

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DO TRAIRÍ
GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

LENICE DAIANE DA COSTA LOPES

**DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
MENSURAÇÃO DO VOLUME CORRENTE EM RECÉM-NASCIDOS**

SANTA CRUZ - RN

2018

LENICE DAIANE DA COSTA LOPES

DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MENSURAÇÃO
DO VOLUME CORRENTE EM RECÉM-NASCIDOS

Artigo Científico apresentado à Faculdade de Ciências da Saúde do Trairí da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Prof. Dra. Silvana Alves Pereira.

SANTA CRUZ – RN

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial da Faculdade de Ciências da
Saúde do Trairi - FACISA

Lopes, Lenice Daiane da Costa.

Descrição do desenvolvimento de um sistema de mensuração do volume corrente em recém-nascidos / Lenice Daiane da Costa Lopes. - 2018.
33 f.: il.

Artigo Científico (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi. Santa Cruz, RN, 2018.

Orientadora : Silvana Alves Pereira.

1. Recém-nascidos. 2. Fotogrametria. 3. Medidas de volume pulmonar. I. Pereira, Silvana Alves. II. Título.

RN/UF/FACISA

CDU 616.24-053.31

LENICE DAIANE DA COSTA LOPES

DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MENSURAÇÃO
DO VOLUME CORRENTE EM RECÉM-NASCIDOS

Artigo Científico apresentado à Faculdade de Ciências da Saúde do Trairí da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Aprovado em: _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Silvana Alves Pereira – Orientadora
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dra. Ingrid Guerra Azevedo – Co-orientadora
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Ms. Aécio Dantas de Sousa Júnior – Membro da banca
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

No presente, a mente, o corpo é diferente
E o passado é uma roupa que não nos serve mais.

(Belchior)

LISTA DE SIGLAS

RN	Recém-nascido(s)
VC	Volume corrente
IG	Idade gestacional
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	MÉTODOS.....	12
3	RESULTADOS.....	12
3.1	MONTAGEM DO CENÁRIO.....	12
3.2	FILMAGEM DOS RN.....	13
3.3	SOFTWARE DE ANÁLISE CINEMÁTICA.....	14
4	DISCUSSÃO.....	15
5	CONCLUSÃO.....	17
6	DECLARAÇÕES.....	17
	REFERÊNCIAS.....	22
	FIGURAS.....	25

Descrição do desenvolvimento de um sistema de mensuração do volume corrente em recém-nascidos

Description of the development of a system for measuring tidal volume in newborns

Lenice Daiane da Costa Lopes¹, Arthur Balboa de Medeiros Martins¹, Danilo Alves Pinto Nagem², Silvana Alves Pereira².

1. Acadêmico da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil.
lenicecl@hotmail.com; abmm_arthur@hotmail.com.
2. Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil.
danilo.nagem@gmail.com; apsilvana@gmail.com.

Corresponding author:

Silvana Alves Pereira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Departamento de Fisioterapia
Campus Universitário Lagoa Nova
CEP 59078-970, Caixa postal 1524
Natal/RN – Brasil
Tel. +55 84 99181 8144
e-mail: apsilvana@gmail.com

RESUMO

Introdução: O presente estudo se propõe desenvolver e descrever um sistema de análise cinemática respiratória e uma sequência algoritma utilizando o software MATLAB® para a avaliação do volume corrente de recém-nascidos. Trata-se um estudo descritivo, multidisciplinar, realizado entre agosto de 2017 à agosto de 2018 envolvendo a área de fisioterapia e engenharia. Os procedimentos utilizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o número do parecer 80203/2014. **Resultados:** O artigo descreve duas apresentações gerais para o desenvolvimento do software: a descrição do cenário e a sequência, dada em passo a passo, para análise dos vídeos. Alguns métodos usados corroboram com resultados de estudos promissores na área e reafirmam a necessidade de avanços no desenvolvimento de softwares de análise dinâmica. **Conclusão:** Foi possível desenvolver um sistema de análise cinemática respiratória de forma não invasiva e a beira do leito, o que destaca a sua importância para a prática clínica neonatal.

Palavras-chave: Recém-nascidos; Fotogrametria; Medidas de volume pulmonar.

ABSTRACT

Background: *The present study aims to develop and describe a system of respiratory kinematic analysis and an algorithm sequence using MATLAB® software for the evaluation of tidal volume of newborns. This is a descriptive, multidisciplinary study conducted between August 2017 and August 2018 involving the physiotherapy and engineering area. The procedures used in this study were approved by the CEP under the number of opinion 80203/2014.* **Results:** *The article describes two general presentations for software development: the description of the scenario and the step-by-step sequence for video analysis. Some methods used corroborate the results of promising studies in the field and reaffirm the need for advances in the development of dynamic analysis software.* **Conclusion:** *It was possible to develop a system of respiratory kinematic analysis in a non-invasive way and at the bedside, which highlights its importance for neonatal clinical practice.*

Keywords: Newborns; Photogrammetry; Pulmonary volume measurements.

INTRODUÇÃO

Apesar das características morfofuncionais e biomecânicas peculiares ao recém-nascidos (RN) limitarem a mensuração não invasiva da função pulmonar a beira do leito^{1,2}, ferramentas não invasivas representam uma grande promessa de monitorização na unidade de cuidados neonatais e, atualmente tem despertado grande interesse da equipe multidisciplinar³.

