI *et al.*, 2003); aplicação acadêmico-científica e médico-legal das imagens (JONES *et al.*, 2006); além de esclarecimento ao paciente sobre sua condição (RICHARDS; GAYLOR; PILGRIM, 2015), permitindo-o melhor exercer a autonomia nas decisões terapêuticas, com conseqüente fortalecimento da relação médico-paciente (JONES *et al.*, 2006).

Diversas soluções para registro de otoscopia se encontram disponíveis no mercado atualmente. De uma maneira geral, podemos dividi-las em três categorias:

- sistemas que utilizam equipamentos de videoendoscopia por fibra óptica ou otomicroscopia;
- sistemas integrados de video-otoscopia;
- sistemas que utilizam câmera de dispositivos móveis.

O primeiro grupo compreende soluções que, apesar de capazes de gerar imagens de alta qualidade, são em geral pouco compactas, com mobilidade, praticidade e rapidez no manuseio reduzidas. O custo elevado dos equipamentos deste grupo também é um fator limitante da sua utilização disseminada (WEISS; HOLZMANN, 2003).

O segundo grupo de soluções se apresenta como sistemas integrados de vídeo-otoscopia e abrange as soluções que, no mesmo aparelho, dispõem de câmera capaz de gravação de imagens, fonte de luz e conjunto óptico. Este grupo abrange uma grande variedade de soluções, variando desde as compactas, como o sistema

Horus (“*Horus+ HD Video Otoscope*”, 2017), até sistemas de mobilidade mais reduzida, como o *Digital Macroview* (“*Digital MacroView*”, 2015). Têm custo, em geral, menor que os equipamentos do primeiro grupo, mas ainda elevado. Dada a natureza integrada dessas soluções, não permitem a modernização da câmera.

O terceiro grupo disponível de sistemas para registro de otoscopia compreende aqueles que o fazem utilizando a câmera presente em dispositivos móveis sem fio. São, em geral, compactos, portáteis e de fácil manuseio (MOSHAGHI *et al.*, 2017). O fato de utilizarem a câmera de um dispositivo móvel permite, além de um custo reduzido em relação aos sistemas dos outros grupos, a modernização da câmera e, conseqüentemente, a melhoria das imagens obtidas, acompanhando o progresso tecnológico.

Custo reduzido, fácil manuseio, tamanho compacto, qualidade da imagem e possibilidade de modernização da câmera são, portanto, fatores que influenciam positivamente na escolha dos sistemas que utilizam câmera de dispositivo móvel como melhor opção para o registro de otoscopia.

Considerando os benefícios do registro das imagens obtidas por vídeo-otoscopia para a prática médica e visando a contribuir positivamente para a maior adesão à prática da documentação do exame otoscópico, buscou-se desenvolver um dispositivo capaz de permitir a obtenção e registro de imagens de otoscopia por dispositivo móvel dotado de câmera e que superasse as dificuldades dos equipamentos disponíveis atualmente no mercado.

Esta dissertação está organizada em mais quatro seções. A próxima seção discorre sobre a importância da inspeção otológica, principais doenças, principais dificuldades de fazer o acompanhamento, o ideal para o paciente, equipamentos atualmente disponíveis no mercado para o exame otológico. A seção seguinte descreve a metodologia utilizada na busca do estado da técnica, discute os modelos patenteados identificados, e apresenta a produção do protótipo do dispositivo proposto nesta dissertação. A seção subsequente traz, na íntegra, o documento de pedido de patente depositado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e, finalmente, na última seção, encontram-se as conclusões deste trabalho.

2 OTOSCOPIA

O exame otoscópico, ou otoscopia, que consiste na simples inspeção visual da orelha externa, membrana timpânica e orelha média, através do canal auditivo externo, faz parte do exame físico médico e é realizado rotineiramente nas consultas otorrinolaringológicas (PROBST; GREVERS; IRO, 2006). Como parte do exame físico médico geral, a otoscopia é de grande importância no diagnóstico e acompanhamento de diversas doenças da orelha, bem como de afecções outras e com manifestações aurais. Trata-se de um exame com ampla utilização nas diversas especialidades médicas, notadamente na otorrinolaringologia, na pediatria, na medicina interna e na geriatria.

Otites (externas e médias, agudas e crônicas), perfuração timpânica, cerume impactado, corpo estranho auricular, otobarotrauma são exemplos de afecções comuns da orelha que podem facilmente ser diagnosticadas através de otoscopia e que, sem a mesma, teriam a avaliação e o acompanhamento médico prejudicados (BANSAL, 2013; PROBST; GREVERS; IRO, 2006).

O exame pode ser realizado de diversas formas, desde a visualização direta sob iluminação (com ou sem o auxílio de um espéculo auricular) até o uso de aparelhos para ampliação e gravação da imagem. Dentre aquelas onde não há o registro das imagens, citamos a visualização direta sob iluminação, a otoscopia com otoscópio convencional e a otomicroscopia. Os métodos de otoscopia onde se é capaz de registrar a imagem são genericamente denominados de vídeo-otoscopia.

2.1 OTOSCOPIA POR VISUALIZAÇÃO DIRETA

Consiste na inspeção, sem magnificação, do canal auditivo externo e estruturas adjacentes, sob iluminação direta (natural ou artificial). É um método bastante limitado, visto que a membrana timpânica nem sempre é possível de ser observada por completo e não permite a visualização dos mesmos detalhes que os métodos que magnificam a imagem permitem.

A figura 1 ilustra a realização de exame otoscópico por visualização direta.

Figura 1 - Exemplo de otoscopia por visualização direta



Fonte: Adaptado do *website* <http://medicalj-center.info> ("Otoscopy: indications, preparation, conduct", 2018)

2.2. OTOSCOPIA CONVENCIONAL

O otoscópio convencional é um equipamento médico de uso rotineiro, leve, portátil, de manuseio simples e de baixo custo, podendo ser adquirido no comércio local por um preço que varia da ordem de grandeza de dezenas de dólares americanos a centenas de dólares americanos. Não dispõe de sistema de registro de imagem, sendo destinado à inspeção visual, apenas.

A otoscopia com otoscópio convencional, apesar de sua relevância, é um exame rápido, que pode ser realizado em ambas orelhas no intervalo de poucos segundos. É superior à simples inspeção direta do canal auditivo sob iluminação, uma vez que a imagem magnificada pelo conjunto óptico do aparelho permite mais detalhada observação da região. Sendo parte do exame físico médico, não se caracteriza como exame complementar, portanto, não gera cobrança específica de honorários.

Atualmente, o método mais comumente utilizado para otoscopia é a inspeção visual por meio de um otoscópio convencional. Este aparelho permite a

visualização detalhada do canal auditivo externo e membrana timpânica, bem como de parte da orelha média, por meio de magnificação da imagem por conjunto óptico e de iluminação artificial do canal auricular (BANSAL, 2013; BHATT; MANJUNATH, 2012; BULL, 2003; PROBST; GREVERS; IRO, 2006). O otoscópio foi descrito inicialmente por Brunton (BRUNTON, 1865) e vem sendo aperfeiçoado ao longo do tempo, mantendo essas características.

A figura 2 ilustra um otoscópio convencional de uso médico cotidiano.

Figura 2 - Exemplo de otoscópio convencional



Fonte: Adaptado do *website* <https://www.healthykin.com> ("KaWe Combilight C10 Otoscope", 2017)

2.3. OTOMICROSCOPIA

O microscópio óptico pode também ser empregado para a realização de otoscopia (NOGUEIRA JR *et al.*, 2007; SARKAR, 2013). A prática conhecida como otomicroscopia. Este equipamento permite uma visualização mais detalhada das estruturas que o otoscópio convencional, uma vez que provê maior magnificação. No entanto, não tem a praticidade nem o baixo custo de um otoscópio convencional. É um aparelho grande, no qual o aparato óptico está preso a um braço articulado e, este, a uma base pesada no chão, tendo todo o conjunto uma massa da ordem de grandeza de dezenas de quilogramas. Não pode, portanto, ser carregado no bolso ou, mesmo, em uma maleta. O custo de um microscópio para otoscopia é também elevado, da ordem de dezena de milhares de dólares. Para uso clínico diário, é raramente utilizado, sendo seu uso principal os procedimentos cirúrgicos otológicos, nos quais a excelente qualidade da imagem compensa o elevado custo e reduzida mobilidade. Desta forma, finda sendo um método de otoscopia rotineira de uso restrito, mesmo entre os otorrinolaringologistas.

A figura 3 ilustra a otomicroscopia sendo realizada em ambiente de consultório médico.

Figura 3 - Otomicroscopia realizada em consultório médico



Fonte: Adaptado de Nadol e Schuknecht (2017).

2.4. VÍDEO-OTOSCOPIA

Para realização da otoscopia, os médicos dispõem, ainda, de equipamentos dotados de câmera (fotográfica ou de vídeo), que capta a imagem da região a ser examinada e a exibe ao examinador em ecrã. Esta modalidade é conhecida genericamente como vídeo-otoscopia (MBAO *et al.*, 2003) e compreende uma gama variada de soluções, com diferentes conformações, complexidades e usos específicos, que compartilham a capacidade de permitir a realização de otoscopia através de captação e análise de imagem eletrônica. Ao contrário da otoscopia por visualização direta e da otoscopia com otoscópio convencional, a vídeo-otoscopia

permite e facilita o registro das imagens observadas quando da realização do exame otoscópico.

O registro das imagens obtidas por vídeo-otoscopia contribui positivamente com a prática médica em diversas situações. O acompanhamento da progressão do tratamento das doenças aurais (PATRICOSKI *et al.*, 2003), de maneira objetiva, por comparação das sucessivas imagens, torna-se mais preciso, em contraste com o acompanhamento por meio de registros descritivos (portanto, subjetivos) em prontuário. Torna viável, a título ilustrativo, a mensuração de lesões como perfurações timpânicas, pólipos e granulomas observáveis à otoscopia. Mudanças na coloração das estruturas podem também ser registradas e monitoradas, facilitando, por exemplo, a tomada de decisões em afecções inflamatórias.

A prática médica é beneficiada pelo registro de imagens de vídeo-otoscopia, também, em referência à relação entre médico e paciente (JONES *et al.*, 2006). As imagens podem ser usadas para prover aos pacientes esclarecimento sobre sua condição, permitindo-lhes contribuir com autonomia nas decisões sobre as condutas adotadas (RICHARDS; GAYLOR; PILGRIM, 2015).

Em ambiente de ensino médico, as imagens obtidas por vídeo-otoscopia podem contribuir positivamente tanto para aprendizado e aperfeiçoamento da prática médica, como para a discussão de casos clínicos entre os médicos. Outros usos podem ser aplicados, ainda, às imagens de vídeo-otoscopia, como documentação médico-legal e telemedicina (JONES *et al.*, 2006).

3 ESTADO DA TÉCNICA E PROTÓTIPO

3.1 ESTADO DA TÉCNICA

A extensiva e minuciosa pesquisa do estado da técnica deu-se no período entre julho e setembro de 2015, através da *internet*, em mecanismos de busca *online* gerais - *Google*, *Ebay* e *Aliexpress*; e mecanismos específicos de busca de literatura científica e patentária - *PubMed*, *Google Scholar*, *Google Patents*, INPI, USPTO e EPO. As palavras-chave principais para a pesquisa foram “otoscópio”, “otoscopia” e “vídeo-otoscopia”, sendo, também, utilizados seus correspondentes de língua inglesa (“*otoscope*”, “*otoscopy*” e “*video otoscopy*”, respectivamente), além de variados termos correlatos em incontáveis combinações (“otomicroscopia”, “vídeo-otoscópio”, “otoscópio + *smartphone*”, “otoscópio + celular”, “otoscópio + camera”, “adaptador + otoscópio”, etc.).

Os resultados obtidos foram analisados de modo a identificar os diversos equipamentos de vídeo-otoscopia existentes e a caracterizá-los em relação aos seguintes parâmetros:

- custos (tanto para aquisição, como para manutenção e para modernização);
- facilidade no manuseio (levando em consideração tamanho, praticidade, tempo de preparo);
- disponibilidade no mercado;
- qualidade da imagem.

Os equipamentos existentes identificados no levantamento foram divididos em três categorias:

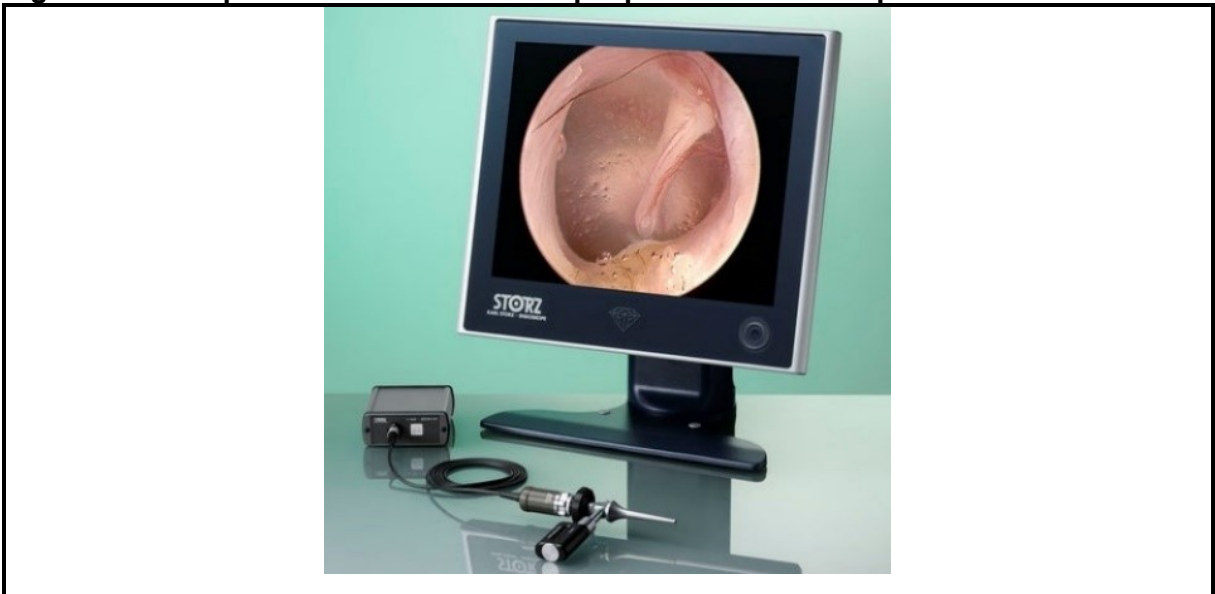
- sistemas que utilizam equipamentos de vídeo-endoscopia por fibra óptica ou otomicroscopia;
- sistemas integrados de vídeo-otoscopia;
- sistemas que utilizam câmera de dispositivos móveis.

