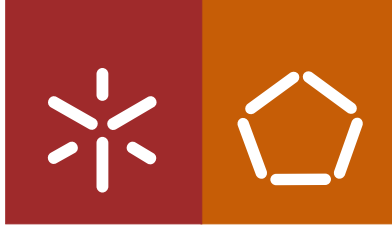


**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Hugo Manuel Peixoto Gomes

**Apoio ao diagnóstico das articulações  
coxofemorais para despiste de displasia  
congénita da anca**



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Hugo Manuel Peixoto Gomes

**Apoio ao diagnóstico das articulações  
coxofemorais para despiste de displasia  
congénita da anca**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica  
Ramo de Informática Médica

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Doutor Victor Alves**  
e do  
**Doutor Paulo Brandão**

outubro de 2014

## DECLARAÇÃO

Nome: Hugo Manuel Peixoto Gomes

Título dissertação: Apoio ao diagnóstico das articulações coxo-femorais para despiste de displasia congénita da anca

Orientador: Doutor Victor Alves

Orientador: Doutor Paulo Brandão

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Ramo de Informática Médica

Escola: de Engenharia

Departamento: de Informática

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA DISSERTAÇÃO

Universidade do Minho, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

# AGRADECIMENTOS

**“You can never cross the ocean until you have the courage to lose sight of the shore.”**

- Christopher Columbus

A vida é um mar turbulento de coisas boas e outras más, saber viver é saber como navegar por entre elas e não deixar o barco afundar. Um enorme obrigado a todos que me ajudaram e que, apesar do mar ter sido difícil de navegar, não deixaram o meu barco afundar.

# RESUMO

A displasia congénita da anca é uma doença esquelética congénita comum em recém nascidos. O seu diagnóstico é importante para evitar complicações tardias no crescimento e locomoção. Por ser um exame tão complexo e de grande responsabilidade, os diagnósticos feitos pelos profissionais são muitas vezes associados a um grau elevado de incerteza na decisão, provocando receio na realização de exames do género. Os atos complementares de diagnóstico, neste caso a construção de ferramentas de apoio, são sem dúvida o maior passo para reduzir ou eliminar este problema. Desta forma, com profissionais mais instruídos, consegue-se um diagnóstico mais seguro e fiável.

São apresentadas recomendações para a realização do exame, englobando parâmetros como a realização do exame clínico, do exame de ecografia e da leitura de imagens de ecografia. As imagens de ecografia têm imenso ruído e para permitir um melhor processamento foram experimentadas operações básicas de processamento de imagem. É também proposto um relatório normalizado para este exame. O benefício da implementação do relatório é a sua ligação ao sistema de machine learning em que informações colocadas nos campos de preenchimento do relatório seriam transformadas em metainformação das imagens de ecografia guardadas também no relatório, funcionando como a alimentação do sistema. Este sistema permitiria avaliar e classificar imagens de ecografia de um exame às articulações coxo-femorais. Para além destas ferramentas descritas, é proposto uma para otimizar em termos práticos o exame - um sistema de comandos por voz com ligação ao ecógrafo para que o profissional não tenha de desviar a atenção para carregar num simples botão do ecógrafo para assinalar frames essenciais para o diagnóstico.

A adoção de ferramentas de apoio ao diagnóstico da displasia congénita da anca que permitam melhorar a prestação dos cuidados de saúde é uma necessidade. As ferramentas apresentadas são um contributo e representam o início de novas abordagens ao despiste desta anomalia.

Diagnosis support of coxofemoral joints for evidence of congenital hip dysplasia

## *ABSTRACT*

Congenital Hip Dysplasia is a common skeletal congenital disease in newborns. Its diagnosis is important to avoid late complications in growth and mobility. Due to such complexity and responsibility demand in the examination, diagnoses made by professionals are often associated with a high level of uncertainty in decision, causing apprehension in performing examinations of this kind. Complementary acts of diagnosis, in this case the development of aiding tools, are undoubtedly the biggest step to reduce or eliminate this problem. This way, with more instructed professionals, it is possible to achieve a safer and more reliable diagnosis.

Recommendations to the examination are suggested, which enclose factors as clinical examination, hip ultrasound and the interpretation of the ultrasound images. The creation of standardized reports for this examination is also suggested. Considering high presence of noise in ultrasound scans, and in order to attain better processing, basic image processing operations were tested. The benefit of using a report is its connection to the machine learning system, in which data and images in the report fields would be used as the entrance instances of a machine learning system using supervised learning. This would allow the evaluation and classification of ultrasound images in an examination of coxofemoral joints. In addition to the described tools, one is suggested to optimize the examination in practical terms – a voice command system connected to the ultrasound machine, allowing the professional not to divert the attention pressing a button located in the machine to capture the essential frames to the diagnosis.

Adopting congenital hip dysplasia diagnosis support tools that provide healthcare improvement is a need. The presented tools are a contribution and represent the beginning of a new approach to the screening of this anomaly.

# ÍNDICE

Resumo.....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tabelas .....	viii
Lista de Programas.....	ix
Notação e Acrónimos .....	ix
Capítulo 1 Introdução.....	1
1.1 Revolução da Informação na Medicina .....	2
1.2 Atos Complementares de Diagnóstico .....	3
1.3 O Problema .....	5
1.4 Objetivos.....	5
1.5 Metodologia de Investigação.....	6
1.6 Organização do Documento .....	6
Capítulo 2 Displasia Congénita da Anca .....	8
2.1 Displasia Congénita da Anca .....	9
2.1.1 História.....	9
2.1.2 Caraterização.....	10
Capítulo 3 Diagnóstico por Exame Clínico.....	13
3.1 Introdução.....	14
3.2 Manobras Clínicas para o Diagnóstico.....	15
3.2.1 Manobra de Ortolani .....	15
3.2.2 Manobra de Barlow .....	15
Capítulo 4 Diagnóstico por Ecografia .....	17
4.1 Introdução.....	18
4.2 Exame de Ecografia .....	18
4.3 Classificação e Diagnóstico da DCA por Ecografia.....	20
4.4 Recomendações Atuais para o Exame de Diagnóstico por Ecografia .....	23

4.4.1 AIUM - Practice Guideline for the Performance of an Ultrasound Examination for Detection and Assessment of Developmental Dysplasia of the Hip .....	23
4.4.2 European Society Paediatric Radiology's Task force group on DDH – Recommendations on hip screening .....	26
4.4.1 Diagnóstico da Displasia Congénita da Anca – Exame Clínico Vs. Exame por Ecografia .....	28
<b>Capítulo 5 Recomendações de Apoio ao Exame para o Diagnóstico da Displasia Congénita da Anca .....</b>	<b>31</b>
<b>5.1 Introdução.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Vantagens e Desvantagens do uso de Guias Clínicas .....</b>	<b>32</b>
<b>5.3 Recomendações de Apoio ao Diagnóstico da Displasia Congénita da Anca .....</b>	<b>33</b>
5.3.1 Parâmetros Gerais .....	33
5.3.2 Informação para os Pais .....	34
5.3.3 Preparação do Exame .....	34
5.3.4 Realização do exame Clínico .....	34
5.3.5 Realização do Exame de Ecografia .....	34
5.3.6 Interpretação das Imagens de Ecografia .....	34
<b>5.4 Relatório do Exame de Diagnóstico .....</b>	<b>35</b>
5.4.1 Secção 1 – Informação do Paciente .....	35
5.4.2 Secção 2 – Exame Clínico.....	36
5.4.3 Secção 3 – Exame de Ecografia .....	36
5.4.4 Secção 4 – Outras Observações.....	37
<b>Capítulo 6 Sistema de Avaliação e Classificação de Imagens de Ecografia .....</b>	<b>38</b>
<b>6.1 Introdução.....</b>	<b>39</b>
6.1.1 Machine Learning .....	39
<b>6.2 Sistema de Avaliação e Classificação de Imagens de Ecografia .....</b>	<b>40</b>
<b>6.3 Processamento Básico de Imagens de Ecografia .....</b>	<b>42</b>
<b>6.4 Recolha Automatizada de Frames do Ecógrafo.....</b>	<b>45</b>
<b>Capítulo 7 Conclusões .....</b>	<b>46</b>
Sinopse .....	47
<b>7.1 Contribuições.....</b>	<b>48</b>
<b>7.2 Resultados e conclusões.....</b>	<b>48</b>
<b>Referências.....</b>	<b>49</b>



# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frequência relativa (%) de utilização de cada um dos meios complementares de diagnóstico e terapêutica efetuados no ano de 2008 em Portugal [3].....	4
Figura 2 - Ilustração da localização da linha de Shenton [22].....	11
Figura 3 – Manobra de Ortolani A-B; Manobra de Barlow C-D [11].....	15
Figura 4 - Imagens de ecografia na vista coronal de Graf com classificação de Rosendahl: a - normal, b - imatura, c - displasia moderada e d - displasia severa [9]. .....	19
Figura 5 - Imagens de ecografia da anca de recém-nascidos com recurso a uma manobra modificada de Barlow e com a seguinte classificação: a) estável, b) instável, c) deslocável e d) deslocada [9]. .....	20
Figura 6 - Representação simplificada da segmentação da articulação coxo-femoral na vista coronal.....	21
Figura 6 — Ilustração do plano coronal de uma anca [33].....	25
Figura 7 - Relatório do exame de diagnóstico apresentado na guia clínica da <i>European Society Paediatric Radiology</i> [34].....	27
Figura 8 - Algoritmo de execução do exame na guia clínica da <i>European Society Paediatric Radiology</i> [34].....	28
Figura 10 - Representação simplificada em fluxograma das recomendações para a realização do exame de diagnóstico da displasia congénita da anca.....	35
Figura 11 - Ilustração da relação entre o relatório e o sistema de <i>machine learning</i> . .....	40
Figura 15 - Modelo simplificado do funcionamento do sistema de <i>machine learning</i> . .....	42
Figura 13 - Imagem de ecografia de uma anca normal de um recém-nascido usada para os testes.....	43
Figura 14 - Resultados da aplicação do Código 1 para um conjunto aceitável dos 3 parâmetros. ....	44
Figura 15 - Resultados da aplicação do Código 1 mantendo os mesmos valores de erosão e dilatação da Figura 13 e diminuindo o valor de <i>threshold</i> .....	44

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela dos preços dos MCDTs a 1 de abril de 2014 para a ecografia de partes moles .....	4
Tabela 2 - Fatores de risco estudados em crianças com displasia congénita da anca [8].....	12
Tabela 3 - Achados clínicos e por ecografia em crianças para despiste de DCA.....	22
Tabela 4 - Classificação da DCA [22] .....	21

# LISTA DE PROGRAMAS

Programa 1 - Implementação das operações de variação de *threshold*, erosão e dilatação..... 44

## NOTAÇÃO E ACRÓNIMOS

### NOTAÇÃO GERAL

A notação ao longo do documento segue a seguinte convenção:

- **Texto em itálico** – para palavras em língua estrangeira (e.g., Inglês, Latim, Francês), equações e fórmulas matemáticas. Também utilizado para dar ênfase a um determinado termo ou expressão e para destacar nomes próprios.

A presente dissertação foi elaborada ao abrigo do novo acordo ortográfico.

### ACRÓNIMOS

#### A

AAMC *Association of American Medical Colleges*

ACD Ato Complementar de Diagnóstico

#### D

DCA Displasia Congénita da Anca

#### M

MCDT Meio Complementar de Diagnóstico e Terapêutica

#### S

SNS Serviço Nacional de Saúde

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

## 1.1 REVOLUÇÃO DA INFORMAÇÃO NA MEDICINA

Depois de os cientistas terem desenvolvido os primeiros computadores na década de 40, a sociedade percebeu que estas máquinas serviriam, no futuro, como dispositivos quotidianos, ajudando em cálculos e na consulta de informação. Na década seguinte, os físicos e outros profissionais de saúde começaram a ouvir falar de efeitos dramáticos que tais tecnologias teriam na prática clínica. A estas predições iniciais, seguiram-se mais de seis décadas de avanços na computação e muitas das profecias tinham-se concretizado. Hodiernamente, histórias e notícias sobre a Revolução da Informação e *big data* preenchem os jornais e revistas e as crianças de hoje, adultos de amanhã, mostram uma habilidade surpreendente na utilização de dispositivos eletrónicos como computadores e *smartphones*, fazendo destes, ferramentas do dia a dia para o estudo e entretenimento [1].

Da mesma forma, a prática médica foi invadida por estes dispositivos eletrónicos. Os enormes avanços tecnológicos das últimas três décadas – computadores pessoais e interfaces gráficas, novos métodos para interação humano-computador, inovações no armazenamento massivo de dados (tanto localmente como na *cloud*), dispositivos móveis, ferramentas e aparelhos de monitorização de saúde pessoal, a Internet, comunicações sem fios – combinaram-se de tal forma que se tornou indispensável o uso de computadores por todos os profissionais de saúde. Um novo mundo vive já connosco, mas a sua maior influência ainda está para vir [1].

Atualmente, é difícil imaginar que os primeiros computadores pessoais foram introduzidos no final da década de 70; as redes de área local estão disponíveis desde os 80's; a *World Wide Web* não é mais antiga que desde os inícios da década de 90; os *smartphones*, as redes sociais, a comunicação sem fios são ainda mais recentes. A velocidade estonteante da mudança, combinada com as alterações igualmente dominantes e revolucionárias em quase todos os sistemas internacionais de cuidados de saúde, torna difícil para a prática médica acompanhar todas as questões ao mesmo tempo. Apesar disso, muitos observadores acreditam que planejar os cuidados de saúde nas próximas décadas, requer um entendimento profundo do papel que a tecnologia de informação terá nos mesmos [1].

Segundo a *Association of American Medical Colleges* (AAMC), informática médica é uma área do conhecimento que visa o desenvolvimento de um conjunto de técnicas para a organização e manipulação da informação para apoiar a investigação e prática médica, educação e cuidados dos pacientes. É aqui que a ciência médica se encontra com as tecnologias e áreas das ciências de informação e computação,

proporcionando metodologias que servem de contributo para uma utilização apropriada do conhecimento médico e cuidados de saúde.

Segundo Enrico Colera, Informática médica está tão relacionada com computadores como cardiologia está com os estetoscópios. Para quem estuda a aplicação das tecnologias de informação na medicina, a década passada consistiu numa lição indispensável. Qualquer tentativa de usar tecnologias de informação falhará dramaticamente quando a motivação é a aplicação de tecnologia com o único intuito de a aplicar, em vez de solucionar problemas clínicos. O papel das ciências de informação na medicina continua a crescer e, nos últimos anos, a informática tem-se vindo a direccionar para as práticas clínicas mais comuns. A abrangência deste campo é, contudo, enorme. A informática tem a sua aplicação na criação de sistemas de apoio à decisão, no desenvolvimento de ferramentas computadorizadas de pesquisa e no estudo da essência mais pura da medicina: o seu *corpus* de conhecimento. O estudo da informática no próximo século será provavelmente tão fundamental à prática da medicina, como foi neste século o estudo da anatomia [2].

## **1.2 ATOS COMPLEMENTARES DE DIAGNÓSTICO**

Segundo a Portaria n.º306-A/2011 do Diário da República, compreende-se como Ato Complementar de Diagnóstico, os exames ou testes que fornecem informação necessária ao estabelecimento de um diagnóstico. Estes exames têm uma elevada importância por apoiarem o diagnóstico e fornecerem mais certeza quando a dúvida impera numa avaliação médica.