A necessidade de incluir ferramentas não invasivas, independentes de procedimentos sedativos e capazes de identificar precocemente morbidades associadas ao sistema respiratório de RN através do acompanhamento da evolução clínica já foi apontada em outros estudos²⁻⁷.

Reinaux *et al*⁸ avaliaram o volume corrente (VC) em lactentes comparando um novo protocolo de mensuração na pletismografia opto-eletrônica com o pneumotacógrafo e demonstraram que o método é dinâmico, não invasivo, e permite uma avaliação tridimensional do complexo toracoabdominal, mas exige que o lactente permaneça imóvel durante a análise, o que inviabiliza a sua aplicação na assistência neonatal.

Outros métodos não invasivos já foram testados propondo mensurações de diferentes funções da mecânica respiratória de lactentes^{5,9-11}, mas nenhum desses apresenta um modelo portátil para avaliação assistencial.

Seguindo recomendações descritas no documento da American Thoracic Society (ATS) e European Respiratory Society (ERS)⁵ para testes de função pulmonar em crianças este estudo se propõe descrever o desenvolvimento de um sistema de análise cinemática respiratória e uma sequência algoritma utilizando o *software* MATLAB[®] para a avaliação do VC de recém-nascidos.

MÉTODOS

Trata-se um estudo descritivo, multidisciplinar, realizado entre agosto de 2017 à agosto de 2018 envolvendo a área de fisioterapia e engenharia. O projeto envolveu duas grandes partes: desenvolvimento de um sistema de análise cinemática respiratória utilizando o *software* MATLAB® e aplicabilidade dessa ferramenta em recém-nascidos e por isso, os procedimentos utilizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o número do parecer 80203/2014, atendendo a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e todos os pais ou responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O recrutamento de amostras foi realizado de forma não probabilística, por conveniência das admissões do hospital, mas para esta parte do estudo será apresentado apenas a primeira parte do estudo.

O desenvolvimento da sequência algoritma deu-se por meio de reuniões entre as equipes de fisioterapia e engenharia com discussões sobre a redução de erros nas coletas de dados, melhorias no cenário, aproximação dos valores pulmonares preditos e testes para otimização do tempo de execução da programação, resultando em diversas edições e testes para melhoria e finalização do *software*.

RESULTADOS

O artigo descreve duas apresentações gerais para o desenvolvimento do sistema de análise cinemática: a descrição do cenário e a sequência, dada em passo a passo, para análise dos vídeos.

Montagem do Cenário

Para a coleta dos vídeos, o cenário foi montado a partir de uma bancada fixa, a 100 cm do chão coberta por duas folhas de borracha confeccionadas em material EVA na cor preta, com 0,2 mm de espessura, 50 cm de comprimento e 40 cm de largura.

A proposta era manter o RN posicionado em supino, com membros superiores em flexão, abdução e rotação externa de cotovelo e quadris semiflexionados aproximadamente a 110° com exposição máxima da região toracoabdominal. Para delimitar a área toracoabdominal, marcadores adesivos foram alocados na altura das espinhas ilíacas ântero-superiores; nível do apêndice xifóide, e nível da incisura jugular do manúbrio esternal, projetado lateralmente, como demonstra o traçado final apresentado por diversos autores¹²⁻¹⁴.

As cirtometrias axilar, torácica e abdominal foram medidas utilizando fita métrica não distensível de acordo com o Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria¹⁵.

Outros dados coletados como sexo, comprimento e idade gestacional foram coletados dos prontuários e o peso foi medido através de uma balança eletrônica pediátrica, marca Welmy, modelo 109-E, disponibilizada pelo hospital.

Filmagem dos RN

Os RN foram filmados por 2 minutos através de uma câmera digital da marca Sony Cyber-shot DSC-H20 10.1 Megapixels posicionada em um tripé para fixação com altura estabelecida de 100 cm. Durante o experimento três avaliadores participaram das coletas. O primeiro posicionado ao nível da região cefálica do RN, garantindo um posicionamento correto e cobrindo essa região com a utilização de luvas pretas. O segundo posicionado ao nível da região podálica, garantindo um posicionamento do quadril maior que 90° e evitando que os membros inferiores entrassem em contato com o abdome. O terceiro no comando da câmera para a realização dos vídeos, como demonstra a figura 1.

Os vídeos foram analisados pelo *software* MATLAB[®] por um pesquisador cego aos dados da amostra.

Software de avaliação cinemática

Uma análise individual foi realizada para cada vídeo coletado de acordo com a descrição abaixo:

1º etapa

Cada vídeo foi extraído para o *software* MATLAB[®] e a partir desse passo o processamento foi realizado por meio da seletividade na marcação dos marcadores para identificação dos limites, em altura, largura e diâmetro, de cada compartimento envolvido na avaliação pulmonar.

2º etapa

Após a análise dos marcadores, o *software* prosseguiu com a diferenciação do cenário e componentes adicionais, como as mãos dos avaliadores, enfatizando apenas as partes do corpo do RN que seriam úteis para a avaliação específica. Os aspectos descritos acima foram fundamentais para a diferenciação dos compartimentos e cálculo das áreas pelo programa durante a análise do vídeo.

3º etapa

Nesse momento da avaliação, o *software* solicita ao avaliador que observe a precisão do contorno binário quanto aos 3 marcadores. E, caso seja necessário otimizar o contorno, que o mesmo seja feito para manter a confiabilidade da diferenciação de cada componente do cenário, assim como está demarcado na figura 2A.