O primeiro grupo compreende as soluções que utilizam equipamento convencional para vídeo-endoscopia ou equipamento de otomicroscopia acoplado a

um sistema de captação de imagens. Aqueles que usam o equipamento de vídeo-endoscopia são compostos por: telescópio rígido; câmera endoscópica; fonte de luz externa; monitor externo para visualização; sistema de gravação de imagem (um computador com placa de captura de imagens ou um gravador digital de imagens). Têm também custo elevado, que varia da ordem de grandeza de milhares de dólares americanos a dezenas de milhares de dólares americanos. Apesar de capazes de gerar imagens de alta qualidade, este grupo abrange soluções pouco compactas, com mobilidade, praticidade e rapidez no manuseio reduzidas, além de custo alto (WEISS; HOLZMANN, 2003).

A figura 4 ilustra um exemplo de sistema de vídeo-endoscopia cujo telescópio rígido permite realizar a otoscopia.

Figura 4 - Exemplo de sistema de otoscopia por videoendoscopia



Fonte: Adaptado do *website* <https://www.karlstorz.com> ("Karl Storz - Endoskope", 2015).

O segundo grupo de soluções disponíveis atualmente para registro de otoscopia compreende os sistemas que, no mesmo aparelho, dispõem de câmera capaz de gravação de imagens, fonte de luz e conjunto óptico. Alguns nesse grupo, como o *Digital Macroview* ("*Digital MacroView*", 2015), da empresa *Welch Allyn* (*Skaneateles Falls*, EUA), necessitam de monitor externo para a visualização das imagens, o que compromete a mobilidade e a praticidade do sistema. Outros, como o *MDScope MS101* ("MD SCOPE", 2010) da *Apple Biomedics* (*Taipei*, Tailândia) e o sistema *Horus* ("*Horus+ HD Video Otoscope*", 2017) da empresa *JedMed* (*Saint Louis*,

EUA), têm tela para visualização do exame no próprio aparelho, sendo compactos e de fácil manuseio. Os sistemas neste grupo não permitem a modernização das câmeras e mantêm custo ainda elevado, da ordem de grandeza de centenas de dólares americanos.

A figura 5 exibe a porção auricular do sistema *Digital Macroview* (“*Digital MacroView*”, 2015), que exige o uso de um monitor externo para visualização das imagens captadas (não ilustrado) e a figura 6 exibe o vídeo-otoscópio portátil *Horus*, com câmera, fonte de luz, conjunto óptico e tela para visualização do exame integrados em um aparelho único.

Figura 5 - Vídeo-otoscópio *Digital Macroview*



Fonte: Adaptado do *website* <http://www.welchallyn.com> (“*Digital MacroView*”, 2015).

Figura 6 - Vídeo-otoscópio portátil *Horus*



Fonte: Adaptado do *website* <https://www.jedmed.com> (“*Horus+ HD Video Otoloscope*”, 2017).

O terceiro grupo disponível de sistemas para registro de otoscopia compreende aqueles que o fazem utilizando a câmera presente em dispositivos móveis sem fio (tais como *smartphone*, *tablet* e PDA - *Personal Digital Assistant*). Têm

em comum o fácil manuseio, mobilidade e a possibilidade de modernização da câmera. Dos diversos sistemas disponíveis nesse grupo, alguns, como o sistema *SmartScope* (“KARL STORZ SMART SCOPE”, 2015) da empresa Karl Storz (Tuttlingen, Alemanha), adaptam o sistema convencional de vídeo-endoscopia à câmera de um dispositivo móvel, melhorando a mobilidade, mas mantendo o custo elevado. Outros, como o adaptador para *smartphone* da empresa Temporalogix (“*Temporalogix*”, 2014) (Carrboro, EUA) compreendem mero suporte para o espéculo auricular, sem conjunto óptico ou fonte de luz própria, limitando a qualidade da imagem digital obtida. Já os sistemas das empresas Cellscope (“*CellScope*”, 2010) (São Francisco, EUA) e Cupris (“*TYM OTOSCOPE*”, 2017) (Londres, Reino Unido) oferecem um conjunto óptico que acopla um espéculo auricular à câmera de um telefone celular iPhone, da empresa *Apple* (Cupertino, EUA), dependendo também da iluminação do telefone. Ambos têm como ponto negativo o fato de serem específicos para os aparelhos iPhone e, portanto, incompatíveis com outros modelos de dispositivos móveis sem fio.

A figura 7 mostra esquematicamente o sistema *SmartScope*, que adapta um equipamento para vídeo-endoscopia (fonte de luz e telescópio) à câmera de um telefone celular.

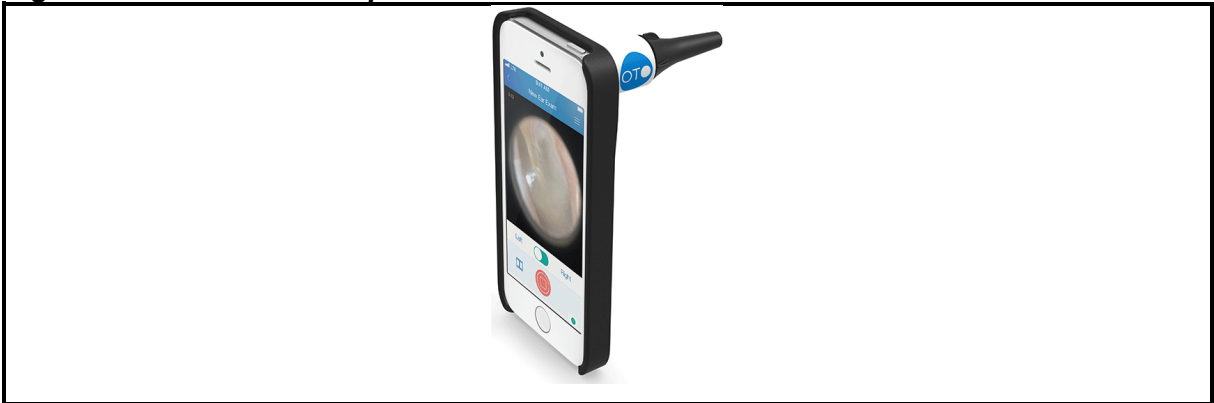
Figura 7 - Sistema *SmartScope*



Fonte: Adaptado do *website* <https://www.karlstorz.com> (“KARL STORZ SMART SCOPE”, 2015).

A figura 8 mostra o sistema *Cellscope*, que permite apenas adaptação a determinados modelos de telefone celular (iPhone, exclusivamente), aproveitando a iluminação proveniente do telefone.

Figura 8 - Sistema Cellscope



Fonte: Adaptado do *website* <http://www.cellscope.com> ("CellScope", 2010)

Custo elevado, precárias mobilidade e praticidade, impossibilidade de modernização, baixa qualidade de imagem e possibilidade de adaptação a variedade restrita de dispositivos móveis são, portanto, fatores que limitam, isoladamente ou de alguma forma combinados, os produtos atualmente disponíveis que se destinam ao registro do exame otoscópico. Os sistemas que utilizam câmera de dispositivo móvel, pela praticidade, qualidade de imagem e preço, têm sido adotados para uso cotidiano.

Moshtaghi *et al.* (2017), em estudo prospectivo com 57 pacientes submetidos a otoscopia com sistema que utilizava a câmera de *smartphone*, encontraram 97% de valor preditivo positivo para afecções otológicas, tendo como padrão-ouro o exame otológico por microscopia.

Richards, Gaylor e Pilgrim (2015) realizaram estudo comparativo de diagnóstico realizado por otorrinolaringologista experiente utilizando, tanto otoscópio óptico tradicional, quanto sistema com câmera de *smartphone*, em crianças. O estudo mostrou coincidência de 92% dos diagnósticos em orelha esquerda e de 88% dos diagnósticos em orelha direita.

Em estudo comparável, Mandavia *et al.* (2017) obtiveram 95% de concordância entre os resultados de otoscopia convencional e de otoscopia através de aparato que utilizava câmera de *smartphone* para captação de imagem.

Observa-se, também, na literatura patentária, algumas soluções para registro de otoscopia que fazem uso de câmera de dispositivo móvel.

Os documentos US20130300919 (FLETCHER *et al.*, 2013) e US2012245422A1 (COLEMAN, 2012) revelam aparatos para otoscopia utilizando a câmera de dispositivo móvel sem fio. No entanto, ambos dependem da iluminação proveniente do próprio dispositivo móvel. Desta forma, impossibilitando construção

única, com adaptação universal aos diversos modelos de dispositivos móveis. Cada construção destes aparatos deve ser específica para determinado modelo de dispositivo móvel.

O documento WO2015049404A1 (MÁRQUEZ; MARTÍNEZ, 2014) revela aparato que funciona como adaptador de otoscópio convencional (ou oftalmoscópio) para uso da câmara de um *smartphone*. O aparato revelado no referido documento, por tratar-se de simples acoplador, não apresenta fonte própria de iluminação, nem sistema óptico próprio, além de depender, também, da presença de um otoscópio convencional.

3.2 PROTÓTIPO

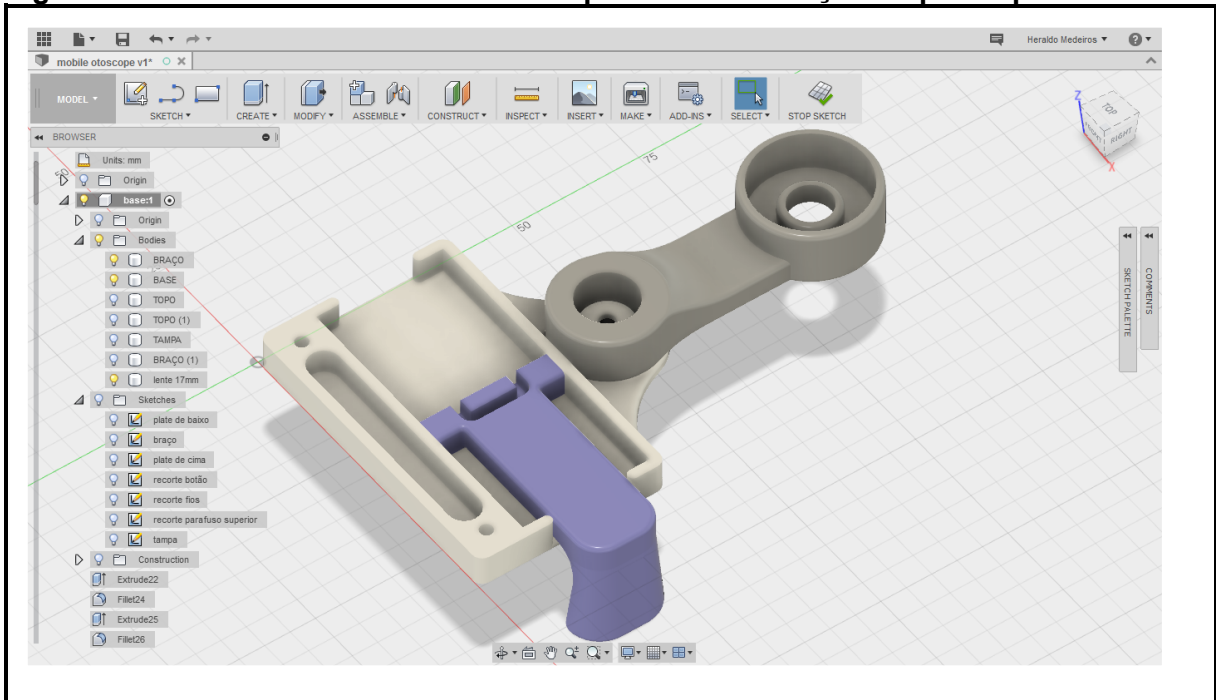
Diante dos resultados do levantamento do estado da técnica, surgiu a ideia de criar e desenvolver, um aparato que reunisse os seguintes atributos:

- permitir a realização e documentação de otoscopia utilizando a câmara de um dispositivo móvel sem fio;
- ser dotado de sistema próprio de iluminação;
- ser dotado de conjunto óptico para a magnificação da imagem; e
- ter capacidade de, em uma única construção, ser acoplado aos diversos modelos de dispositivos móveis sem fio disponíveis no mercado.