Existem outros nomes como Meio Complementar de Diagnóstico (MCD), Exame Auxiliar de Diagnóstico (EAD) ou Meio Auxiliar de Diagnóstico (MAD). Para além dos ACD, existem também MCDT (Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica), MCT (Meios Complementares de Terapêutica). Por se tratar apenas de uma metodologia de suporte à decisão médica, o termo aplicado é ACD.

Num relatório de 2008 sobre elementos estatísticos da Saúde em Portugal, a ecografia, com 25.2%, representa uma grande fatia dos MCDT realizados. Esta informação está representada na Figura 1.

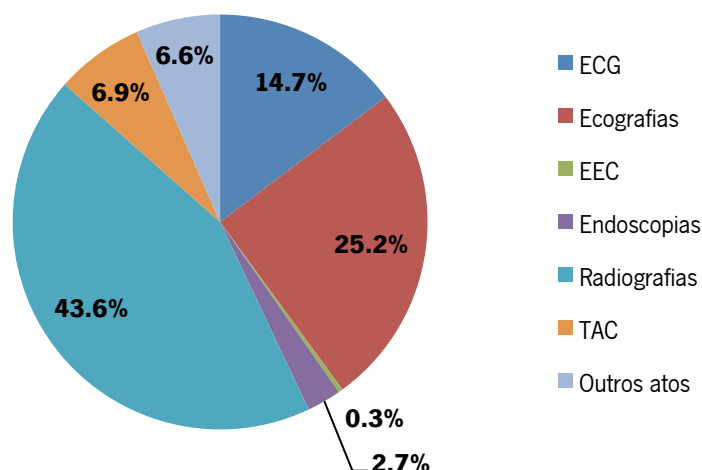


Figura 1 - Frequência relativa (%) de utilização de cada um dos meios complementares de diagnóstico e terapêutica efetuados no ano de 2008 em Portugal [3].

O aparecimento de novos instrumentos de apoio à prática médica tem por base uma evolução tecnológica que tem ocorrido ao longo dos últimos anos. Assim, os ACD são uma importante ferramenta na prestação de cuidados de saúde pois trazem mais certeza onde, por vezes, o conhecimento médico não é suficiente para obter um diagnóstico fiável ou fundamentado. Esta evolução leva a uma maior dependência destes meios por parte dos médicos no processo de diagnóstico, tendo como consequência um aumento do número de exames, bem como da sua qualidade. Tudo isto conduz a um aumento dos custos na área da saúde.

Segundo a informação da Tabela 1, retirada da lista de MCDTs convencionados de 1 de abril de 2014, a ecografia de partes moles do sistema músculo-esquelético é um exame de relativo baixo custo quer para o paciente quer para o SNS.

Tabela 1 - Tabela dos preços dos MCDTs a 1 de abril de 2014 para a ecografia de partes moles

Códigos		Nomenclatura comum OM/SNS/Convencionados	Preço	Taxa Moderadora
SNS	Conv.	Sistema músculo-esquelético		
17185	285,2	Ecografia de partes moles	9,29 €	1,80 €
17230	novo	Ecografia articular	a)	-
a) A entrada em vigor deste código, carece de elaboração de Norma de Orientação Clínica da Direcção Geral de Saúde				

### **1.3 O PROBLEMA**

A dificuldade da realização do exame de rastreio da displasia congénita da anca com um nível de segurança adequado no diagnóstico é o problema que a presente dissertação pretende ultrapassar. Estudos realizados referem que a falta de experiência do médico que realiza o exame contribui para erros de diagnóstico e, conseqüentemente, para um sentimento nos profissionais de recusa à realização do mesmo [4].

Mesmo com os avanços tecnológicos no campo da prática médica, este problema repete-se por diversas razões, quer vindas do paciente, quer do médico, quer dos equipamentos e práticas utilizadas. Atualmente, a ecografia é a técnica preferencialmente utilizada para o rastreio, porém apresenta limitações e, em conjunto com a dificuldade do exame, agrava o sentimento de receio na realização do exame.

Em suma, justifica-se o desenvolvimento de ferramentas e metodologias de apoio ao diagnóstico para o despiste de DCA para servir de acréscimo ao melhoramento da prática médica e dos cuidados de saúde. Também para evitar que pacientes com DCA passem despercebidos e mais tarde sofram com as conseqüências do não-tratamento da doença.

### **1.4 OBJETIVOS**

Este trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento e avanço dos meios complementares de diagnóstico no que concerne à displasia congénita da anca através da construção de metodologias e ferramentas que permitam obter avanços consideráveis na realização do exame com vista a diminuir os erros de diagnóstico e aumentar a fiabilidade do mesmo.

Detalhadamente, enunciam-se os seguintes objetivos:

- Contribuir para uma melhor prática médica através da introdução de novas ferramentas;
- Consciencializar os profissionais de saúde para a importância da realização deste rastreio;
- Agregar o conhecimento existente para um exame mais fiável e com informação o mais completa possível;
- Fornecer métodos de avaliação das imagens de ecografia aos profissionais de saúde para contribuir para o aumento da sua experiência;

## 1.5 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Para construir o sistema proposto no Capítulo 6, deve ser adoptada a seguinte metodologia de investigação:

- **Observação** - Análise do conhecimento existente;
- **Identificação** - Definição dos parâmetros que pesam num diagnóstico;
- **Preparação** - Preparação dos dados dos casos recolhidos para serem utilizados como treino ou teste na avaliação;
- **Modelação** - Construção de modelos de classificação;
- **Avaliação** - Utilização de métricas para quantificar o desempenho do sistema;
- **Implementação** - Após aceitação dos modelos com melhor desempenho, o sistema pode ser implementado.

## 1.6 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este documento está organizado em 7 Capítulos, para além do presente capítulo introdutório, explicam-se, de seguida, os 6 capítulos seguintes.

O Capítulo 2 introduz no presente documento a displasia congénita da anca, o seu contexto histórico, o conceito e como se caracteriza.

No Capítulo 3, é apresentado o diagnóstico da DCA com recurso a exame clínico. São exploradas as várias manobras de rastreio e apresentadas guias para a realização dos mesmos.

O Capítulo 4 aborda o rastreio da DCA através de uma técnica mais atual, a ecografia. Após um pequeno contexto histórico dos ultrassons, a ecografia das articulações coxo-femorais é descrita através dos seus parâmetros e guias de realização do exame.

Na sequência destes capítulos, o Capítulo 5 apresenta as recomendações para o exame de diagnóstico. Inicialmente, são exploradas as guias clínicas, o seu conceito, vantagens e desvantagens. Estas recomendações são uma iteração do que já foi feito nesta área, englobam aspetos de educação dos profissionais de saúde, de realização do exame clínico e do exame de ecografia e também avaliação das imagens de ecografia e, adicionalmente, relatórios médicos relativos ao exame.



No Capítulo 6 encontram-se descritas ferramentas de apoio à realização do exame, como por exemplo, um sistema de avaliação de imagens de ecografia baseado em *machine learning* e também um sistema de auxílio para o examinador fazer *freeze* da imagem de ecografia sem ter de interromper o exame. Para além das ferramentas, apresenta também experiências de processamento de imagem para tentar melhorar a qualidade da imagem de ecografia tentando não perder informação.

Finalmente, no Capítulo 7, são apresentadas as conclusões do trabalho realizado, as suas contribuições e trabalho futuro.