4º etapa

Dando continuidade à confirmação dos extremos do compartimento toracoabdominal, o *software* solicita uma nova análise na fase de delimitação da mesma área. A figura 2B exemplifica a posição do marcador no nível do apêndice xifóide determinando a área torácica e abdominal em distâncias de altura e largura.

5º etapa

A penúltima fase é composta pela análise real de todos os vídeos por meio das etapas executadas. Nesse momento, o *software* faz a leitura programada e posteriormente são gerados vídeos binários.

6º etapa

A última etapa se configura com a finalização da análise, seguida de importação dos vídeos para a pasta pré-estabelecida pelo avaliador. Tem-se então os dados gerados tendo como exemplo os vídeos, planilhas numéricas com média do volume corrente de cada compartimento isolado e contínuo e tempo de análise. Nessa mesma fase, também são gerados gráficos de variância de cada área a fim de reconhecer a mudança do volume corrente durante a análise do vídeo.

Ao total, 13 análises diferentes utilizando as variáveis de peso, idade gestacional (IG) e cirtometrias foram geradas para estimar o volume corrente. Para esse cálculo, empregou-se a fórmula padrão de volume ($V = \text{área da base} \times \text{altura}$) para qualquer objeto geométrico, desde que este se aproxime ao máximo da medida real. Para o presente estudo, um cilindro com base elíptica foi utilizada considerando que: a área transversal do corpo do bebê representasse a base (elipse) e a dimensão entre a superfície da bancada até o ponto máximo da região anterior toracoabdominal representasse a altura em unidade de metro de um pixel ($V = \text{área da elipse} \times \text{dimensão de um pixel}$), como representado na figura 3.

DISCUSSÃO

O desenvolvimento do *software* advém da necessidade contínua de ampliar as possibilidades de avaliação respiratória na população neonatal. Desde as décadas de 1960 a 1990 alcançamos avanços promissores nessa área de pesquisa¹⁶. Embora ainda represente um estudo descritivo, a partir dessa experiência podemos aprimorar recursos de avaliação não invasiva e acessível ao monitoramento respiratório dinâmico da prática dos profissionais.

Segundo Boundy *et al.*, é necessário que métodos alternativos de baixo custo e boa efetividade sejam criados para contribuir na avaliação neonatal, principalmente, em países de baixa e média renda¹⁷. Nesta perspectiva, outros estudos têm apresentado ferramentas não invasivas para a monitorização respiratória¹¹, porém não são passíveis de execução quando consideramos as características neonatais, acessibilidade ao leito e

recursos econômicos para avaliação, bem como a praticidade como principais alvos ao desenvolvimento de um sistema de análise cinemática direcionado.

Diversas áreas da saúde utilizam *softwares* como um pontencializador da atuação profissional na prática clínica. Em 2006, um estudo propôs elaborar um programa a ser usado prioritariamente por graduandos para realização de exame físico em recém-nascidos a termo. Nesse mesmo trabalho, já havia sido mencionada as dificuldades inerentes à criação de *softwares* e a face efêmera das diversas linguagens de programação¹⁸.

Embora saibamos que o presente estudo refere-se, de maneira geral, à população de RN a termo, o conhecimento sobre a imaturidade do sistema respiratório neonatal em diferentes idades tem a sua importância para auxiliar na avaliação, diagnóstico e resolutividade, considerando a possibilidade do desenvolvimento de pneumopatias ou outras doenças ocasionadas pela redução da ventilação¹⁹.

Com as inovações surgem as possibilidades de melhoria no manejo do recém-nascido. Por outro lado, essas conquistas podem significar desfavorecimento na monitorização da função pulmonar²⁰. Por esta razão, pesquisadores preocupam-se em manter novas perspectivas enfatizando condutas não invasivas^{21,22}.

Similar ao nosso estudo, Bentsen *et al.* compararam a função pulmonar de RN prematuros e a termo através de ferramenta não invasiva, a pletismografia por indutância eletromagnética, e os achados encontrados são associados ao sexo, IG e peso ao nascimento¹¹.

Felix *et al.*²³, apresentaram uma comparação entre dois sistemas computacionais para diagnosticar e avaliar a progressão de acometimentos em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), tendo como exemplo a hipersunflação pulmonar. A partir da aquisição de imagens específicas de recursos para detecção da patologia, como a Tomografia Computadorizada; desenvolvimento de um *software* de visão computacional e uso de outro *software* já utilizado na prática clínica de diagnóstico, podemos sintetizar o processo de comparação.

Após, ao passo dessa tríade, as imagens foram analisadas em ambos sistemas e uma ferramenta adicional foi utilizada para assegurar o processo: a máscara de cor do software desenvolvido. Essa ferramenta demonstrou fundamental importância por

diferenciar as cores das imagens em cada programa, sendo estas imprescindíveis ao diagnóstico²³.

Uma lógica semelhante foi utilizada no nosso trabalho pensando no mesmo aspecto de diferenciação dos compartimentos torácico e abdominal. Ao utilizarmos o diagrama de cores como um passo da linguagem algorítmica empregada, adicionalmente aos outros critérios de progressão de análise cinemática, obtivemos resultados análogos aos encontrados para avaliação dinâmica dos volumes e capacidades pulmonares²³.