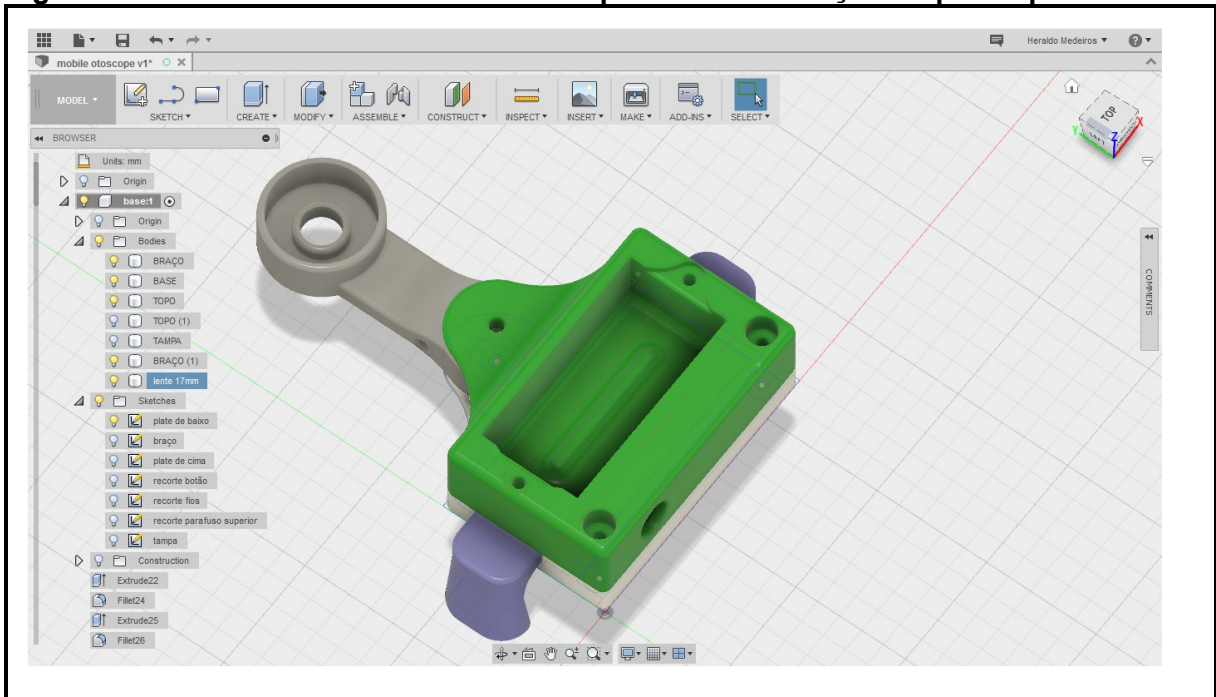
Tal equipamento traria significativa redução nos custos de produção, bem como mais fácil adesão e massificação do uso de tal produto, em relação às soluções disponíveis atualmente.

Definidos os atributos do invento, procedeu-se à etapa de idealização e desenho do protótipo. Fez-se uso do *software* Fusion360 (Autodesk) para o desenho tridimensional. Diversas conformações foram experimentadas, no intuito de manter o aparelho compacto, leve e de fácil operação.

As figuras 9-11 mostram capturas de tela do *software* utilizado para o desenho tridimensional das peças do protótipo.

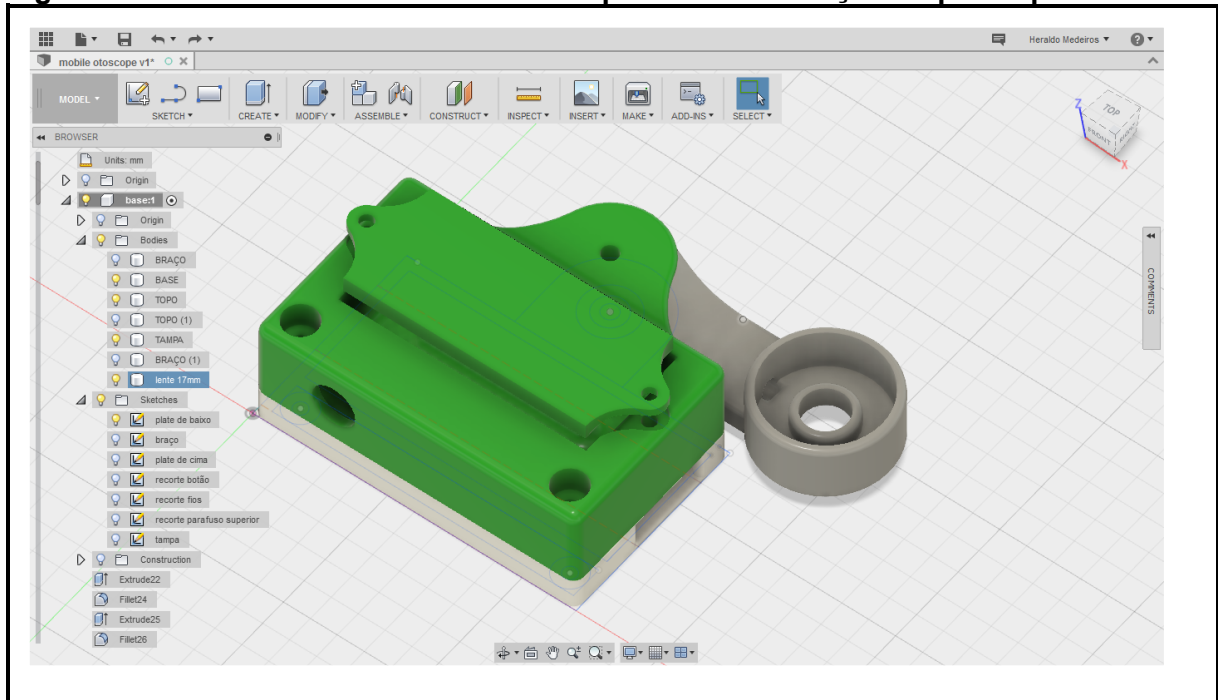
Figura 9 - Tela do software Fusion360 no processo de criação do protótipo

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 10 - Tela do software Fusion360 no processo de criação do protótipo

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 11 - Tela do software Fusion360 no processo de criação do protótipo



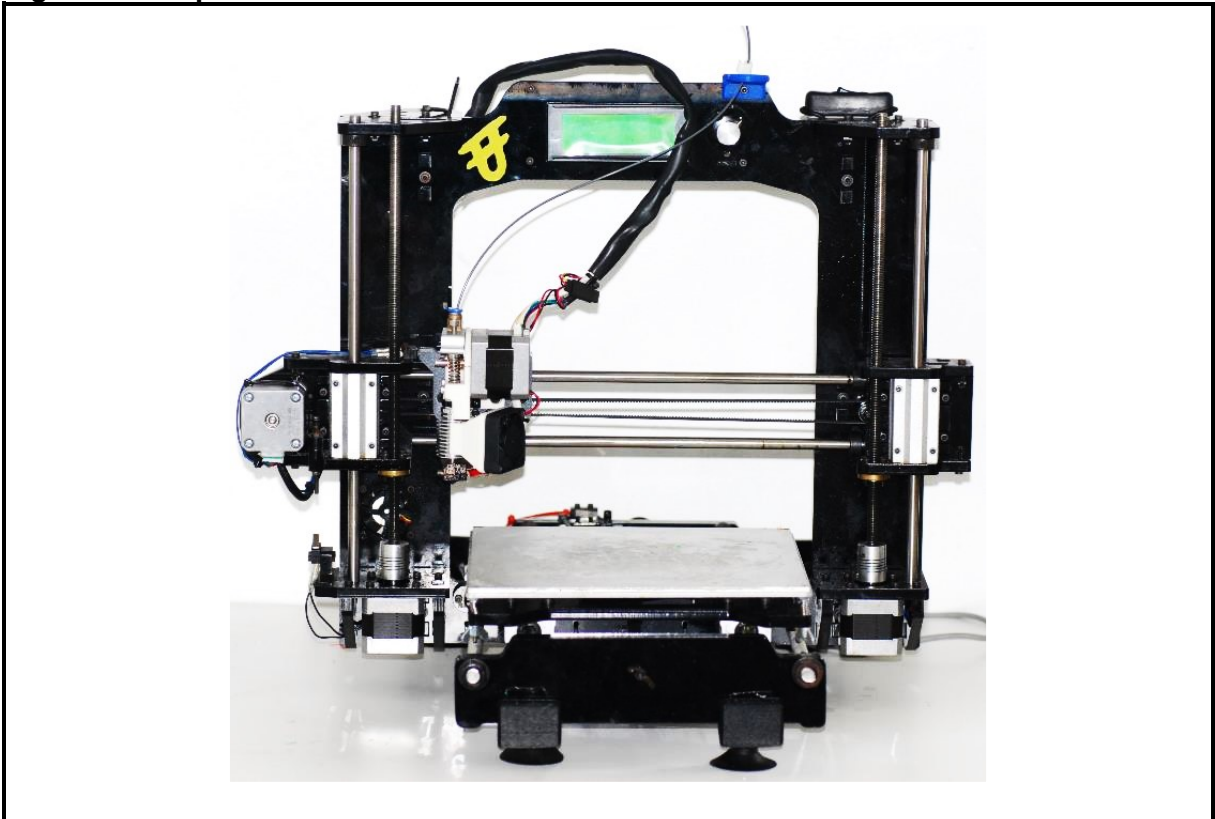
Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

O modelo tridimensional criado foi, então, levado para produção em impressora 3D, do tipo Prusa i3 (“Prusa3D”, 2018). O material utilizado foi o plástico ABS (*Acrylonitrile butadiene styrene*), em camadas de 150 μ m. Além das peças produzidas pela impressora 3D, utilizou-se na confecção do protótipo:

- uma lente plano-convexa de 60 mm de distância focal para compor o conjunto óptico;
- quatro LED (*Light-Emitting Diode*) de alto brilho (5 mm de diâmetro, tensão de 3V e temperatura de cor de 6000K);
- duas pilhas do tipo AAA;
- chave do tipo “liga-desliga”; e
- fios, molas e parafusos.

A figura 12 mostra a impressora 3D utilizada para a produção das peças do protótipo.

Figura 12 - Impressora 3D Prusa i3



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Para manter sua característica de “encaixe universal”, os braços do protótipo foram dispostos de modo a permitir adequado acoplamento a dispositivos móveis com largura entre 60 e 120 mm e com comprimento mínimo de 70 mm. O protótipo conta, também, com encaixe para espéculo auricular no padrão 23 mm x 40 mm, permitindo fácil troca do mesmo.

A figura 13 mostra o espéculo auricular de 23 mm x 40 mm, amplamente utilizado na prática médica cotidiana e de fácil acesso no comércio.

Figura 13 - Espéculo auricular 23mmx40mm



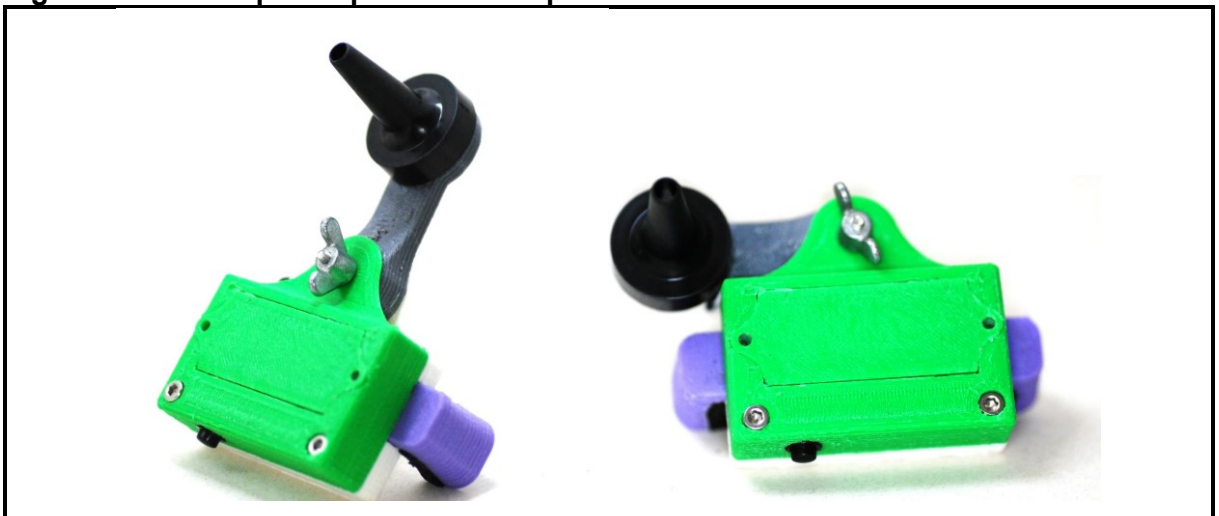
Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

As dimensões máximas do protótipo são de 98 mm x 82 mm x 36 mm, com 70 g no total, incluindo pilhas e espéculo auricular.

O custo total de material para a produção de uma unidade do protótipo ficou abaixo dos 10 dólares americanos. Naturalmente, um provável produto final para venda em larga escala, a depender dos materiais eleitos, pode diferir no valor, mas fica evidente a possibilidade de produção e venda a custo baixo.

A figura 14 mostra o protótipo pronto, acoplado a um espéculo auricular, evidenciando a amplitude de movimento do braço, o que permite o uso com telefones celulares com câmeras em posições diversas.