# CAPÍTULO 2

## DISPLASIA CONGÉNITA DA

### ANCA

## **2.1 DISPLASIA CONGÉNITA DA ANCA**

A displasia congénita da anca é uma doença esquelética congénita comum em recém nascidos. É caracterizada por uma relação anormal entre a cabeça do fémur e o acetábulo. Esta patologia pode ir desde uma displasia até a um deslocamento parcial ou total do quadril - luxação. Posteriormente, pode afetar severamente o desenvolvimento da articulação do quadril [5]. Especificamente, consiste numa deformação da articulação coxo-femoral em recém-nascidos e num deslocamento parcial ou total da cabeça do fémur do acetábulo, causando uma anatomia anormal das superfícies das articulações em desenvolvimento e um potencial deslocamento da anca [6].

O termo displasia congénita da anca tem sido o mais utilizado ao longo do tempo, porém, na última década o termo displasia de desenvolvimento da anca tornou-se no termo mais utilizado [7].

Convém referir que displasia congénita da anca difere de displasia de desenvolvimento da anca na medida em que esta última não é restrita à má formação congénita da anca mas engloba também distúrbios no desenvolvimento da anca [8].

### **2.1.1 HISTÓRIA**

Desde 400 A.C que existem referências a problemas em ancas de crianças. Nessa altura, Hipócrates (460 – 370 A.C.) descreveu estas malformações em alguns dos seus livros como “Instruments of Reduction” e “On articulations” acrescentando ainda informações para o seu diagnóstico e tratamento [7].

Em 1784, Camper constatou que esta condição era mais comum em bebés do sexo feminino e Paletta relatou, numa autópsia de 1820 a um bebé de 2 semanas, as primeiras descrições de uma anca deslocada. As décadas seguintes foram importantes no que concerne ao aparecimento de conhecimento na área. A primeira correção de uma anca deslocada data de 1836 efetuada por Pravaz [9].

Nas primeiras décadas do século XXI, Froelich of Nancy e Peltsohn defenderam diagnósticos seguidos de um tratamento, preferencialmente o mais cedo possível. Esta ideia foi reforçada por muitos outros nas décadas seguintes [9]. Le Damany apresentou um método sistemático para detetar ancas deslocadas em recém-nascidos batizando-o como “signe de ressault” [10]. Em 1937, Ortolani, um cirurgião ortopédico descreveu um teste clínico para diagnóstico de ancas deslocadas. Também identificou um som, uma espécie de estalido, apenas detetável quando uma anca é colocada de volta com sucesso para o

acetábulo durante um teste positivo para DCA. Ortolani recomendou também que o diagnóstico e tratamento devem ser iniciados o mais cedo possível. [11].

Com o intuito de conseguir um diagnóstico mais cedo possível e respectivo tratamento, exames de rotina foram introduzidos nos anos 50, exames radiológicos nos anos 70 e por fim, o exame de ecografia nos anos 80 [6].

### 2.1.2 CARATERIZAÇÃO

Os dois primeiros meses de gestação de um embrião correspondem à diferenciação de tecidos, ao passo que o tempo restante até ao nascimento corresponde ao crescimento e maturação. Num embrião, os primeiros sinais de formação de membros surgem na quarta semana gestacional e as estruturas primitivas do acetábulo e da cabeça do fémur derivam das mesmas células da mesênquima [12], [13]. Às 8 semanas de gestação, desenvolve-se uma fissura que separa aquilo que irá ser a cabeça do fémur e o acetábulo [13]. As articulações coxo-femorais e outras estruturas principais, incluindo ligamentos, chegam ao desenvolvimento completo na décima primeira semana de gestação [9]. Após o nascimento, a maior parte do acetábulo ainda é cartilaginosa. A cabeça do fémur está então alocada corretamente e firmemente no acetábulo, devido à tensão do líquido sinovial da cápsula articular, o que é difícil de desagregar em ancas normais [14], [15]. O labrum, um tecido fibrocartilaginosa que rodeia o acetábulo, continua a desenvolver-se mesmo após o nascimento [16]. Pensa-se que o principal estímulo para a forma de chávina do acetábulo e seu normal crescimento é a presença e interação da cabeça do fémur corretamente centrada no acetábulo [15]. O aparecimento da displasia congénita da anca ocorre quando o acetábulo e cabeça do fémur estão subdesenvolvidos e/ou a cápsula articular apresenta frouxidão [9].

A displasia congénita da anca é assim um dos achados patológicos mais frequentes nos exames de rotina dos recém-nascidos em que o acetábulo parece superficial e oblíquo, com uma cobertura insuficiente da cabeça do fémur [17], [18]. Esta condição leva a um aumento de carga na borda do acetábulo, podendo dar início a uma desagregação da cartilagem ou do labrum e eventualmente desenvolver osteoartrite sintomática [19], [20].

Apesar das tentativas para o diagnóstico após o nascimento, um número relativamente significativo de casos passa despercebido até à idade adulta, com uma prevalência estimada de 0,1%. Um diagnóstico tardio pode também resultar em osteoartrite em idades mais avançadas bem como os problemas de locomoção mencionados anteriormente [9] [21].

A linha de *Shenton* é uma linha imaginária desenhada ao longo do limite inferior do ramo superior do osso púbico e ao longo da fronteira inferomedial do colo do fêmur e, em condições normais, deve ser contínua e sem deformações. Na existência desta patologia, a linha de *Shenton* – exemplificada na Figura 2, encontra-se interrompida [22].



Figura 2 - Ilustração da localização da linha de Shenton [22].

#### 2.1.2.1 FATORES DE RISCO DA DISPLASIA CONGÊNITA DA ANCA

Entre as características dos pacientes que apontam para uma maior probabilidade de DCA, as que são consideradas significativas são o recém-nascido ser do género feminino, ter nascido na posição pélvica, a e a forma de envolver o bebé em cobertores e outras peças de roupa [8]. O histórico familiar é também apontado como um dos fatores de risco mais frequentes [9].

O género feminino tem vindo a ser sugerido como fator de risco da DCA e como possível explicação para tal, tem sido apontado o facto de que o estrogénio que é libertado nas mães exatamente antes do nascimento, é transferido para a criança e produz nos bebés do sexo feminino o mesmo efeito de relaxação pélvica, deste modo, o género feminino é considerado fator de risco. O parto em posição pélvica tem sido apontado como fator de risco para a DCA, no sentido em que, na postura intrauterina referida, os movimentos das pernas estão restringidos e a extensão do joelho pode esticar o tendão e, desta forma, aumentar a possibilidade de deslocação da anca. Outras características foram colocadas como possíveis fatores de risco para a DCA, tais como o primeiro parto, a presença de anomalias esqueléticas, baixo peso à nascença, parto cesariano, oligodrâmnio e prematuridade. Contudo, não são tão frequentes na sua associação com DCA quantos os aspetos anteriormente descritos [8].

As práticas tradicionais de envolver o bebé em mantas apertadas, mantêm as ancas do recém-nascido numa posição que pode causar deslocamento e uma relação anormal entre a cabeça do fémur e o

acetábulo. A associação encontrada entre esta prática e a DCA é consistente e apoia-se em resultados observados [8].

Apesar de existirem fatores de risco identificados para a displasia congênita da anca - (Tabela 2), um estudo constatou que cerca de 40% de crianças com displasia congênita da anca do estudo não apresentavam qualquer fator de risco assinalável.