O estudo de Ripka mostra a estruturação de um modelo equacional para estimativa de alguns volumes pulmonares a partir de um mesmo plano de variáveis, a exemplo do bidimensional (2D)²⁴. A necessidade de evolução nas dimensões das análises cinemáticas foram descritas em estudos do mesmo grupo de pesquisa autoral e a efetivação conclui-se com o desenvolvimento de um sistema para avaliação cinemática respiratória tridimensional (3D) para o mesmo fim.

Os resultados encontrados demonstram o lado promissor e inovador das evoluções tecnológicas e, ainda, a possibilidade de medição dinâmica de intervenções sobre o compartimento toracoabdominal de RN, inclusive durante manobras da fisioterapia respiratória²⁵.

Em contraponto com informações descritas acima, citamos os pontos negativos do estudo ao encontrarmos dificuldade na adaptabilidade da luminosidade e posicionamento do RN⁶. Esperamos que nosso estudo colabore para futuras pesquisas relacionados ao desenvolvimento de *softwares* com medidas simultâneas à avaliação beira leito e não invasiva.

CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver um sistema de análise cinemática respiratória em uma sequência algoritma utilizando o *software* MATLAB[®] para a avaliação do volume corrente de RN e a descrição do cenário necessário para captura das imagens demonstra que a análise pode ser realizada de forma não invasiva e a beira do leito, o que destaca a sua importância para a prática clínica neonatal.

DECLARAÇÕES

Aprovação ética e consentimento para participar

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – FACISA, Campus Santa Cruz-RN, sob o número do parecer 80203/2014.

Consentimento para publicação

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esclarecimentos

Este é um convite para seu bebê participar do projeto de pesquisa intitulado “Avaliação da mobilidade toracoabdominal em recém-nascidos através da fotogrametria computadorizada”, que é coordenado pela Profa. Dra. Silvana Alves Pereira. A autorização para a participação de seu bebê é voluntária, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade. O objetivo deste projeto de pesquisa é validar a utilização da fotografia como um recurso para medir o tamanho do tórax e do abdômen durante a respiração. Caso decida aceitar, o seu bebê será submetido (a) a uma avaliação, na sala de banho do Hospital Universitário Ana Bezerra (HUAB) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte com a ajuda de uma câmera fotográfica. Essa avaliação será não invasiva, será realizada durante o período de internação e compreenderá em fotografias repetidas com o seu bebê em posição deitado e apenas com fralda. Durante estas fotografias seu bebê será segurado pelo pesquisador deste estudo, e você poderá acompanhar todo o procedimento que terá duração de no máximo 15 minutos. Antes da fotografia, serão coletados dados do prontuário, sinais vitais do bebê e será aplicada uma manobra de fisioterapia sobre o tórax do seu bebê. Essa manobra de fisioterapia terá a duração de cinco minutos e é rotineiramente usada em bebês de mesma idade que tem indicação de fisioterapia respiratória.

Os resultados desta pesquisa poderão ser utilizados em publicações científicas ou para divulgação ao público leigo. Os riscos diretos da participação do bebê são mínimos, como o desconforto em decorrência do posicionamento em posição deitada sem o seu contato. Ele também deverá ficar sem roupa, apenas com fraldas, sobre uma bancada plana e firme o que poderá acarretar em frio e choro. Poderá se incomodar com a iluminação do ambiente, além de poder se sentir desconfortável pela temperatura das mãos do terapeuta ou até mesmo com a textura das luvas de procedimento utilizada.

Para evitar ao máximo que esses inconvenientes aconteçam, a coleta de dados será realizada em um ambiente fechado, sem interferência de ventos através de janelas ou similares, com luz artificial independente do horário, e as mãos do terapeuta serão aquecidas para diminuir o contraste de temperatura. A bancada será forrada com um tecido emborrachado do tipo EVA hipoalérgico e descartável para evitar que ele seja colocado em uma superfície desconfortável, e você poderá acompanhar todo o procedimento para que em caso de choro, ou se o bebê fizer suas necessidades fisiológicas, o mesmo receba os seus cuidados.

Em contrapartida como benefício o recém-nascido terá sua área pulmonar conferida numericamente o que poderá beneficiá-lo em prescrições futuras de fisioterapia respiratória. Além do que, a quantificação numérica individual do volume torácico e abdominal remete ao direcionamento do atendimento ainda durante a internação com prescrições que favoreçam um melhor acompanhamento do seu sistema respiratório. Compreendendo ainda um acompanhamento precoce do seu desenvolvimento pulmonar.

Durante a participação na Pesquisa, seu bebê receberá o seguinte acompanhamento e assistência: i) avaliação da mobilidade toracoabdominal e ii) caso seja detectado algum distúrbio respiratório do bebê ao longo da pesquisa, o mesmo será encaminhado ao pediatra do plantão. Você e seu bebê terão o seguinte benefício pela participação na pesquisa: avaliação da mobilidade toracoabdominal nos primeiros dias de vida; Caso desista da participação na pesquisa, esta avaliação poderá não ser realizada, com profissionais da saúde de unidades de apoio da sua região, pois é necessário um equipamento e treinamento específico de análise da fotografia chamado AUTOCAD, mas a sua desistência não lhe trará prejuízos durante ou após a sua internação. Você não terá nenhum custo adicional pela sua participação. Todas as informações obtidas serão sigilosas e o seu nome e do seu bebê não serão identificados em nenhum momento. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos e a divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar você e seu bebê. Em qualquer momento, caso seu bebê sofra algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você terá direito a indenização, sob responsabilidade dos pesquisadores. Você ficará com uma cópia deste Termo e qualquer dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para Profa. Silvana Alves Pereira, no endereço: Rua do Trairi, Praça da

Tequinha, Centro, 59200-000, Santa Cruz (RN) (setor acadêmico do Hospital Ana Bezerra).