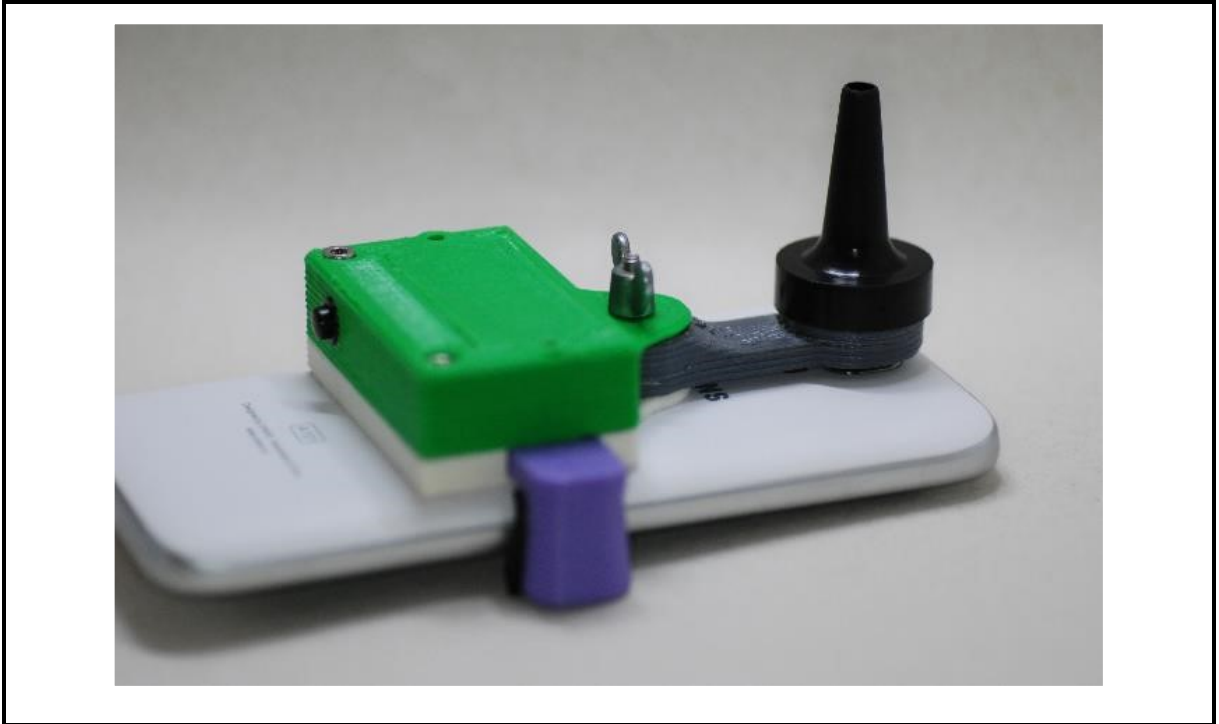
Figura 14 - Protótipo acoplado a um espéculo auricular



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

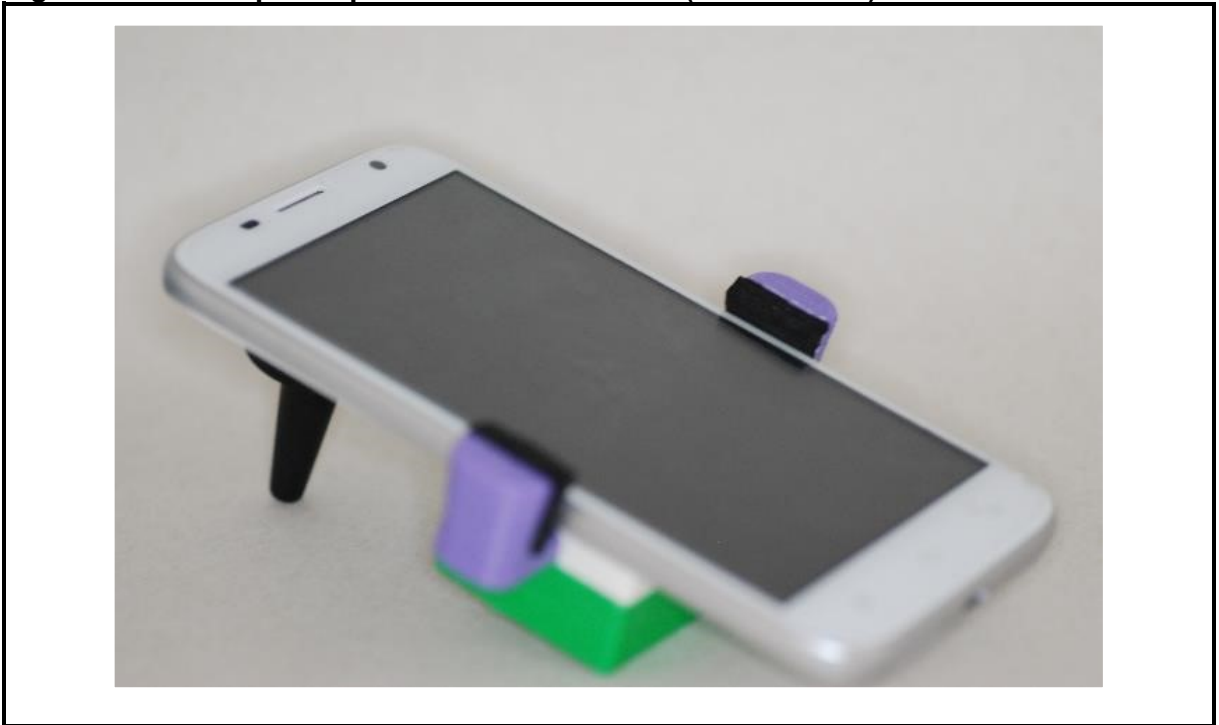
As figuras 15 e 16 mostram o protótipo já acoplado a um telefone celular de câmera em linha média, evidenciando o tamanho compacto do protótipo.

Figura 15 - Protótipo acoplado a telefone celular (visão traseira)



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

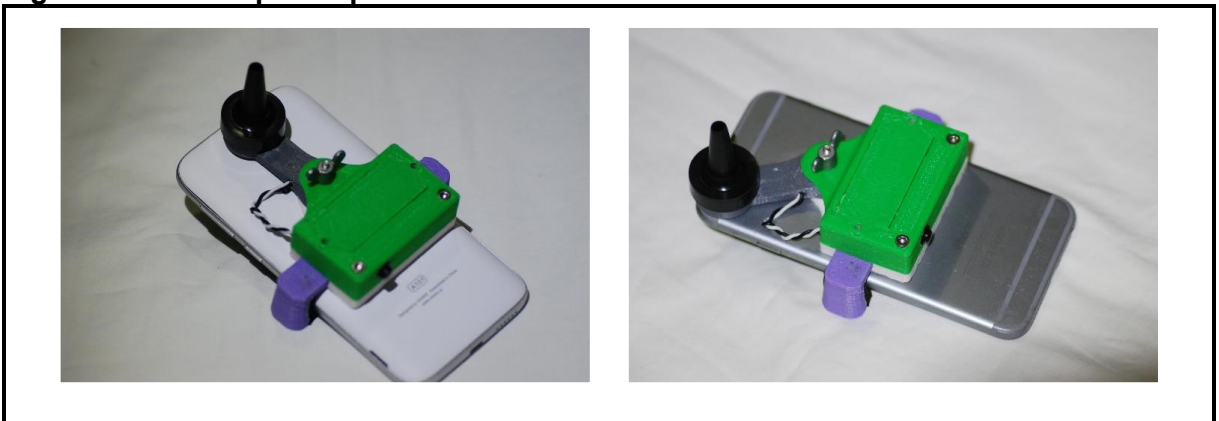
Figura 16 - Protótipo acoplado a telefone celular (visão frontal)



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

A figura 17 mostra o protótipo acoplado a telefones celulares com câmeras em diferentes posições.

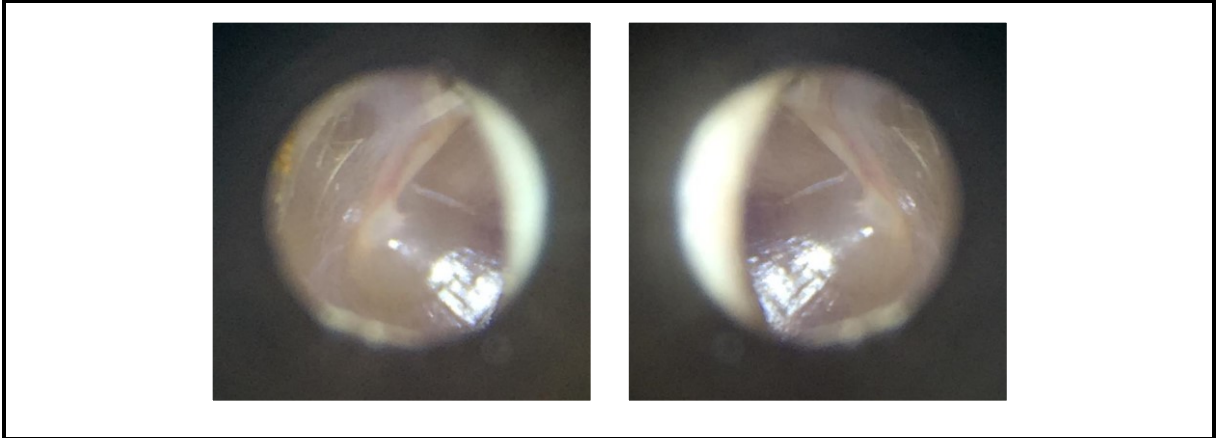
Figura 17 - Protótipo acoplado a diferentes telefones celulares



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

A figura 18 mostra exemplos de imagens de otoscopia registradas com a câmera de um telefone celular acoplado ao protótipo.

Figura 18 - Imagens de otoscopia obtidas através do protótipo



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

4 PATENTE DE INVENÇÃO

Relatório Descritivo de Patente de Invenção

SISTEMA INTEGRADO E MÉTODO PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS DE EXAMES OTOSCÓPICOS
PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um sistema e método universalmente adaptáveis com conjunto óptico autônomo e fonte de iluminação autônoma para o uso de dispositivos móveis sem fio na aquisição, gravação e distribuição de imagens de exames clínicos otoscópicos. A presente invenção se situa no campo medicina, medicina veterinária e engenharia.

Antecedentes da Invenção

[0002] O exame otoscópico ou otoscopia, faz parte do exame físico médico e é realizado rotineiramente nas consultas otorrinolaringológicas. Consiste na simples inspeção visual do canal auditivo externo, membrana timpânica e orelha média. É um exame simples, rápido e indispensável para o diagnóstico e o acompanhamento das doenças otológicas. Comumente, é executado utilizando aparelho (otoscópico) dotado de fonte de luz e de conjunto óptico que permite a ampliação da imagem da cavidade explorada.

[0003] A adequada documentação por imagem da otoscopia pode trazer benefícios múltiplos à prática médica, como: facilidade e precisão no seguimento das afecções aurais; aplicação acadêmico-científica e médico-legal das imagens; além de esclarecimento ao paciente sobre sua condição, permitindo-o melhor exercer a autonomia nas decisões terapêuticas, com conseqüente fortalecimento da relação médico-paciente.

[0004] Diversas soluções para registro de otoscopia se encontram disponíveis no mercado atualmente. De uma maneira geral, podemos dividi-las em três categorias: as que utilizam vídeo-endoscopia tradicional, as dotadas de câmera própria e as que utilizam câmera de dispositivos móveis.

[0005] As soluções que utilizam vídeo-endoscopia convencional são compostas por telescópio rígido, câmera endoscópica, fonte de luz externa, monitor externo para visualização e sistema de gravação de imagem (um computador com placa de captura

de imagens ou um gravador digital de imagens). Apesar de gerarem imagem de alta qualidade, são soluções pouco compactas, com mobilidade, praticidade e rapidez no manuseio reduzidas, além de custo alto.

[0006] Um outro grupo de soluções disponíveis atualmente compreende os sistemas que, no mesmo aparelho, dispõem de câmera capaz de gravação de imagens, fonte de luz e conjunto óptico. Alguns nesse grupo, como o Digital Macroview, da empresa Welch Allyn (Skaneateles Falls, EUA), necessitam de monitor externo para a visualização das imagens, o que compromete a mobilidade e a praticidade do sistema. Outros, como o MDScope MS101(14) da Apple Biomedics (Taipei, Taiwan), têm tela para visualização do exame no próprio aparelho, sendo compactos e de fácil manuseio. Os sistemas neste grupo, no entanto, são também de custo elevado e não permitem modernização das câmeras.

[0007] O terceiro grupo disponível de sistemas para registro de otoscopia compreende aqueles que o fazem utilizando a câmera presente em dispositivos móveis sem fio (tais como, mas não restrito à, telefone celular, *tablet* e *PDA*). Alguns destes, como o sistema SmartScope, da empresa Karl Storz (Tuttlingen, Alemanha), adaptam o sistema convencional de vídeo-endoscopia à câmera de um dispositivo móvel, melhorando a mobilidade, mas mantendo o custo elevado. Outros como o adaptador da empresa Temporalogix (Carrboro, EUA) compreendem mero suporte para o espéculo auricular, sem conjunto óptico ou fonte de luz própria. Já os sistemas das empresas Cellscope (San Francisco, EUA) e Culpris (London, Reino Unido) oferecem um conjunto óptico que acopla um espéculo auricular à câmera de um telefone celular iPhone, da empresa Apple (Cupertino, EUA), dependendo também da iluminação do telefone. Têm como ponto negativo o fato de serem específicos os aparelhos iPhone e, portanto, incompatíveis com outros modelos de dispositivos móveis sem fio.

[0008] Com isso, as opções atuais para registro do exame endoscópico se limitam pelo alto custo, pela qualidade de imagem, por precárias mobilidade e praticidade ou por alguma combinação destes fatores. A simples descrição por escrito, em prontuário, daquilo que foi observado à otoscopia continua sendo a prática médica mais comum de registro do exame.

[0009] Considerando a atual alta qualidade das imagens obtidas por câmeras de dispositivos móveis de maneira geral, considerando a tendência à constante melhoria da qualidade das câmeras de dispositivos móveis, considerando as

características desfavoráveis individuais dos sistemas ora disponíveis e visando a facilitar, popularizar e estimular o registro por imagem da otoscopia desenvolveu-se a presente invenção.