Tabela 2 - Fatores de risco estudados em crianças com displasia congênita da anca [8]

Fatores de Risco	Número de crianças	Crianças com DCA	Percentagem %
Enrolar do recém-nascido em cobertores	151	32	21.19
Histórico familiar de DCA	331	22	6.64
Gênero feminino	1803	112	6.21
Parto em posição pélvica	212	19	8.96
Primeiro filho	2127	89	4.18
Cesariana	2092	71	3.39
Anomalia esquelética associada	19	1	5.26
Oligohidrânio	15	0	0
Baixo peso à nascença	253	6	2.37
Prematuridade	262	7	2.67

# CAPÍTULO 3

## DIAGNÓSTICO POR EXAME CLÍNICO

### 3.1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a prática médica acompanhou as mudanças tecnológicas que foram acontecendo no nosso mundo. Porém, estas mudanças são recentes e, anteriormente, a prática médica era baseada no que o médico conseguia retirar examinando o paciente sem avançados meios complementares de diagnóstico, já que os que existiam eram rudimentares e pouco informativos quanto à situação do paciente. Só a partir dos anos 50 é que o exame clínico desempenhou um papel crucial no diagnóstico da displasia congénita da anca [9].

Palmén estabeleceu o primeiro exame clínico da displasia congénita da anca em 1950 na Suécia, seguido de Walther e Moe em 1954 na Noruega [23] e Coleman nos Estados Unidos da América. A partir dos anos 80, a ecografia instalou-se como um meio complementar de diagnóstico [9].

A manobra de Ortolani tornou-se um marco no exame clínico da displasia congénita da anca, sendo acompanhada por outra, a manobra de Barlow – descrita por Barlow em 1962 [24]. Esta manobra procura identificar ancas deslocáveis e instáveis e é baseada no trabalho desenvolvido em 1956 por Coleman [25] e no trabalho de 1961 de Palmén [26].

Em suma, o exame clínico para a displasia congénita da anca envolve a avaliação de um paciente por um profissional e do que este consegue retirar através da aplicação e do manuseio de forças no quadril do paciente. Este tipo de exame é considerado de baixo custo quando comparado com o exame de ecografia por não necessitar do uso de máquinas nem de outros aparelhos auxiliares. Porém, não se pode apenas olhar para o custo de um diagnóstico quando este envolve a saúde e futuro de uma pessoa e se põe em risco o seu futuro. Como em qualquer exame clínico, existe uma grande variabilidade na decisão do diagnóstico devido à falta de suporte na decisão tomada, sendo que esta depende também da experiência do profissional de saúde. Desta forma, o exame clínico não é suficiente para um diagnóstico fiável e tem sido complementado por técnicas mais avançadas tecnologicamente e com melhores resultados na eficácia do diagnóstico [9] [11] [24].



## 3.2 MANOBRAS CLÍNICAS PARA O DIAGNÓSTICO

Ao longo do tempo foram surgindo formas de tentar diagnosticar a displasia congénita da anca através da avaliação das articulações coxo-femorais por um profissional. As técnicas mais relevantes são as manobras de Ortolani e de Barlow. A Figura 3 ilustra as etapas destas duas manobras de diagnóstico.

### 3.2.1 MANOBRAS DE ORTOLANI

Batizada em honra do médico pediatra italiano Marino Ortolani, a manobra de Ortolani, também apelidada de teste de Ortolani, é um procedimento de avaliação física para despiste de DCA em recém-nascidos. Consiste na flexão dos membros inferiores com posterior rotação externa para detetar a existência ou não de DCA. Caso se verifique DCA, ouve-se um estalido – sinal de Ortolani. Este teste deve ser somente repetido uma vez, caso se verifique DCA para evitar a ocorrência de lesões nas articulações [11].

### 3.2.2 MANOBRAS DE BARLOW

A manobra de Barlow é composta por duas etapas, na primeira, o recém-nascido é deitado de costas com as pernas viradas para o examinador e as ancas são fletidas até um ângulo de 90° e os joelhos são totalmente fletidos. O dedo médio de cada mão do examinador é colocado no trocânter maior e o polegar no lado interior da coxa no trocânter menor. As coxas são levadas a uma posição intermédia e é aplicada pressão atrás do trocânter maior pelo dedo médio, enquanto a outra mão tenta manter fixo o fémur e a pélvis. Se a cabeça do fémur se desloca para a frente na direção do acetábulo, então a anca está deslocada. Se não existir movimento, a cabeça do fémur não se encontra deslocada [24].

Os passos descritos anteriormente completam a primeira parte. A segunda parte do teste consiste na aplicação de pressão para a

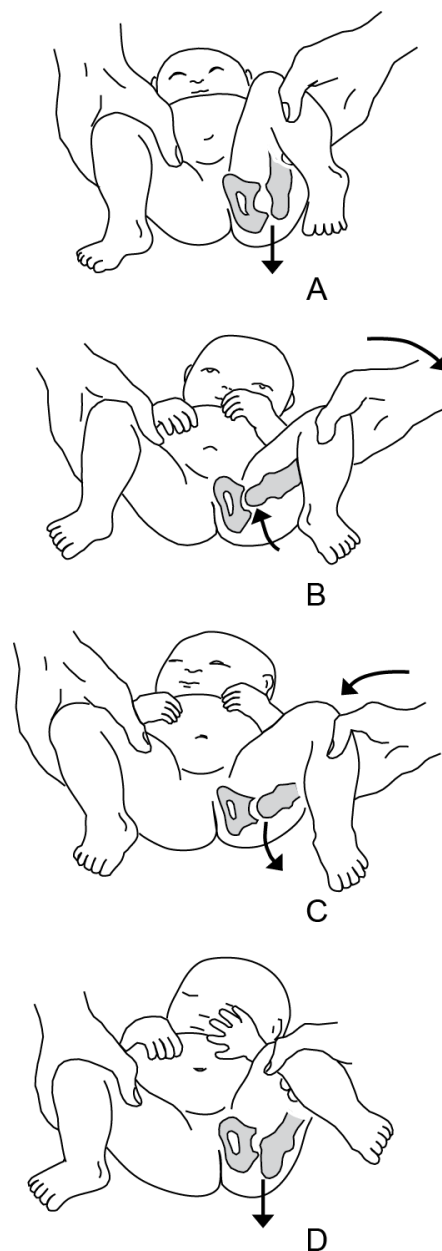


Figura 3 – Manobra de Ortolani A-B; Manobra de Barlow C-D [11].

frente e para trás com o polegar no lado interior da coxa. Se a cabeça do fêmur se desloca para além do limite posterior do acetábulo e volta ao sítio quando a pressão deixa de ser aplicada, diz-se que a anca é instável, ou seja, a anca não está deslocada mas é deslocável [24].

Barlow concluiu também que o seu teste é mais sensível que o de Ortolani para o diagnóstico da instabilidade da anca em recém-nascidos. Apenas demora alguns segundos a fazer e pode ser rapidamente ensinado a médicos, enfermeiros e parteiras. Refere ainda no seu trabalho de 1962 que um em cada 60 recém-nascidos tem instabilidade em uma ou duas ancas e que mais de 60% destes recuperam na primeira semana de vida e 88% nos dois primeiros meses. Os restantes 12% são displasias congénitas da anca e permanecem se não forem tratadas resultando numa incidência de 1.55 por 1000 recém-nascidos [24].

# CAPÍTULO 4

## DIAGNÓSTICO POR ECOGRAFIA

## 4.1 INTRODUÇÃO

A ecografia é um meio complementar de diagnóstico que utiliza a propriedade de reflexão dos ultrassons nas estruturas do organismo, isto é, existem diferentes intensidades de reflexão. Por exemplo, a água não tem qualquer capacidade refletora para os ultrassons – é considerada inócua. No entanto, algumas frequências específicas são usadas como terapêutica na fisioterapia [27].

Os ultrassons são uma forma de energia que se obtém pela transmissão de vibração mecânica através de um meio. Esta energia atravessa o meio onde é transmitida em forma de onda. É sempre necessária a existência de um meio que permita a sua transmissão, não sendo possível a sua propagação no vácuo. A sua transmissão é apenas possível através da interação das moléculas que passam a vibração de uma molécula para outra. Como os tecidos do organismo têm uma constituição molecular variada, a velocidade de propagação dos ultrassons varia, sendo possível assim obter uma imagem com diferentes zonas anatómicas identificáveis [28] [29].