Telefone: (84) 3291-2324 ramal 208

Dúvidas a respeito da ética dessa pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da FACISA UFRN no endereço:

Rua do Trairi, sn, Centro, 59200-000, Santa Cruz (RN)

Telefone/Fax (84)3291-6957

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável: Profa. Silvana Alves pereira.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, representante legal do menor _____, autorizo sua participação na pesquisa “Avaliação da mobilidade toracoabdominal em recém-nascidos através da fotogrametria computadorizada”. Esta autorização foi concedida após os esclarecimentos que recebi sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados, por ter entendido os riscos, desconfortos e benefícios que essa pesquisa pode trazer para ele(a) e também por ter compreendido todos os direitos que ele(a) terá como participante e eu como seu representante legal.

Autorizo, ainda, a publicação das informações fornecidas por ele(a) em congressos e/ou publicações científicas, desde que os dados apresentados não possam identifica-lo(a).

_____ (RN), _____ de _____.

Assinatura do representante legal: _____

Pesquisador responsável: Silvana Alves Pereira

Disponibilidade de dados e materiais

Os conjuntos de dados utilizados e / ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis no autor correspondente mediante solicitação razoável.

Interesses competitivos

Os autores declaram não ter interesses conflitantes

Financiamento

Os recursos financeiros necessários ao presente estudo foram de total responsabilidade da autora.

Contribuição dos autores

A autora LDCL contribuiu com a escrita do contexto, resultados, discussão e conclusão, sob a orientação constante da autora SAP. O autor ABMM realizou o desenvolvimento e descrição do software e sua respectiva análise, sob a orientação do autor DAPN. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

Agradecimentos

À Deus, por sua representação inexplicável.

À minha família, Vênis, Juarês, Priscila, Beatriz e Anne, pelo apoio e amor diário. Vocês são o motivo do meu esforço e superação.

Aos meus amigos, por todo carinho prestado nessa caminhada.

À minha orientadora, Silvana, por todo aprendizado e paciência durante a realização desse trabalho.

Aos engenheiros, Arthur, Elton e Danilo, pela contribuição e trabalho inestimável.

Aos amigos do projeto, pela ajuda nas coletas dos vídeos.

E, por fim, aos recém-nascidos e suas famílias, pela disponibilidade e participação ímpar nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Bavis RW, Mitchell GS. Long-term effects of the perinatal environment on respiratory control. *J Appl Physiol.* 2008; 104(4): 0-9.
2. Mattiello R, Mallol J, Fischer GB, Mocelin HT, Rueda B, Sarria EE. Função pulmonar de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa. *J. bras. pneumol.* 2010; 36(4): 453-459.
3. Barbosa RF, Simões e Silva AC, Silva YP. A randomized controlled trial of the laryngeal mask airway for surfactant administration in neonates. *J Pediatr (Rio J).* 2017; 93: 343-50.
4. Proietti E, Riedel T, Fuchs O, Pramana I, Singer F, Schmidt A, et al. Can infant lung function predict respiratory morbidity during the first year of life in preterm infants? *Eur Respir J.* 2014; 43(6): 1642-51. doi: 10.1183/09031936.00149213.
5. American Thoracic Society Documents. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 175: 1304-1345.
6. Marechal L, Barthod C, Jeulin JC. First characterization of the expiratory flow increase technique: method development and results analysis. *Physiol. Meas.* 2009; 30(12): 1445–1464.
7. El-Gamal YM, El-Sayed SS. Wheezing in infancy. *World Allergy Organ J.* 2011; 4(5): 85-90. doi: 10.1097/WOX.0b013e318216b41f.
8. Reinaux CM, Aliverti A, da Silva LG, da Silva RJ, Gonçalves JN, Noronha JB, et al. Tidal volume measurements in infants: Opto-electronic plethysmography versus pneumotachograph. *Pediatr Pulmonol.* 2016; 51(8): 850-7. doi: 10.1002/ppul.23394.

9. Colom AJ, TeperAM, Vollmer WM, Diette GB. Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with bronchiolitis. *Thorax*. 2006; 61(6): 503-506. doi: 10.1136 / thx.2005.044909.
10. Larsen GL, Kang JKB, Guilbert T, Morgan W. Assessing respiratory function in young children: Developmental considerations. *J allergyclinimmunol*. 2005; 115(4): 657-666. doi:10.1016/j.jaci.2004.12.1112.
11. Bentsen MH, Markestad T, Øymar K, et al. Lung function at term in extremely preterm-born infants: a regional prospective cohort study. *BMJ Open*. 2017; 7:e016868. doi:10.1136/ bmjopen-2017-016868.
12. Oliveira HB, Pereira SA, Vale BEC, Nagem DAP. Sistema de reconhecimento de imagens para avaliação do movimento toracoabdominal em recém-nascidos. *Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde*. 2016; 6 (1).
13. Guerra JIA, Nagem DAP, Moran CA, Gomes VLS, Carvalho JMC, Pereira SA. Thoracoabdominal mobility evaluation by photogrammetry in newborns after expiratory flow increase technique. *Fisioter Mov*. 2017; 30(4): 789-95.
14. Gomes DC, Filho GGF, Araujo AGF, Gomes VLS, Júnior NBM, Cavalcanti BE et al. Avaliação biofotogramétrica da mobilidade toracoabdominal de recém-nascido após fisioterapia respiratória. *Fisioterapia Brasil*. 2018; 19(1): 28-34.
15. Avaliação nutricional da criança e do adolescente – Manual de Orientação/Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia, 2009; 112.
16. Ricieri DV. E-book histórico e evolução da cinemática respiratória. *Bfg Modelling*. 2016; 6-9.