[0010] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária acerca do uso de dispositivos móveis sem fio para otoscopia, foram encontrados os seguintes documentos:

[0011] Os documentos US20130300919, US2012245422A1 e KR20130049704A revelam aparatos para otoscopia utilizando a câmera de dispositivo móvel sem fio. No entanto, os três aparatos supracitados dependem da iluminação proveniente do próprio dispositivo móvel. Desta forma, impossibilitando construção única, com adaptação universal aos diversos modelos de dispositivos móveis. Cada construção destes aparatos deve ser específica para determinado modelo de dispositivo móvel.

[0012] O documento WO2015049404A1 revela aparato que funciona como adaptador de otoscópio convencional (ou oftalmoscópio) para uso da câmera de um *smartphone*. O aparato revelado neste documento, por tratar-se de simples adaptador, não apresenta fonte própria de iluminação, além de depender, também, da presença de um otoscópio convencional.

[0013] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0014] Um aparato que permitisse realização e documentação de otoscopia utilizando a câmera de um dispositivo móvel sem fio, que fosse dotado de fonte própria de iluminação e que fosse capaz de, em uma única construção, ser acoplado aos diversos modelos de dispositivos móveis sem fio disponíveis no mercado, traria significativa redução nos custos de produção, bem como mais fácil adesão e massificação do uso de tal produto, em relação às soluções encontradas no estado atual da arte.

Sumário da Invenção

[0015] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir da universalidade de adaptação a qualquer dispositivo móvel sem fio, ao sistema da presente invenção, contando com

um conjunto óptico autônomo e sistema de iluminação autônoma.

[0016] A principal vantagem dessa invenção é a aquisição, gravação e distribuição de imagens provenientes de exame otoscópico, por meio de câmera presente em dispositivos móveis com baixo custo a partir de um sistema totalmente autônomo de lentes e iluminação. Outra vantagem na utilização dessa tecnologia é a possibilidade da atualização contínua do sistema de câmeras utilizados melhorando a qualidade das imagens utilizadas nos exames clínicos conforme a evolução dos dispositivos móveis.

[0017] Em um primeiro objeto, a presente invenção revela um sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis compreendendo:

- pelo menos um conjunto óptico (16) para ampliação das imagens;
- pelo menos uma fonte de iluminação autônoma;
- pelo menos encaixe universal para dispositivos móveis (14);
- pelo menos um encaixe para espéculo auricular removível (10);
- pelo menos uma fonte de alimentação elétrica, e
- pelo menos um braço retrátil para posicionamento do sistema óptico e de

iluminação.

[0018] Em um segundo objeto, a presente invenção revela um método para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis compreendendo as seguintes etapas:

- acoplamento do aparato ao dispositivo móvel (14);
- alinhamento do eixo do canal de aquisição de imagem ao eixo do captador de imagem/multimídia do dispositivo móvel;
- posicionamento do espéculo auricular (10);
- acionamento da emissão de luz pela fonte de iluminação (7); e
- posicionamento do conjunto aparato juntamente com o dispositivo móvel e com o espéculo auricular (10) em um canal auditivo externo a ser examinado.

[0019] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados é universalidade de uso para a obtenção de um exame de otoscopia de qualidade, sendo que o conjunto óptico autônomo e a fonte de iluminação autônoma são associados ao sistema e com isso resolvem problemas relacionados à

usabilidade, adaptação a qualquer dispositivo móvel, tendo, portanto, melhora na qualidade das imagens para exames, massificação do uso vastamente descrito no estado da técnica.

[0020] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0021] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, as seguintes figuras são apresentadas:

[0022] A figura 1 mostra a visão superior do aparato.

[0023] A figura 2 mostra a visão inferior do aparato.

[0024] A figura 3 mostra a visão oblíqua lateral do aparato.

[0025] A figura 4 mostra o braço articulado, que contém o conjunto óptico (visão superior).

[0026] A figura 5 mostra o braço articulado que contém o conjunto óptico (visão oblíqua lateral).

[0027] A figura 6 mostra o braço articulado acoplado ao espéculo auricular (visão oblíqua lateral).

[0028] A figura 7 mostra a porção central do aparato, removidos os braços e a tampa do compartimento para bateria (visão oblíqua lateral).

[0029] A figura 8 mostra a porção central do aparato, removido o braço articulado (visão oblíqua inferior).

[0030] A figura 9 mostra o mecanismo de acoplamento ao dispositivo móvel (visão oblíqua superior).

[0031] A figura 10 mostra o mecanismo de acoplamento ao dispositivo móvel (visão oblíqua superior).

[0032] A figura 11 mostra a acoplamento ao dispositivo móvel, removido o braço articulado (visão oblíqua superior).

[0033] A figura 12 mostra o acoplamento ao dispositivo móvel (visão oblíqua superior).

[0034] A figura 13 mostra o acoplamento ao dispositivo móvel (visão oblíqua superior).

[0035] A figura 14 mostra o acoplamento ao dispositivo móvel (visão oblíqua

superior).

[0036] A figura 15 mostra o acoplamento ao dispositivo móvel (visão oblíqua superior).

[0037] A figura 16 mostra o alinhamento da câmera com o conjunto óptico e espéculo auricular (representação de secção transversal).

[0038] A figura 17 mostra o alinhamento da câmera com o conjunto óptico (visão inferior, por transparência).

[0039] As figuras apresentam marcações numéricas, que destacam as partes do aparato, conforme legenda a seguir:

- [0040]** 1. braço articulado de suporte ao conjunto óptico;
- [0041]** 2. compartimento para bateria;
- [0042]** 3. braço móvel para encaixe ao dispositivo móvel;
- [0043]** 4. local para parafuso de fixação da porção central;
- [0044]** 5. local para parafuso de fixação do braço articulado;
- [0045]** 6. orifício para passagem de fios;
- [0046]** 7. local para posicionamento do emissor de luz;
- [0047]** 8. canal para aquisição de imagem;
- [0048]** 9. canal para passagem de fios;
- [0049]** 10. espéculo auricular removível;
- [0050]** 11. local para posicionamento de chave para acionamento do emissor de luz;
- [0051]** 12. local para posicionamento de mola;
- [0052]** 13. local para posicionamento de elástico;
- [0053]** 14. dispositivo móvel;
- [0054]** 15. câmera do dispositivo móvel;
- [0055]** 16. conjunto óptico.

Descrição Detalhada da Invenção

[0056] A presente invenção descreve um sistema integrado universal para dispositivos móveis com sistema óptico e de iluminação autônomos.

[0057] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis compreendendo:

- pelo menos um conjunto óptico (16) para ampliação das imagens;

- pelo menos uma fonte de iluminação autônoma;
- pelo menos um encaixe universal para dispositivos móveis (14);
- pelo menos um encaixe para espéculo auricular removível (10);
- pelo menos uma fonte de alimentação elétrica; e
- pelo menos um braço retrátil para posicionamento do sistema óptico e de iluminação.

[0058] Em uma concretização do sistema integrado, o sistema óptico consiste de uma lente plano-convexa com uma determinada distância focal. Note-se que o conjunto óptico pode, também, se constituir de duas ou mais lentes, de diferentes características, alinhadas de modo a obter imagem ampliada das estruturas examinadas, bem como a projeção da imagem no sensor da câmera do dispositivo móvel.

[0059] Em uma concretização do sistema integrado, o sistema de iluminação compreende quatro LEDs de alto brilho, dispostas ao redor do canal para aquisição da imagem. Mas, em variantes, pode ser de qualquer outra natureza, tais como, mas não restrito à, lâmpada incandescente de filamento, lâmpada xênon, etc.

[0060] Em uma concretização do sistema integrado, a fonte de alimentação consiste de duas pilhas do tipo AAA. Pode, em variantes, apresentar-se como qualquer outra fonte de energia compatível com o sistema de iluminação adotado, tais como, mas não restritos à, baterias de Lítio, baterias de Níquel-metal, etc.

[0061] Em uma concretização, o braço retrátil é um braço articulado (1) sendo o elemento estrutural que contém o conjunto óptico (16), o emissor de luz (7) e o encaixe para espéculo auricular (10). Sua articulação com o corpo permite alinhar o conjunto óptico (16) do aparato ao da câmera (15) do dispositivo móvel (14), nas diversas posições que a câmera se encontre, nos diversos tamanhos de modelos de dispositivos móveis possíveis.

[0062] Em uma concretização, o encaixe para espéculo auricular removível (10) encaixa-se ao braço articulado (1) permite por simples pressão em seu diâmetro interno, mas, em outras variações, pode haver encaixe específico no braço articulado (1) para os diversos modelos de espéculos auriculares possíveis.

[0063] Em um segundo objeto, a presente invenção revela um método para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis compreendendo as seguintes etapas:

- acoplamento do aparato ao dispositivo móvel (14);
- alinhamento do eixo do canal de aquisição de imagem ao eixo do captador de imagem/multimídia do dispositivo móvel;
- posicionamento do espéculo auricular (10);
- acionamento da emissão de luz pela fonte de iluminação (7); e
- posicionamento do conjunto aparato juntamente com o dispositivo móvel e com o espéculo auricular (10) em um canal auditivo externo a ser examinado.

[0064] O sistema de iluminação do invento consiste em um emissor de luz (7), que, por exemplo, pode ser alimentado com energia elétrica proveniente de baterias. A direção do feixe luminoso deve ser alinhada com o eixo do canal para aquisição da imagem (8), permitindo que a luz emitida atravessasse o orifício do espéculo auricular (10), atinja a estrutura a ser observada no exame otoscópico, e seja refletida, retorne pelo espéculo (10), passando pelo canal de aquisição da imagem (8), ao conjunto óptico (16) e, finalmente, à câmara (15) do dispositivo móvel. O tipo emissor de luz recomendado é o diodo emissor de luz (LED) de alto brilho, mas, em variantes, pode ser de qualquer outra natureza, tais como, mas não restrito à, lâmpada incandescente de filamento, à lâmpada xênon, etc. Pode o emissor de luz ser único ou múltiplo. Nas ilustrações aqui apresentadas, vê-se espaço para quatro LEDs (7) dispostos ao redor do canal para aquisição da imagem (8). Este canal (8) deve ter as paredes de altura tal que impeçam a luz do emissor de atingir diretamente o conjunto óptico (16), o que comprometeria a qualidade da imagem final observada. A figura 5 demonstra a disposição dos locais para os LEDs (7) e sua relação com o canal de aquisição da imagem (8). Nos exemplos aqui oferecidos, o sistema de iluminação do aparato é alimentado com a energia de pilhas localizadas em compartimento (2), no corpo, por meio de fios elétricos que saem do corpo pelo orifício (6) e correm por dentro do braço articulado (1) através de canal interno (9) até os LEDs (7). Em alguma variação, o percurso dos fios pode divergir, incluindo, mas não se restringindo a possibilidade de estarem os fios totalmente acondicionados no braço articulado (1).

[0065] O conjunto óptico (16) é capaz de receber o feixe de luz refletido pelas estruturas examinadas e projetar imagem ampliada no sensor da câmara (15) do dispositivo móvel. Nos exemplos aqui ilustrados, foi utilizada lente plano-convexa de determinada distância focal. Note-se que o conjunto óptico (16) pode, também, se

constituir de duas ou mais lentes, de diferentes características, alinhadas de modo a obter imagem ampliada das estruturas examinadas, bem como a projeção da imagem no sensor da câmera (15) do dispositivo móvel.

Exemplos - Concretizações

[0066] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Exemplo – sistema aplicado a dispositivos móveis do tipo celulares.

[0067] A invenção inclui dois elementos estruturais principais:

- a. porção central (referida doravante com *corpo* do aparato) dotada de braços extensíveis (3), para acoplamento ao dispositivo móvel (14).
- b. braço articulado (1) à porção central, capaz de realizar movimento semi-circular, tendo como eixo de rotação o parafuso (5) que o fixa ao corpo.

[0068] As Figuras 1, 2 e 3 exemplificam a construção com estes elementos estruturais, podendo haver variações no formato e nas dimensões.

[0069] Faz-se necessário ao funcionamento do invento, o uso de uma fonte de energia elétrica, em uma concretização podem ser pilhas ou baterias carregáveis ou qualquer outro meio capaz de fornecer energia elétrica para o funcionamento do presente aparato. Portanto a presente invenção proporciona um local para a implementação dessa fonte de eletricidade, onde esta fonte deve ser acondicionada em um compartimento no aparato. Nos exemplos aqui apresentados, o compartimento é para as baterias (2) encontra-se no corpo como visto na figura 7, mas pode ser posicionado no braço articulado (1), a depender do volume das baterias escolhidas. Da mesma forma, nos exemplos aqui apresentados, o botão para acionamento do emissor de luz foi posicionado no corpo do aparato (11) visto na figura 7, podendo, em alguma variante, ser posicionado no braço articulado (1).

[0070] O corpo é a porção do aparato onde o mesmo se acoplará ao dispositivo móvel (14), como exemplificado na Figura 10. Para isso, os braços extensíveis (3), são separados entre si de modo a acomodar a largura do dispositivo móvel (14) e, por atrito com o mesmo, mantê-lo fixo ao aparato durante o uso. O movimento dos braços extensíveis (3) é guiado por trilhos no corpo do aparato, como visto nas Figuras 9 e 10, e permite acomodação de dispositivos móveis das mais variáveis dimensões. Nos exemplos aqui ilustrados, a fixação do dispositivo móvel (14) aos braços removíveis

(3) é obtida por força de molas (12) ou de elástico (13), mas, em variante, pode ser obtida por meio de parafusos de fixação nos trilhos.

[0071] O braço articulado (1) é o elemento estrutural que contém o conjunto óptico (16), o emissor de luz (7) e o encaixe para espéculo auricular (10). Sua articulação com o corpo permite alinhar o conjunto óptico (16) do aparato ao da câmara (15) do dispositivo móvel, nas diversas posições que a câmara se encontre, nos diversos modelos de dispositivos móveis possíveis. A Figura 15 ilustra o movimento do braço articulado.