A frequência de um som é medida em Hertz (Hz), ou seja, ciclos por segundo. Na medicina, são utilizadas frequências de milhões de Hz porque quanto maior é a frequência de um som, mais curto é o seu comprimento, logo a sua energia é maior [29]. A utilização de ultrassons na Medicina é bastante vulgar e amplamente utilizada. A emissão dos sinais nos tecidos humanos faz com que estes tenham diferentes reações e, por sua vez, reflitam de forma diferente o sinal para um sensor, que recolhe este sinal refletido e posteriormente o processa e o transforma em imagem. O processamento dos sinais recebidos gera um conjunto de cinzentos, em que normalmente os tons mais brancos são associados a bons refletores como estruturas ósseas e os tons mais escuros a maus refletores, estes permitem a passagem do som sem problemas, como os fluidos [30].

Para a obtenção de imagens médicas utilizam-se valores entre 1 e 30 MHz, sendo que este valor varia consoante a idade do paciente. Para uma criança, utilizam-se frequências entre 5 e 10 MHz e para um adulto estes valores são inferiores, entre 2 e 3 MHz [29].

## 4.2 EXAME DE ECOGRAFIA

A ecografia no âmbito do exame às articulações coxo-femorais como suplemento ou complemento ao despiste da DCA foi introduzida nos anos 80 por Graf [9], [31]. Este método foi melhorado nos anos

seguintes através, por exemplo, do uso de transdutores lineares de maior frequência (5-7MHz) e o uso da posição coronal para avaliação e classificação da DCA [9].

A capacidade de a ecografia de visualizar o acetábulo, a posição da cabeça do fémur e a instabilidade da anca infantil, fizeram com que a ecografia se tornasse uma ferramenta aceita no diagnóstico da displasia congénita da anca. Ao passo que a instabilidade da anca pode ser avaliada, quer num exame clínico, quer por ecografia, a componente acetabular - displasia, é detetável apenas por ecografia. A ecografia é a escolha para realizar o despiste desde o nascimento até 4/5 meses de idade. A partir desta idade a ossificação do acetábulo é suficiente para uma radiografia [9].

As Figuras 4 e 5 representam as diferentes classificações da displasia congénita da anca com recurso a ecografia e é possível perceber como a ecografia permite avaliar a presença e o grau de displasia congénita da anca.

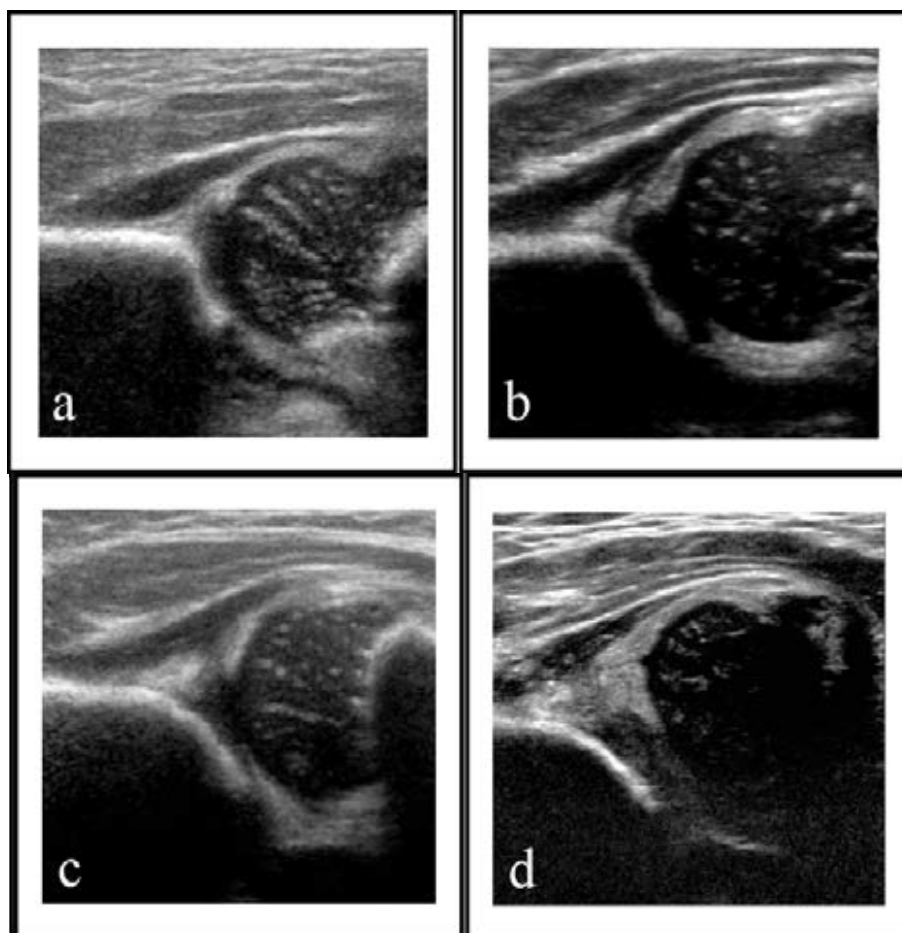


Figura 4 - Imagens de ecografia na vista coronal de Graf com classificação de Rosendahl: a - normal, b - imatura, c - displasia moderada e d - displasia severa [9].

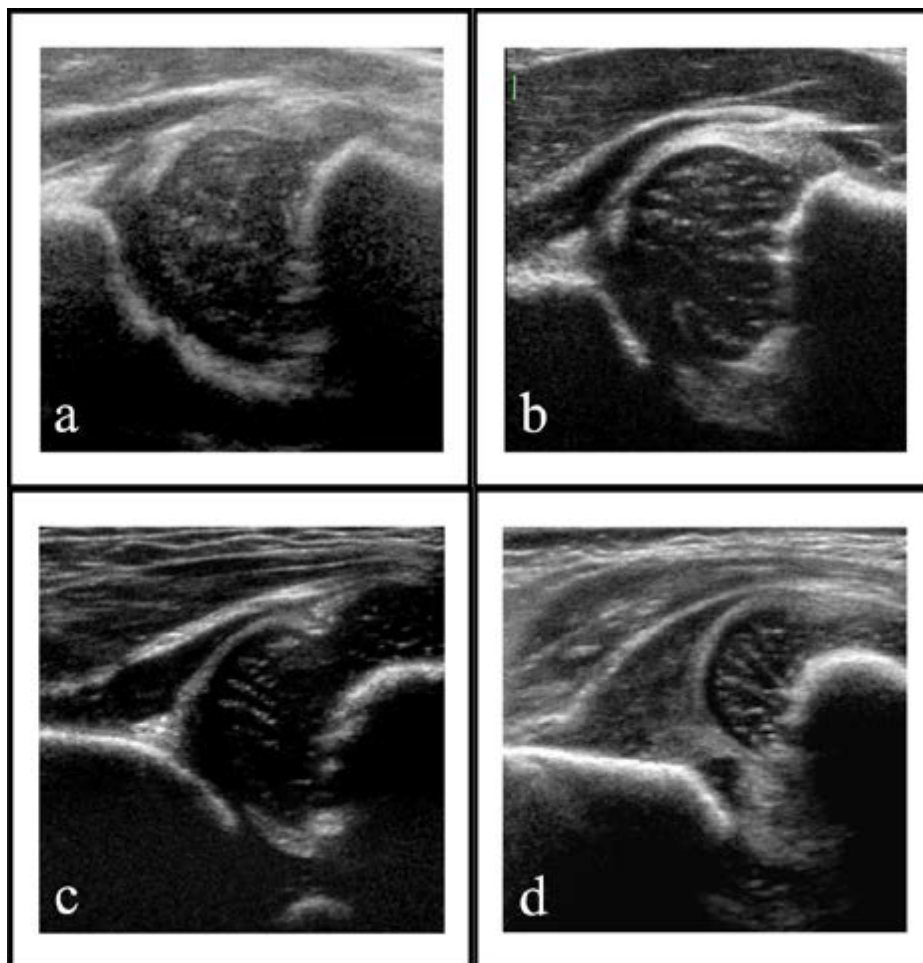


Figura 5 - Imagens de ecografia da anca de recém-nascidos com recurso a uma manobra modificada de Barlow e com a seguinte classificação: a) estável, b) instável, c) deslocável e d) deslocada [9].