17. Boundy EO, Dastjerdi R, Spiegelman D, et al. Kangaroo Mother Care and Neonatal Outcomes: A Meta-analysis. *Pediatrics*. 2016; 137(1): e20152238.
18. Fernandes MGO, Barbosa VL, Naganuma M. Exame físico de enfermagem do recém-nascido a termo: software auto-instrucional. *Rev Latino-am Enfermagem*. 2006; 14(2): 243-50.
19. Piscocya MDBV, Annes ALM, Silva GAA, Silva RM. Displasia broncopulmonar - Definição, fisiopatologia e tratamento: Revisão da literatura. *Revista Inova Saúde*. 2017; 6(1): 93-106. doi: 10.18616/is.v6i1.2746.
20. Schmölzer GM, Kumar M, Pichler G, Aziz K, O'Reilly M, Cheung PY. Non-invasive *versus* invasive respiratory support in preterm infants at birth: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2013;347:f5980.
21. Blennow M, Bohlin K. Surfactant and noninvasive ventilation. *Neonatology*. 2015; 107: 330-6.
22. Dargaville PA. Administering surfactant without intubation --- what does the laryngeal mask offer us? *J Pediatr (Rio J)*. 2017; 93: 313-6.
23. Felix JH, Cortez PC, Costa RC, Fortaleza SC, Pereira ED, Holanda MA. Computer-assisted evaluation of pulmonary emphysema in CT scans: comparison between a locally developed system and a freeware system. *J Bras Pneumol*. 2009; 35(9): 868-76.
24. Ripka W, Ripka W, Ulbricht L, Schneider B, Ricieri DV. Análise cinemática 2D do movimento respiratório toracoabdominal em escolares de 8-12 anos: medidas de expansibilidade, determinação de padrão muscular ventilatório e estimativa de volumes máximos inspirados. *Research gate*. 2013.

25. Marechal L, Barthod C, Jeulin JC. First characterization of the expiratory flow increase technique: method development and results analysis. *Physiol Meas.* 2009; 30(12): 1445-64. doi: 10.1088 / 0967-3334 / 30/12/011.
26. Alves PC, Gardenghi. A posição prona e recrutamento alveolar em pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo: panorama em 2017. *Revista Eletrônica Saúde e Ciência.* 2017; 8(1): 35-43. ISSN: 2238-4111.

FIGURAS

Figura 1

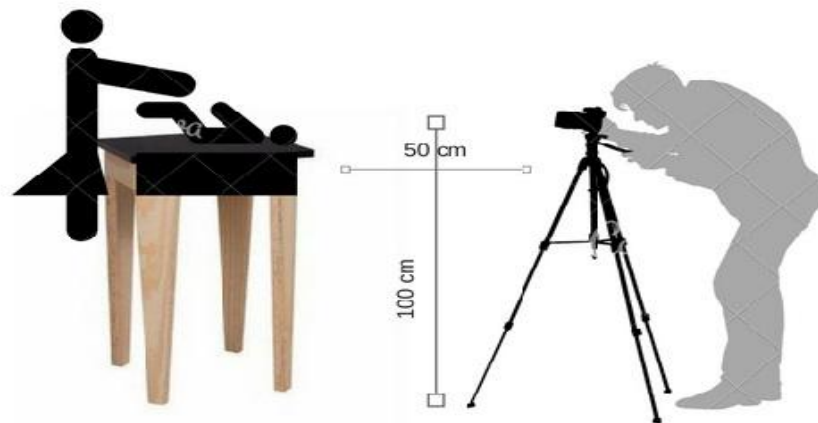


Figura 1: Apresentação do cenário utilizado para a coleta dos vídeos.

Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 2

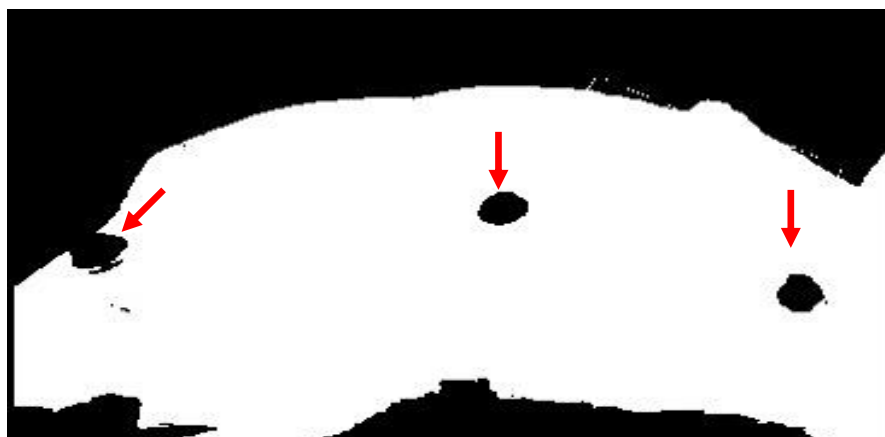


Figura 2A: Identificação binária dos marcadores e cenário.