[0072] As Figuras 4, 5 e 6 mostram exemplos de construção do braço articulado (1). No exemplo ilustrado na Figura 6, o espéculo auricular utilizado (10) encaixa-se ao braço articulado (1) por simples pressão em seu diâmetro interno, mas, em outras variações, pode haver encaixe específico no braço articulado (1) para os diversos modelos de espéculos auriculares possíveis.

[0073] O sistema de iluminação do invento consiste em um emissor de luz (7), que, por exemplo, pode ser alimentado com energia elétrica proveniente de baterias. A direção do feixe luminoso deve ser alinhada com o eixo do canal para aquisição da imagem (8), permitindo que a luz emitida atravesse o orifício do espéculo auricular (10), atinja a estrutura a ser observada no exame otoscópico, e seja refletida, retorne pelo espéculo (10), passando pelo canal de aquisição da imagem (8), ao conjunto óptico (16) e, finalmente, à câmara (15) do dispositivo móvel. O tipo emissor de luz recomendado é o diodo emissor de luz (LED) de alto brilho, mas, em variantes, pode ser de qualquer outra natureza, tais como, mas não restrito à, lâmpada incandescente de filamento, à lâmpada xênon etc. Pode o emissor de luz ser único ou múltiplo. Nas ilustrações aqui apresentadas, vê-se espaço para quatro LEDs (7) de 5mm dispostos ao redor do canal para aquisição da imagem (8). Este canal (8) deve ter as paredes de altura tal que impeçam a luz do emissor de atingir diretamente o conjunto óptico (16), o que comprometeria a qualidade da imagem final observada. A figura 5 demonstra a disposição dos locais para os LEDs (7) e sua relação com o canal de aquisição da imagem (8). Nos exemplos aqui oferecidos, o sistema de iluminação do aparato é alimentado com a energia de pilhas localizadas em compartimento (2), no corpo, por meio de fios elétricos que saem do corpo pelo orifício (6) e correm por dentro do braço articulado (1) através de canal interno (9) até os LEDs (7). Em alguma variação, o percurso dos fios pode divergir, incluindo, mas não se restringindo a possibilidade de estarem os fios totalmente acondicionados no braço articulado (1).

[0074] O conjunto óptico (16) deve ser capaz de receber o feixe de luz refletido pelas estruturas examinadas e projetar imagem ampliada no sensor da câmera (15) do dispositivo móvel. Nos exemplos aqui ilustrados, foi utilizada lente plano-convexa com 60mm de distância focal. Note-se que o conjunto óptico (16) pode, também, se constituir de duas ou mais lentes, de diferentes características, alinhadas de modo a obter imagem ampliada das estruturas examinadas, bem como a projeção da imagem no sensor da câmera (15) do dispositivo móvel.

[0075] Definidos os elementos estruturais, o método sugerido para utilização é descrito a seguir, podendo, no entanto, haver variações:

- acoplamento do aparato ao dispositivo móvel (14), com os braços extensíveis (3);
- alinhamento do eixo do canal de aquisição de imagem (8) ao eixo da câmera (15) do dispositivo móvel (como ilustrado na Figura 16), através de movimentação do braço articulado (Figura 13);
- posicionamento do espéculo auricular (10), como ilustrado na Figura 14;
- acionamento do emissor luz através do botão (11);
- posicionamento do conjunto aparato juntamente com o dispositivo móvel e com o espéculo auricular no canal auditivo externo a ser examinado, com observação e gravação das imagens através do visor do dispositivo móvel

[0076] Nota-se que, a depender do dispositivo móvel utilizado, podem ser necessários ajustes nas configurações da câmera para que se obtenha imagem adequada.

[0077] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis **caracterizado** por compreender:
 - a. pelo menos um conjunto óptico (16) para ampliação das imagens;
 - b. pelo menos uma fonte de iluminação autônoma;
 - c. pelo menos um encaixe universal para dispositivos móveis (14);
 - d. pelo menos um encaixe para espéculo auricular removível (10);
 - e. pelo menos uma fonte de alimentação elétrica; e
 - f. pelo menos um braço retrátil para posicionamento do sistema óptico e de iluminação.

2. Sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por compreender porção central contendo braços extensíveis (3) compreendidos por meios de integração do corpo de dispositivos móveis (14), de diversos tamanhos, com o sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis, em que o referido braço extensível (3) é dotado de ao menos um entre:
 - mola;
 - elástico; ou
 - parafuso de fixação.

3. Sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 2, **caracterizado** por ser dotado de emissor de luz, único ou múltiplo, com eixo de emissão paralelo autônomo ao do conjunto óptico, capaz de iluminar a região examinada e que é alimentado por fonte de energia elétrica, presente no próprio dispositivo.

4. Sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** por possuir conjunto óptico capaz de ampliar a imagem obtida e de projetá-la no sensor da câmera do dispositivo móvel.

5. Sistema integrado para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado** por permitir aquisição, registro e distribuição do exame otoscópicos por meio de dispositivos móveis dotados de câmera e seus protocolos de produção de

imagens estáticas e vídeos.

6. Método para aquisição de imagens de exames otoscópicos para dispositivos móveis **caracterizado** pelo fato de compreender ao menos as seguintes etapas:

- a. acoplamento do aparato ao dispositivo móvel (14);
- b. alinhamento do eixo do canal de aquisição de imagem ao eixo do captador de imagem/multimídia do dispositivo móvel;
- c. posicionamento do espéculo auricular (10);
- d. acionamento da emissão de luz pela fonte de iluminação (7); e
- e. posicionamento do conjunto aparato juntamente com o dispositivo móvel e com o espéculo auricular (10) em um canal auditivo externo a ser examinado.

Resumo

SISTEMA INTEGRADO E MÉTODO PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS DE EXAMES OTOSCÓPICOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

A presente invenção descreve um sistema e método para a aquisição, gravação e distribuição de imagens e/ou vídeos de exames clínicos otoscópicos. Especificamente, a presente invenção compreende o uso de qualquer dispositivo móvel acoplado ao sistema proposto que tenha a capacidade de gerar imagens e/ou vídeos e que a partir da interação deste dispositivo com uma fonte de iluminação autônoma e um conjunto óptico autônomo consiga realizar o exame, fazendo com que este seja acessível e de boa qualidade. A presente invenção se situa no campo medicina, medicina veterinária e engenharia.