### 4.3 CLASSIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA DCA POR ECOGRAFIA

Como já referido, o primeiro investigador a direcionar a sua atenção no uso da ecografia no estudo da DCA em recém-nascidos foi Graf, tendo usado esta técnica para classificar as formas de distúrbio e para planejar o tratamento. Neste método, com uma criança deitada lateralmente, são obtidas imagens coronais e medidos os ângulos alfa e beta. A avaliação da anca é feita com base nestes ângulos [8].

Na Figura 6 está representada uma simplificação da segmentação que é realizada nas imagens de ecografia e o traçado das linhas e ângulos que permitem a classificação de Graf.

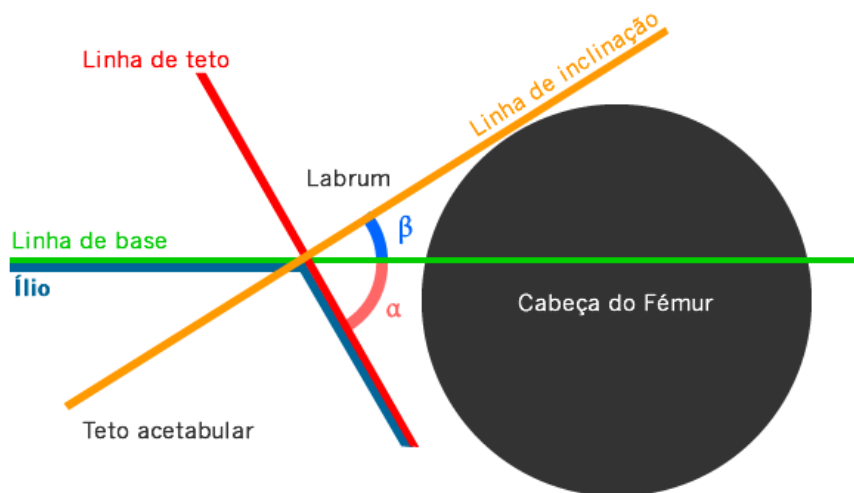


Figura 6 - Representação simplificada da segmentação da articulação coxo-femoral na vista coronal.

- **Linha de Base** - A linha de base é uma linha horizontal que tem a sua origem desde o apex do triângulo do teto cartilaginoso e é tangencial à superfície lateral da asa do ílio.
- **Linha de Inclinação** - A linha de inclinação liga o labrum fibrocartilaginoso ao promontório.
- **Linha de Teto** - A linha de teto inicia-se desde o eixo inferior acetabular até ao promontório.
- **Ângulo alfa  $\alpha$**  - Ângulo entre a linha de base e a linha de teto.
- **Ângulo Beta  $\beta$**  - Ângulo entre a linha de base e a linha de inclinação.

O ângulo alfa é o ângulo mais importante na avaliação da displasia congénita da anca e indica o declive do acetábulo. Um valor mais alto do ângulo indica uma boa cobertura da cabeça do fémur e valores acima de 60° indicam uma anca completamente desenvolvida [9].

O ângulo beta, do teto acetabular, também pode ser avaliado e indica o grau de cobertura do teto cartilaginoso. Um valor baixo deste ângulo indica uma baixa cobertura cartilaginosa da cabeça do fémur ou uma deslocação da cabeça do fémur [9].

Graf classificou o DCA de acordo com as medições feitas nas imagens de ecografia (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação da DCA [22]

Tipo		Ângulo	
I	Ia	Alfa > 60° (normal)	Beta < 55°
	Ib	Alfa > 60° (normal)	Beta > 55°
II	IIa	50° < Alpha < 59°	
	IIb	50° < Alpha < 59°	Em crianças com idade superior a 3 meses
	IIc	43° < Alpha < 49°	Beta < 77°

<b>D</b>		43° < Alpha < 49°	Beta > 77°
<b>II</b>	<b>IIIa</b>	Alfa < 43°	Distinguem-se pelo grau de alteração do teto cartilaginoso.
	<b>IIIb</b>		
<b>IV</b>		Alfa < 43°	Deslocamento com presença do labrum entre a cabeça do fêmur e acetábulo.

Em crianças diagnosticadas com DCA, a capacidade de monitorizar a anca durante a terapia é uma vantagem importante deste método. Entre 3541 crianças que foram submetidas a ecografia da anca foi diagnosticada DCA de tipo IIb de Graf ou mais grave em 167 crianças (208 ancas). A imaturidade de tipo IIa de Graf foi encontrada em 838 ancas e destas, 15 ancas desenvolveram DCA de tipo IIb de Graf e foram submetidas a tratamento. A distribuição destes números figura na Tabela 4 [8].

Tabela 4 - Achados clínicos e por ecografia em crianças para despiste de DCA.

Classificação de Graf		Ia / Ib		IIa		IIb		IIc		D		IIIa		IIIb		IV		Número total de ancas
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Achados do exame clínico	Normal	2702	3080	245	475	16	70	5	21	-	3	2	27	1	2	1	1	6651
	Grau 1	101	157	30	60	10	15	3	5	-	1	1	15	1	3	-	1	403
	Grau 2	4	5	5	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
	Grau 3	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	5
N.º de ancas		2808	3243	280	543	26	87	8	26	-	4	3	44	2	5	1	2	7082
M – Masculino ; F - Feminino																		

A idade mais apropriada para o rastreio da anca com ecografia é entre quatro e seis semanas, pois muita da instabilidade transitória já desapareceu nesta fase. Sucato et. al. relataram que em recém-nascidos mais novos que quatro semanas, a ecografia é muito sensível. Por estas razões, é preferível aplicar rastreio por ecografia em crianças entre as quatro e as seis semanas de idade. O método de Graf para diagnosticar a DCA é amplamente usado porque é, teoricamente, de fácil aplicação e foi criado para baixar o número de variações criadas pelas diferentes leituras do observador e pela mudança de observador [8].

Um estudo realizado em 2006 vem confirmar que a experiência de quem realiza o exame é proporcional à fiabilidade do diagnóstico e que a mesma anca pode ter medições diferentes por médicos diferentes e confirma também que o exame de ecografia é um exame de difícil interpretação, sendo propício muitas vezes a erros consideravelmente elevados de leitura e avaliação [4].



Entre outros estudos, destaca-se o de Bar-On que, em 1998, recorreu a 3 ortopedistas e 75 ecografias de pacientes com 14 semanas de idade e verificou que a ecografia tem alta capacidade de diferenciar quadris normais e anormais mas entretanto devem ser utilizados outros métodos para aumentar a fiabilidade do diagnóstico. Um outro estudo realizado por Roovers concluiu que a ecografia é boa mas apenas segura para triagem dos casos tal como Bar-On. A medição dos parâmetros de Graf está também associada a uma variabilidade de valores entre diferentes examinadores, o que representa um problema no diagnóstico da DCA [4] .