Fonte: arquivo pessoal da autora.

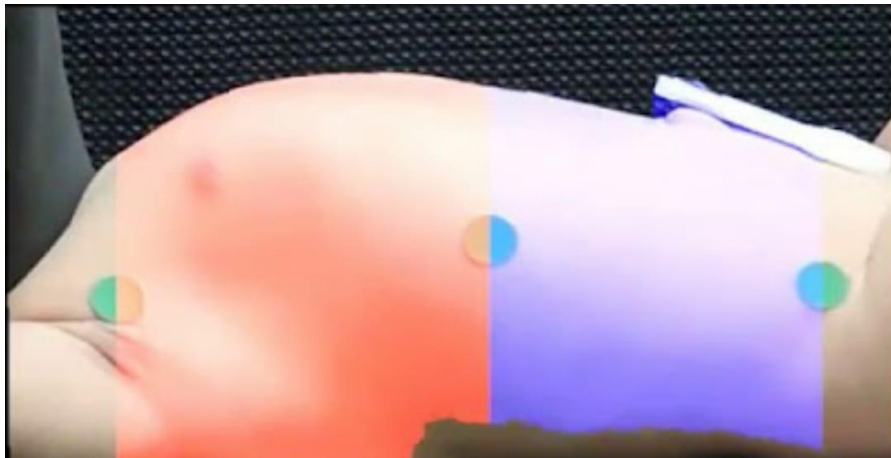


Figura 2B: Identificação dos compartimentos torácico e abdominal.

Fonte: arquivo pessoal da autora.

Figura 3

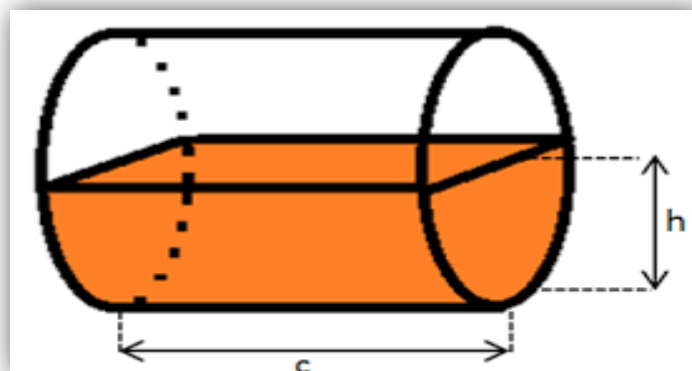


Figura 3: Cilindro com base elíptica

Fonte: Google imagens

REGRAS PARA FORMATAÇÃO DO ARTIGO, SEGUNDO AS NORMAS DA REVISTA BIOMEDICAL ENGINEERING ONLINE:

Title page

The title page should:

- present a title that includes, if appropriate, the study design

- list the full names, institutional addresses and email addresses for all authors
 - if a collaboration group should be listed as an author, please list the Group name as an author. If you would like the names of the individual members of the Group to be searchable through their individual PubMed records, please include this information in the “Acknowledgements” section in accordance with the instructions below
- indicate the corresponding author

Abstract

The Abstract should not exceed 350 words. Please minimize the use of abbreviations and do not cite references in the abstract. The abstract must include the following separate sections:

- **Background:** the context and purpose of the study
- **Results:** the main findings
- **Conclusions:** a brief summary and potential implications

Keywords

Three to ten keywords representing the main content of the article.

Background

The Background section should explain the background to the study, its aims, a summary of the existing literature and why this study was necessary.

Results

This should include the findings of the study including, if appropriate, results of statistical analysis which must be included either in the text or as tables and figures.

Discussion

For research articles this section should discuss the implications of the findings in context of existing research and highlight limitations of the study. For study protocols and methodology manuscripts this section should include a discussion of any practical

or operational issues involved in performing the study and any issues not covered in other sections.

Conclusions

This should state clearly the main conclusions and provide an explanation of the importance and relevance of the study to the field.

Methods

The methods section should include:

- the aim, design and setting of the study
- the characteristics of participants or description of materials
- a clear description of all processes, interventions and comparisons. Generic names should generally be used. When proprietary brands are used in research, include the brand names in parentheses
- the type of statistical analysis used, including a power calculation if appropriate

List of abbreviations

If abbreviations are used in the text they should be defined in the text at first use, and a list of abbreviations can be provided.

Declarations

All manuscripts must contain the following sections under the heading 'Declarations':

- Ethics approval and consent to participate
- Consent for publication
- Availability of data and material
- Competing interests
- Funding
- Authors' contributions
- Acknowledgements

- Authors' information (optional)

Please see below for details on the information to be included in these sections.

If any of the sections are not relevant to your manuscript, please include the heading and write 'Not applicable' for that section.

Ethics approval and consent to participate

Manuscripts reporting studies involving human participants, human data or human tissue must:

- include a statement on ethics approval and consent (even where the need for approval was waived)
- include the name of the ethics committee that approved the study and the committee's reference number if appropriate

Studies involving animals must include a statement on ethics approval.

See our [editorial policies](#) for more information.

If your manuscript does not report on or involve the use of any animal or human data or tissue, please state “Not applicable” in this section.

Consent for publication

If your manuscript contains any individual person's data in any form (including any individual details, images or videos), consent for publication must be obtained from that person, or in the case of children, their parent or legal guardian. All presentations of case reports must have consent for publication.