FIGURAS

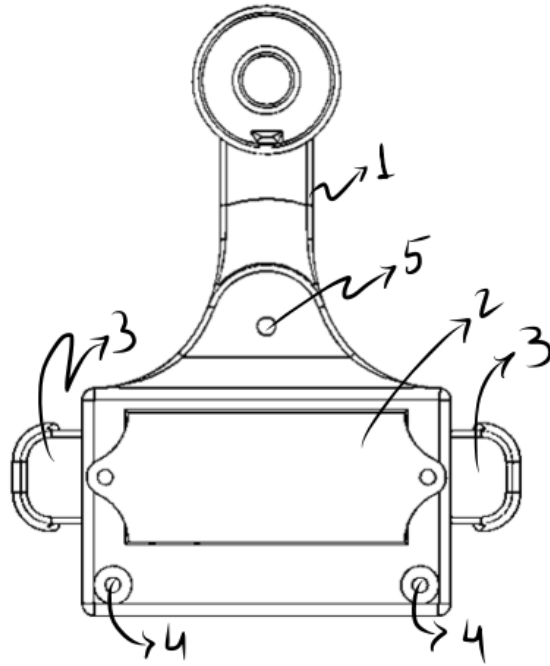


Figura 1

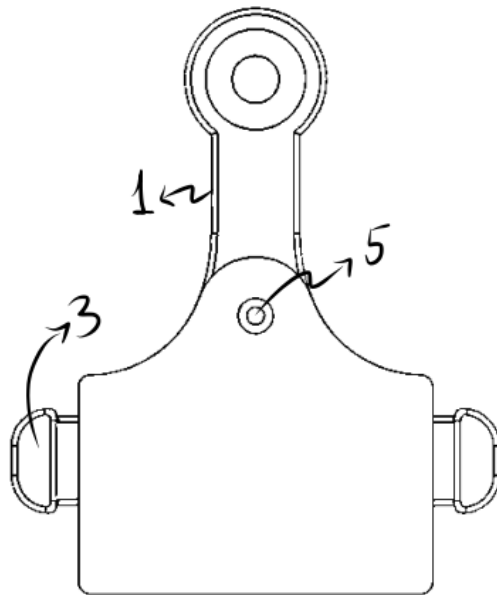


Figura 2

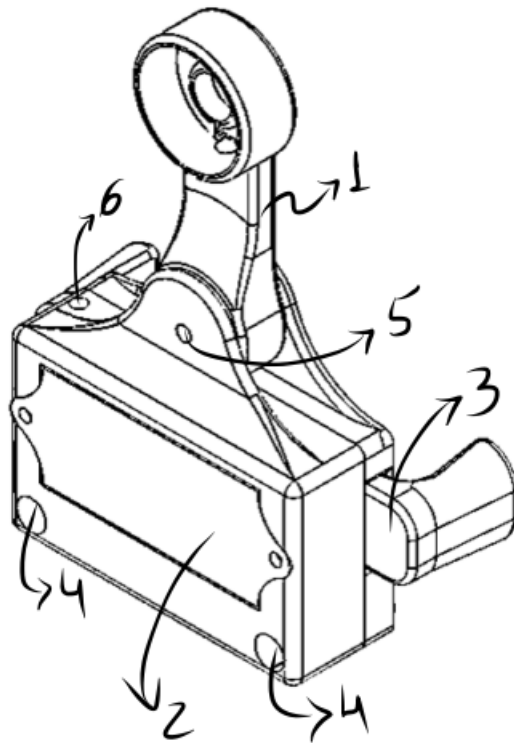


Figura 3

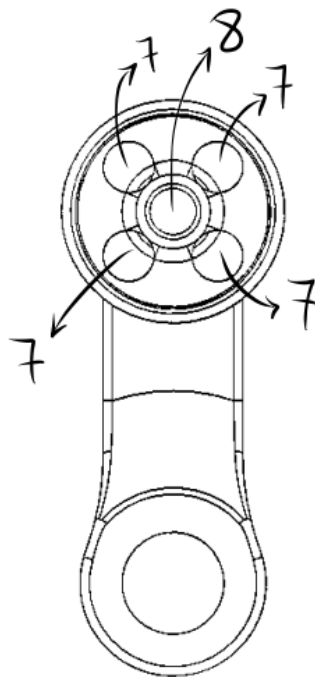


Figura 4

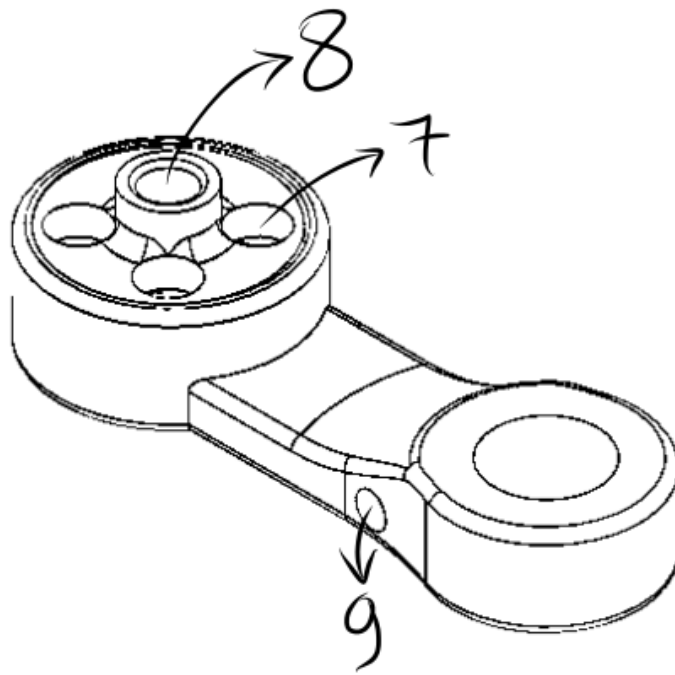


Figura 5

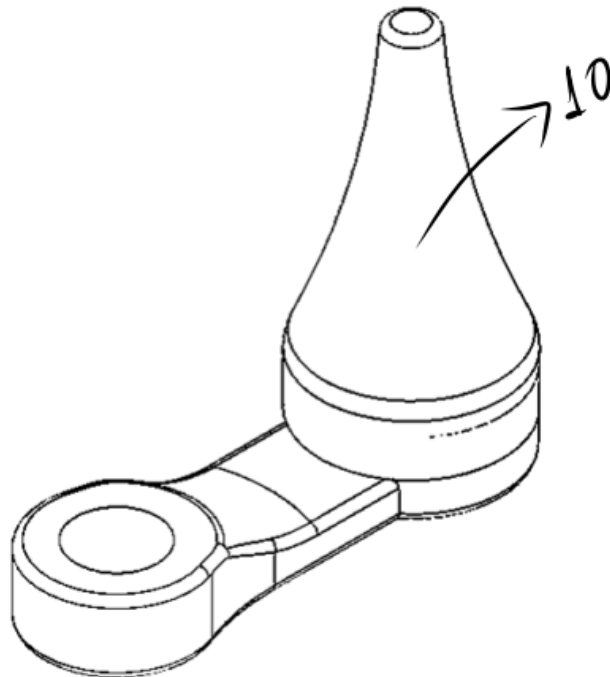


Figura 6

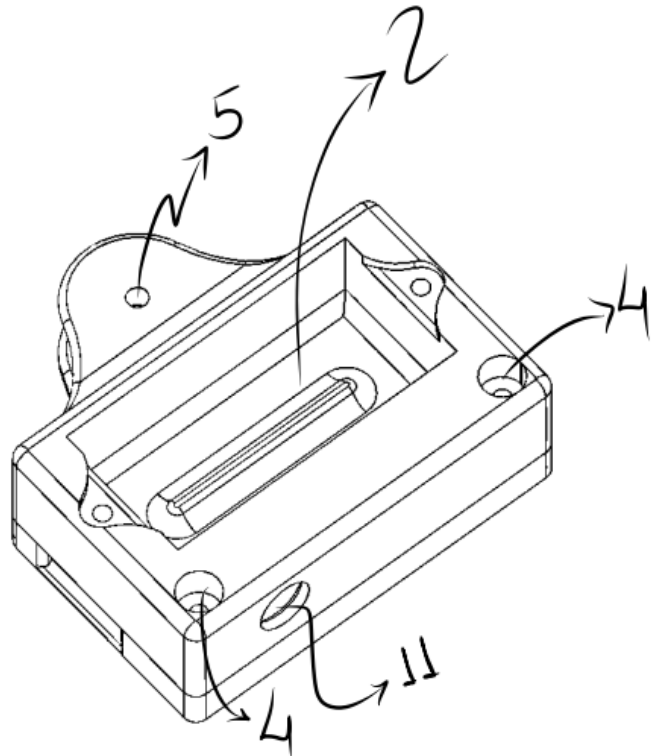


Figura 7

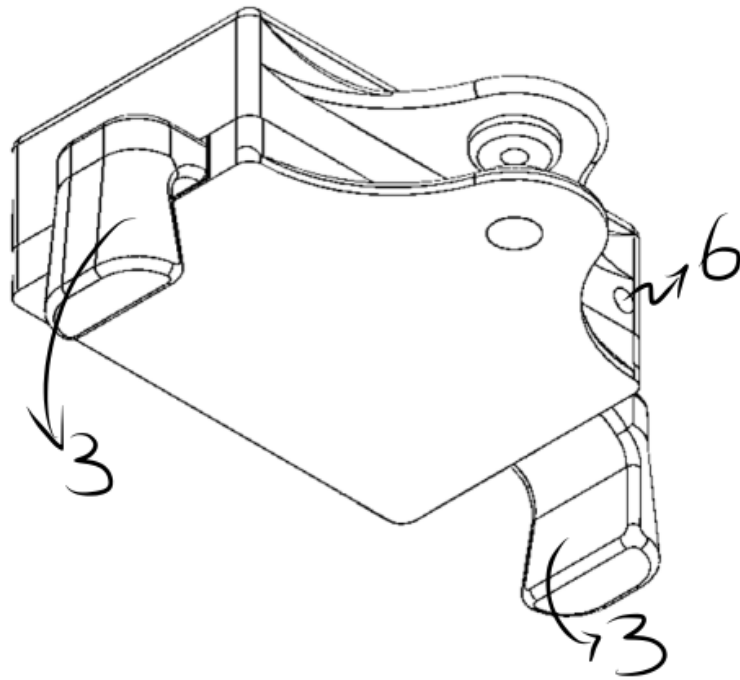


Figura 8

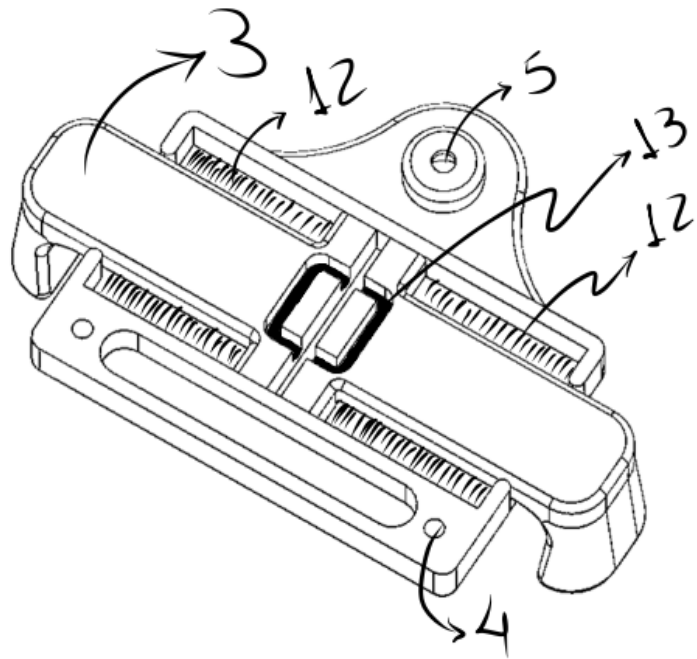


Figura 9

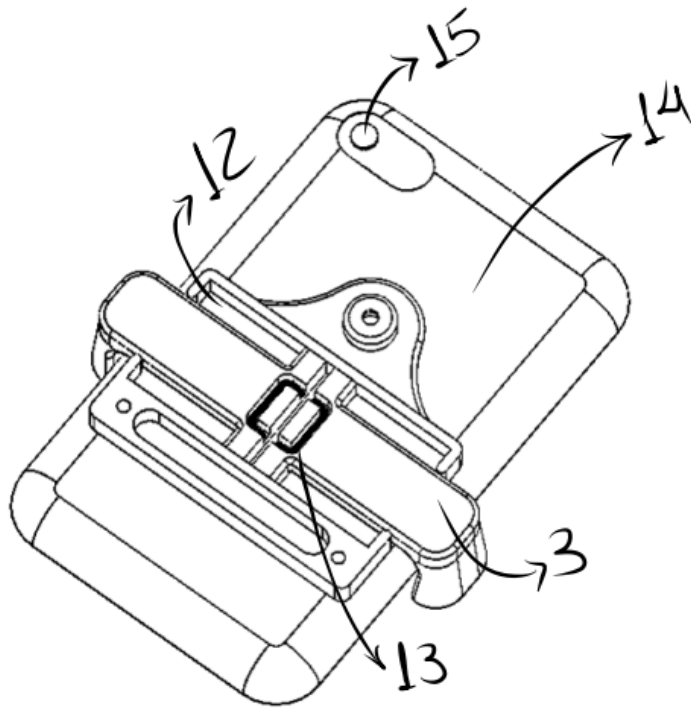


Figura 10

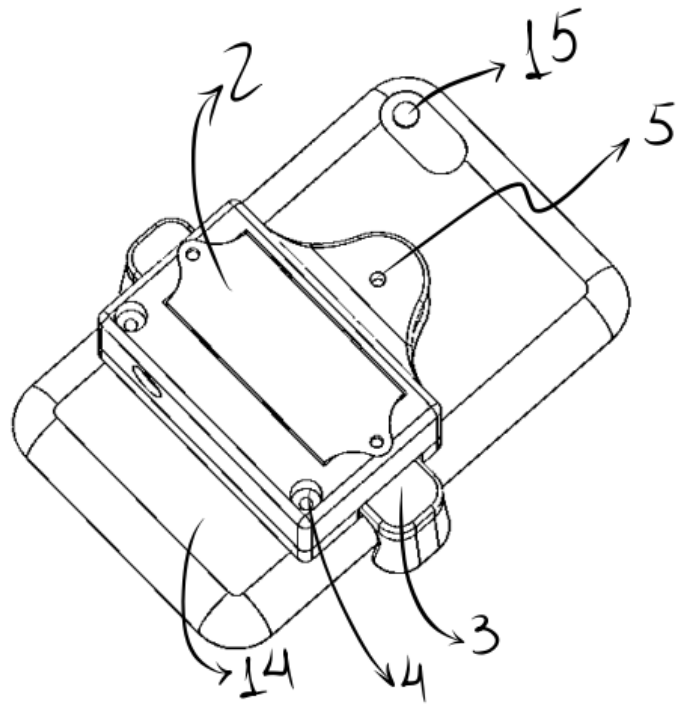


Figura 11

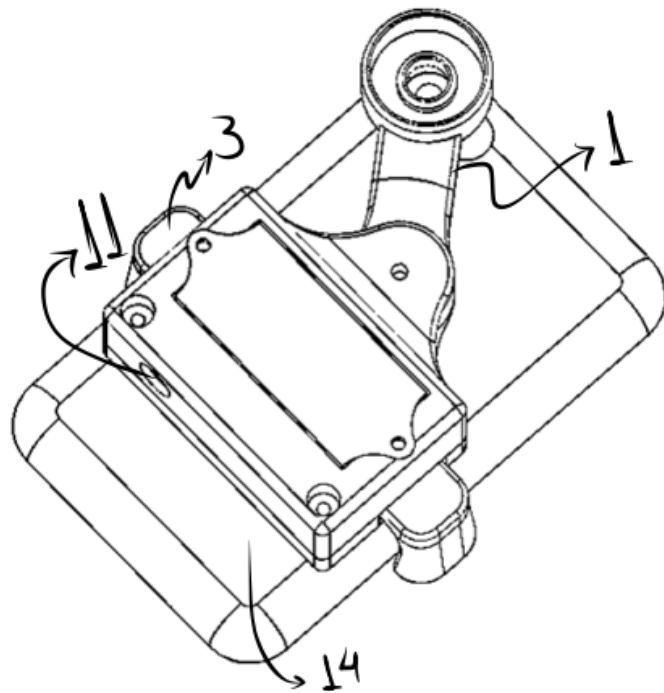


Figura 12

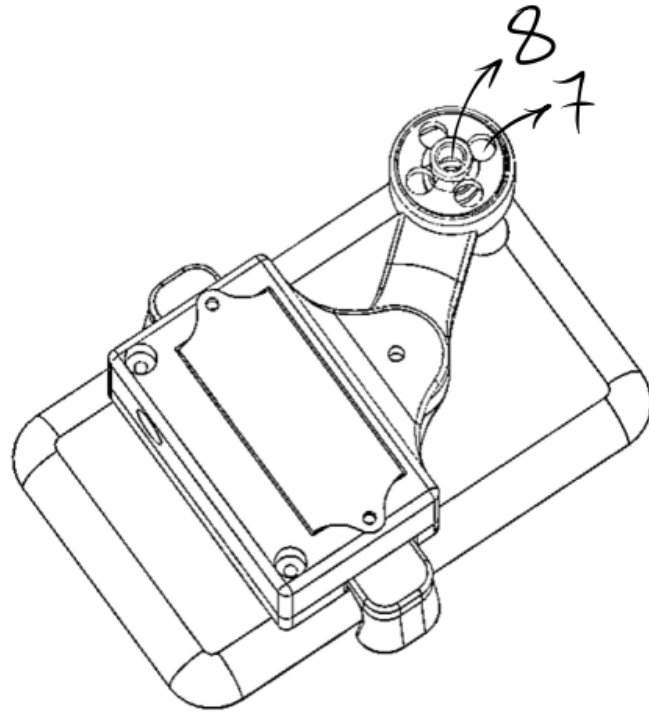


Figura 13

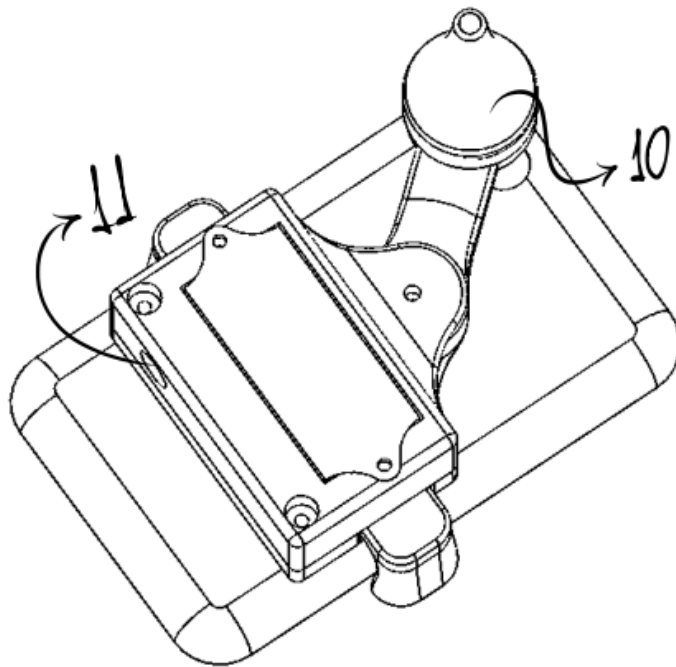


Figura 14

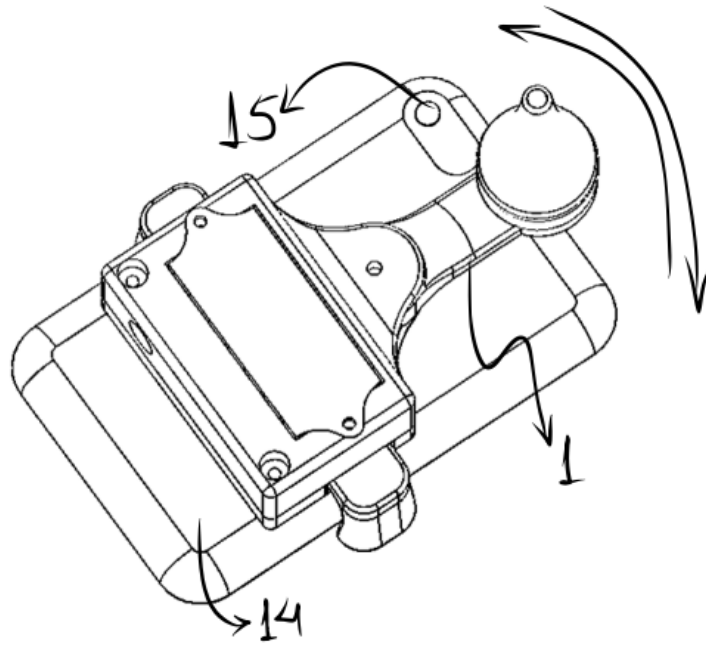


Figura 15

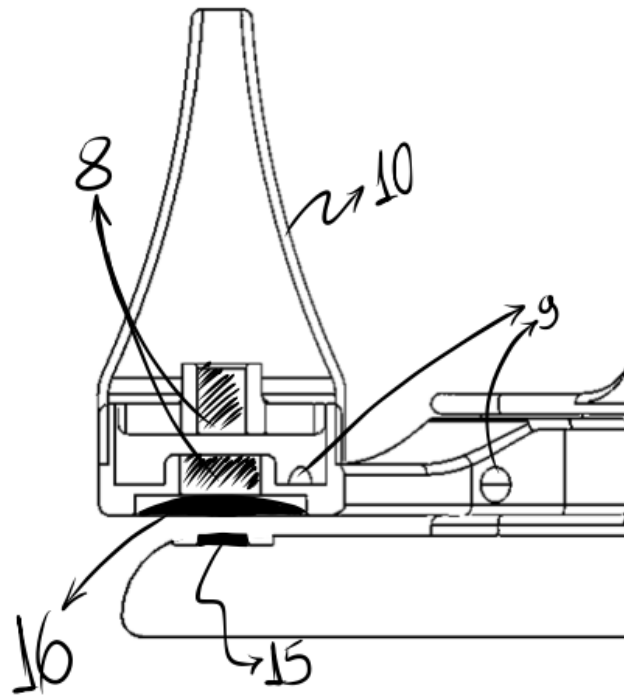


Figura 16

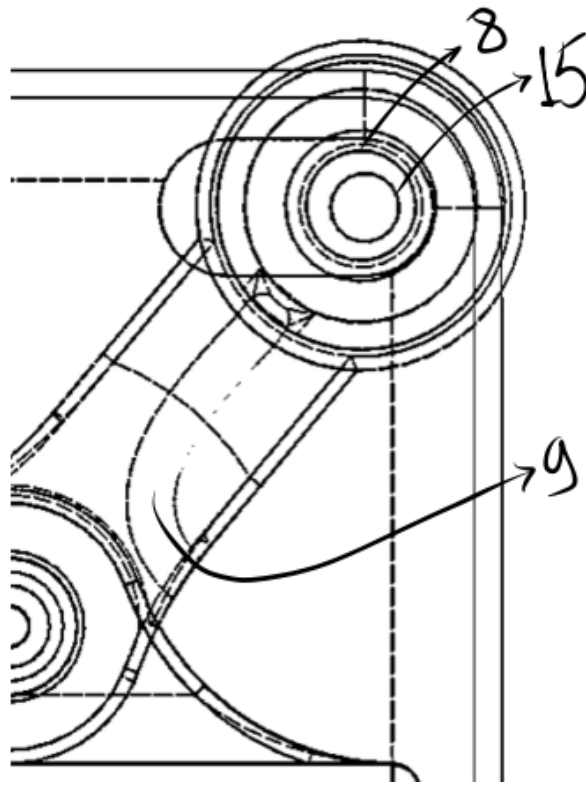


Figura 17

5 CONCLUSÃO

O dispositivo desenvolvido permite o registro de exame otoscópico utilizando a câmera de um dispositivo móvel sem fio e representa positiva contribuição aos diversos sistemas para registro de otoscopia atualmente disponíveis no mercado e na literatura científica e patentária.

Assim como os demais sistemas de obtenção de imagens de otoscopia por meio de câmeras de dispositivos móveis sem fio, o sistema integrado desenvolvido tem as características de fácil manuseio, praticidade e baixo custo, ausentes, de maneira geral, nos sistemas de otoscopia por videoendoscopia e otomicroscopia. Conta, ainda, com a possibilidade de melhoria da qualidade das imagens obtidas, através da modernização da câmera utilizada, o que não é viável nos sistemas integrados de vídeo-otoscopia.

O invento reúne, adicionalmente, as características de possuir sistema de iluminação próprio independente, conjunto óptico para a magnificação da imagem e capacidade de, em uma única construção, ser acoplado aos diversos modelos de dispositivos móveis sem fio disponíveis no mercado. Estas o tornam único dentre os sistemas de obtenção de imagens de otoscopia por meio de câmeras de dispositivos móveis sem fio e nelas se fundamenta o caráter inovador do dispositivo desenvolvido.

Aplicações comerciais promissoras podem ser consideradas para o invento, dado o conjunto de suas características. Praticidade e baixo custo permitiriam, por exemplo, a adoção do aparato nas unidades de saúde do sistema público, em substituição ao otoscópio convencional, ampliando a abrangência do exame otoscópico em regiões financeiramente carentes. O uso educacional pelas universidades na formação prática dos médicos é mais uma área a considerar para exploração comercial do dispositivo. Aplicação comercial em telemedicina, com obtenção de imagens por operador não médico e posterior análise das imagens por profissional médico qualificado à distância é outra possível modalidade.

O desenvolvimento de softwares específicos com funções de organização, edição e análise assistida das imagens obtidas é uma maneira de ampliar o escopo de utilização do invento. Novas técnicas de análise de imagens com o uso de inteligência artificial são mais uma potencial aplicação futura do aparelho. Estudos adicionais de caráter clínico, para validação do diagnóstico realizado através das imagens obtidas, contudo, fazem-se necessários.

A introdução efetiva do produto no mercado demanda, ainda, adequação do protótipo à produção industrial, com definição da forma física do produto final, dimensões e materiais utilizados, mantendo o menor preço final viável e atendendo às normas de boas práticas de fabricação e à legislação vigente.

Tem o invento, portanto, potencial tanto para benefício à prática médica atual como para positiva exploração comercial.

REFERÊNCIAS

BANSAL, M. **Diseases of Ear, Nose and Throat**. 1. ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013.

BHATT, V. K.; MANJUNATH, D. **Atlas of Instruments in Otolaryngology, Head and Neck Surgery**. 1. ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2012.

BRUNTON, J. A NEW OTOSCOPE OR SPECULUM AURIS. **The Lancet**, v. 86, n. 2205, p. 617–618, dez. 1865.

BULL, T. R. **Color Atlas of ENT Diagnosis, 4th Edition**. 4. ed. New York: Thieme, 2003.

CellScope. Disponível em: <<https://www.cellscope.com/>>. Acesso em: 28 maio. 2017.

COLEMAN, W. T. **Smart-phone adapter for ophthalmoscope**, 2012. Disponível em: <<https://patents.google.com/patent/US20120320340A1>>. Acesso em: 5 abr. 2017

Digital MacroView. Disponível em: <<https://www.welchallyn.com/en/products/categories/physical-exam/ear-exam/otoscopes--macroview/otoscopes-digital-macroview.html>>. Acesso em: 28 maio. 2017.

FLETCHER, D. et al. **Cellscope apparatus and methods for imaging**, 2013. Disponível em: <<https://patents.google.com/patent/US20130300919A1>>. Acesso em: 5 abr. 2017

Horus+ HD Video Otoscope. Disponível em: <<https://www.jedmed.com/products/horus-hd-video-otoscope>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

JONES, W. S. et al. Video otoscopy: bringing otoscopy out of the “black box”. **International journal of pediatric otorhinolaryngology**, v. 70, n. 11, p. 1875–83, nov. 2006.

Karl Storz - Endoskope. Disponível em: <<https://www.karlstorz.com/fj/en/karl-storz-video-scope.htm>>. Acesso em: 29 maio. 2017.

KARL STORZ SMART SCOPE. Disponível em: <<https://www.karlstorz.com/fj/en/karl-storz-smart-scope.htm>>. Acesso em: 29 maio. 2017.

KaWe Combilight C10 Otoscope. Disponível em: <<https://www.healthykin.com/p-1453-kawe-combilight-c10-otoscope.aspx>>. Acesso em: 2 mar. 2017.

MANDAVIA, R. et al. A cross-sectional evaluation of the validity of a smartphone otoscopy device in screening for ear disease in Nepal. **Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery**, 28 maio 2017.

MÁRQUEZ, F. G.; MARTÍNEZ, F. J. H. **Adaptador de smartphones a un oftalmoscopio directo u otoscopio**. Spain, 2014. Disponível em: <<https://patents.google.com/patent/WO2015049404A1>>. Acesso em: 5 abr. 2017

MBAO, M. N. et al. Evaluation of video-otoscopes suitable for tele-otology. **Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association**, v. 9, n. 4, p. 325–30, dez. 2003.

MD SCOPE. Disponível em: <http://www.mdscope.net/02._vo_ms101_01a.html>. Acesso em: 28 maio. 2017.

MOSHTAGHI, O. et al. Smartphone-Enabled Otoscopy in Neurotology/Otology. **Otolaryngology–Head and Neck Surgery**, v. 156, n. 3, p. 554–558, mar. 2017.

NADOL, J. B. J.; SCHUKNECHT, H. F. **Office Examination of the Ear**. Disponível em: <<https://entokey.com/office-examination-of-the-ear>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

NOGUEIRA JR, J. F. et al. A brief history of otorhinolaryngology: otology, laryngology and rhinology Summary. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 73, n. 735, p. 693–703, 2007.

Otoscopy: indications, preparation, conduct. Disponível em: <<http://medicalj-center.info/diagnostics/otoscopy-indications-preparation-conduct.html>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

PATRICOSKI, C. et al. A comparison of in-person examination and video otoscope imaging for tympanostomy tube follow-up. **Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association**, v. 9, n. 4, p. 331–44, dez. 2003.

PROBST, R.; GREVERS, G.; IRO, H. **Basic Otorhinolaryngology: a step-by-step learning guide**. 1. ed. New York: Thieme, 2006.

Prusa3D. Disponível em: <<https://www.prusa3d.com/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

RICHARDS, J. R.; GAYLOR, K. A.; PILGRIM, A. J. Comparison of traditional otoscope to iPhone otoscope in the pediatric ED. **The American Journal of Emergency Medicine**, v. 33, n. 8, p. 1089–1092, ago. 2015.

SARKAR, S. A Review on the History of Tympanoplasty. **Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery**, v. 65, n. S3, p. 455–460, 22 dez. 2013. **Temporalogix**. Disponível em:

<<https://www.temporalogix.com/otoscopeapp.com.html>>. Acesso em: 29 maio. 2017.

TYM OTOSCOPE. Disponível em: <<http://www.cupris.com/tym-iphone-otoscope/>>. Acesso em: 29 maio. 2017.

WEISS, M.; HOLZMANN, D. Fiberoptic Video-Otoscope. **The Laryngoscope**, v. 113, n. 4, p. 757–759, abr. 2003.

ANEXOS

ANEXO A – PEDIDO NACIONAL DE PATENTE DE INVENÇÃO JUNTO AO INPI

01/11/2017 870170084261
12:21

29409161708876714

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2017 023613 7

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 2**Nome ou Razão Social:** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - FUNECE**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica**CPF/CNPJ:** 07885809000197**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Jurídica:** Instituição de Ensino e Pesquisa**Endereço:** Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi**Cidade:** Fortaleza**Estado:** CE**CEP:** 60714-903**País:** Brasil**Telefone:** (85) 3101 9667**Fax:** (85) 3101 9667**Email:** NIT@UECE.BR

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 01/11/2017 às 12:21, Petição 870170084261

Depositante 2 de 2**Nome ou Razão Social:** HERALDO JOSÉ BARROSO MEDEIROS**Tipo de Pessoa:** Pessoa Física**CPF/CNPJ:** 00578569310**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Pesquisador**Endereço:** Av. Antonio Sales, 990**Cidade:** Fortaleza**Estado:** CE**CEP:****País:** BRASIL**Telefone:** (85) 310 19973**Fax:** (85) 310 19970**Email:** nit@uece.br**Dados do Pedido**

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)**Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):** SISTEMA INTEGRADO E MÉTODO PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS DE EXAMES OTOSCÓPICOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS**Resumo:** A presente invenção descreve um sistema e método para a aquisição, gravação e distribuição de imagens e/ou vídeos de exames clínicos otoscópicos. Especificamente, a presente invenção compreende o uso de qualquer dispositivo móvel acoplado ao sistema proposto que tenha a capacidade de gerar imagens e/ou vídeos e que a partir da interação deste dispositivo com uma fonte de iluminação autônoma e um conjunto óptico autônomo consiga realizar o exame, fazendo com que este seja acessível e de boa qualidade. A presente invenção se situa no campo medicina, medicina veterinária e engenharia.**Figura a publicar:** 1**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 01/11/2017 às 12:21, Petição 870170084261

Depositante 2 de 2**Nome ou Razão Social:** HERALDO JOSÉ BARROSO MEDEIROS**Tipo de Pessoa:** Pessoa Física**CPF/CNPJ:** 00578569310**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Pesquisador**Endereço:** Av. Antonio Sales, 990**Cidade:** Fortaleza**Estado:** CE**CEP:****País:** BRASIL**Telefone:** (85) 310 19973**Fax:** (85) 310 19970**Email:** nit@uece.br**Dados do Pedido**

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)**Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):** SISTEMA INTEGRADO E MÉTODO PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS DE EXAMES OTOSCÓPICOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS**Resumo:** A presente invenção descreve um sistema e método para a aquisição, gravação e distribuição de imagens e/ou vídeos de exames clínicos otoscópicos. Especificamente, a presente invenção compreende o uso de qualquer dispositivo móvel acoplado ao sistema proposto que tenha a capacidade de gerar imagens e/ou vídeos e que a partir da interação deste dispositivo com uma fonte de iluminação autônoma e um conjunto óptico autônomo consiga realizar o exame, fazendo com que este seja acessível e de boa qualidade. A presente invenção se situa no campo medicina, medicina veterinária e engenharia.**Figura a publicar:** 1**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 01/11/2017 às 12:21, Petição 870170084261