You can use your institutional consent form or our [consent form](#) if you prefer. You should not send the form to us on submission, but we may request to see a copy at any stage (including after publication).

See our [editorial policies](#) for more information on consent for publication.

If your manuscript does not contain data from any individual person, please state “Not applicable” in this section.

Availability of data and materials

All manuscripts must include an ‘Availability of data and materials’ statement. Data availability statements should include information on where data supporting the results reported in the article can be found including, where applicable, hyperlinks to publicly archived datasets analysed or generated during the study. By data we mean the minimal dataset that would be necessary to interpret, replicate and build upon the findings reported in the article. We recognise it is not always possible to share research data publicly, for instance when individual privacy could be compromised, and in such instances data availability should still be stated in the manuscript along with any conditions for access.

Data availability statements can take one of the following forms (or a combination of more than one if required for multiple datasets):

- The datasets generated and/or analysed during the current study are available in the [NAME] repository, [PERSISTENT WEB LINK TO DATASETS]
- The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.
- All data generated or analysed during this study are included in this published article [and its supplementary information files].
- The datasets generated and/or analysed during the current study are not publicly available due [REASON WHY DATA ARE NOT PUBLIC] but are available from the corresponding author on reasonable request.
- Data sharing is not applicable to this article as no datasets were generated or analysed during the current study.
- The data that support the findings of this study are available from [third party name] but restrictions apply to the availability of these data, which were used under license for the current study, and so are not publicly available. Data are

however available from the authors upon reasonable request and with permission of [third party name].

- Not applicable. If your manuscript does not contain any data, please state 'Not applicable' in this section.

More examples of template data availability statements, which include examples of openly available and restricted access datasets, are available [here](#).

BioMed Central also requires that authors cite any publicly available data on which the conclusions of the paper rely in the manuscript. Data citations should include a persistent identifier (such as a DOI) and should ideally be included in the reference list. Citations of datasets, when they appear in the reference list, should include the minimum information recommended by DataCite and follow journal style. Dataset identifiers including DOIs should be expressed as full URLs. For example: Hao Z, AghaKouchak A, Nakhjiri N, Farahmand A. Global integrated drought monitoring and prediction system (GIDMaPS) data sets. figshare. 2014. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.853801>

With the corresponding text in the Availability of data and materials statement:

The datasets generated during and/or analysed during the current study are available in the [NAME] repository, [PERSISTENT WEB LINK TO DATASETS].^[Reference number]

Competing interests

All financial and non-financial competing interests must be declared in this section.

See our [editorial policies](#) for a full explanation of competing interests. If you are unsure whether you or any of your co-authors have a competing interest please contact the editorial office.

Please use the authors initials to refer to each authors' competing interests in this section.

If you do not have any competing interests, please state "The authors declare that they have no competing interests" in this section.

Funding

All sources of funding for the research reported should be declared. The role of the funding body in the design of the study and collection, analysis, and interpretation of data and in writing the manuscript should be declared.

Authors' contributions

The individual contributions of authors to the manuscript should be specified in this section. Guidance and criteria for authorship can be found in our [editorial policies](#).

Please use initials to refer to each author's contribution in this section, for example: "FC analyzed and interpreted the patient data regarding the hematological disease and the transplant. RH performed the histological examination of the kidney, and was a major contributor in writing the manuscript. All authors read and approved the final manuscript."

Acknowledgements

Please acknowledge anyone who contributed towards the article who does not meet the criteria for authorship including anyone who provided professional writing services or materials.

Authors should obtain permission to acknowledge from all those mentioned in the Acknowledgements section.

See our [editorial policies](#) for a full explanation of acknowledgements and authorship criteria.

If you do not have anyone to acknowledge, please write "Not applicable" in this section.

Group authorship (for manuscripts involving a collaboration group): if you would like the names of the individual members of a collaboration Group to be searchable through their individual PubMed records, please ensure that the title of the collaboration Group is included on the title page and in the submission system and also include collaborating author names as the last paragraph of the "Acknowledgements" section. Please add

authors in the format First Name, Middle initial(s) (optional), Last Name. You can add institution or country information for each author if you wish, but this should be consistent across all authors.

Please note that individual names may not be present in the PubMed record at the time a published article is initially included in PubMed as it takes PubMed additional time to code this information.

Authors' information

This section is optional.

You may choose to use this section to include any relevant information about the author(s) that may aid the reader's interpretation of the article, and understand the standpoint of the author(s). This may include details about the authors' qualifications, current positions they hold at institutions or societies, or any other relevant background information. Please refer to authors using their initials. Note this section should not be used to describe any competing interests.

Endnotes

Endnotes should be designated within the text using a superscript lowercase letter and all notes (along with their corresponding letter) should be included in the Endnotes section. Please format this section in a paragraph rather than a list.

References

Examples of the Vancouver reference style are shown below.

See our [editorial policies](#) for author guidance on good citation practice

Web links and URLs: All web links and URLs, including links to the authors' own websites, should be given a reference number and included in the reference list rather than within the text of the manuscript. They should be provided in full, including both the title of the site and the URL, as well as the date the site was accessed, in the

following format: The Mouse Tumor Biology Database. <http://tumor.informatics.jax.org/mtbwi/index.do>. Accessed 20 May 2013. If an author or group of authors can clearly be associated with a web link, such as for weblogs, then they should be included in the reference.

Figures, tables and additional files

See [General formatting guidelines](#) for information on how to format figures, tables and additional files.