## **4.4 RECOMENDAÇÕES ATUAIS PARA O EXAME DE DIAGNÓSTICO POR ECOGRAFIA**

### **4.4.1 AIUM - PRACTICE GUIDELINE FOR THE PERFORMANCE OF AN ULTRASOUND EXAMINATION FOR DETECTION AND ASSESSMENT OF DEVELOPMENTAL DYSPLASIA OF THE HIP**

A *American Institute of Ultrasound in Medicine* (AIUM) tem como objetivo, o uso correto e eficaz da ecografia na Medicina através de educação, investigação, desenvolvimento de guias clínicas e de acreditação. A AIUM em parceria com a *American College of Radiology* (ACR), a *Society for Pediatric Radiology* (SPR) e a *Society of Radiologists in Ultrasound* (SRU) desenvolveu uma guia clínica para a realização do exame de ecografia com intuito de detetar, despistar e avaliar a displasia congénita da anca [32].

Esta guia clínica tem o propósito de auxiliar quem realiza o exame. Conforme dito na guia clínica, o cumprimento destas recomendações maximizaria a probabilidade de detetar a maioria das anormalidades da morfologia acetabular, a posição a cabeça do fémur e estabilidade [32]. O usabilidade da ecografia diminui à medida que o recém-nascido fica mais velho e a cabeça do fémur ossifica sendo que a radiografia é indicada para pacientes com idade superior e a 6 meses a menos que o acetábulo seja visualizado adequadamente por ecografia. Não existem quaisquer contra-indicações no uso de ecografia em articulações coxo-femorais em bebé para despiste de DCA. Devido à presença de laxismo fisiológico, a ecografia não é realizada em pacientes com menos de 3/4 semanas de idade, a menos que existam indícios clínicos que indiquem deslocação ou instabilidade significativa [32].

No que concerne aos fatores de risco, aponta alguns que justificam a realização a ecografia da articulação coxo-femoral:

1. Achados anormais ou duvidosos no exame clínico;
2. Histórico familiar de DCA;
3. Posição pélvica, independentemente do sexo;
4. Oligoidrâmnio;

Três fatores de risco apontados como propícios para a existência de DCA são: o bebê ser do sexo feminino, nascer em posição pélvica e ter um histórico familiar de um progenitor ou irmão com DCA. É recomendado que este tipo de pacientes se submetam a ecografia entre 4 a 6 semanas após o nascimento, visto este cenário consistir uma maior probabilidade de ocorrências [32].

Esta guia clínica também refere de que forma um pedido de exame, quer escrito, quer eletrônico, deve ser feito, com informação suficiente para permitir uma realização e interpretação aceitável do exame. Este pedido deve ser feito por um médico ou outro profissional de saúde devidamente licenciado para o efeito e de acordo com os requisitos do SNS [32].

No que diz respeito às especificações do exame, a guia diz que ambas as ancas têm que ser examinadas e tem de incorporar 2 planos de visualização ortogonais: um coronal no plano de descanso e um transversal com a anca fletida com e sem stress aplicado. Isto proporciona uma avaliação da posição, estabilidade e morfologia quando o exame é realizado e interpretado corretamente [32].

#### **4.4.1.1 PLANO CORONAL**

O plano coronal é aproximadamente paralelo à superfície superior da pele de uma criança. Se o canto superior do transdutor é rodado para um plano coronal oblíquo de 10 a 15 graus (normalmente para o lado posterior), o ílio aparecerá reto. Após um ajustamento para garantir que o plano de captura abrange a parte mais profunda do acetábulo (que inclui a visualização da cartilagem trirradiada e a parte posterior do ísquio), a imagem resultante será uma visão coronal no plano *standard* [32]. A Figura 6 ilustra como se apresenta um plano coronal de uma anca.

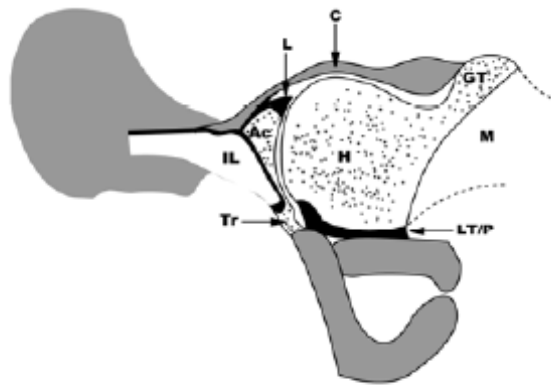


Figura 7 – Ilustração do plano coronal de uma anca [33].

O plano *standard* é definido identificando uma linha reta íliaca, a ponta do labrum acetabular e a transição do ílio para a cartilagem trirradiada. A visão coronal no plano *standard* pode ser obtida com a anca na posição neutra fisiológica (15 a 20 graus de flexão) ou na posição fletida. A posição da cabeça femoral e a deslocação são notáveis. A morfologia acetabular é avaliada nesta visão e pode ser validada medindo o ângulo alfa acetabular. A realização de stress nas articulações neste plano também é opcional.

#### 4.4.1.2 PLANO TRANSVERSAL

O exame no plano transversal é efetuado com a anca fletida a 90 graus. Este plano transversal ou axial (similar ao plano de uma imagem de tomografia axial computadorizada). É aplicada uma pressão para avaliar a estabilidade. O transdutor é colocado numa posição posterior lateral, de forma a que a captura pode ser conseguida enquanto a anca está como nas manobras de Ortolani e Barlow. Se a relação da cabeça femoral e o acetábulo posterior se alterar com pressão suave, a anca está instável [32].

Esta guia, no que concerne à documentação associada, aconselha que, permanentemente, exista um registo do exame de ecografia e a sua interpretação, por exemplo, que as imagens de zonas de interesse sejam gravadas e que medições sejam feitas e gravadas. A identificação das imagens é também importante, nomeadamente, com informações do paciente e do exame. Um relatório final do exame deve também ser incluído no registo de saúde do paciente [32].

Relativamente aos equipamentos utilizados, aconselha que sejam realizados com o transdutor de maior frequência que permite a penetração em tecidos moles, por exemplo, um transdutor linear. Também em relação ao controlo de qualidade, segurança, controlo de infeção é apontado que os equipamentos estejam dentro das normas e que os requisitos de segurança sejam cumpridos [32].

#### **4.4.2 EUROPEAN SOCIETY PAEDIATRIC RADIOLOGY'S TASK FORCE GROUP ON DDH – RECOMMENDATIONS ON HIP SCREENING**

Esta guia clínica, baseada na literatura existente, fornece recomendações, das quais se destacam as seguintes:

1. Um relatório do exame;
2. Instrução do examinador.

##### **4.4.2.1 RELATÓRIO DE EXAME**

O exame deve conter indicações como informação nosológica, tempo de gestação, idade a que foi submetido a qualquer teste, achados clínicos (se existirem), achados através da ecografia para cada uma das ancas e recomendações para posterior revisão e avaliação do exame. Este exame está representado na Figura 7.

##### **4.4.2.2 INSTRUÇÃO DO EXAMINADOR**

Como anteriormente apontado, a experiência de quem realiza o exame é um fator relevante na fiabilidade do diagnóstico. Neste âmbito, são relatados alguns parâmetros que deveriam ser cumpridos para dotar os profissionais de preparação para a realização do exame [34]. As três diretrizes são:

- a. Realização de, pelo menos, 200 exames sob supervisão direta;
- b. Realização de, pelo menos, 200 exames sem supervisão direta;
- c. Auditorias de competência de frequência anual.

Esta guia contém também um algoritmo de realização do exame e está presente na Figura 8.

### Appendix 1. Proposed DDH SCREENING ULTRASOUND REPORT FORM

Patient name: \_\_\_\_\_ Date of birth: \_\_\_\_\_ Date of scan: \_\_\_\_\_ Referrer: \_\_\_\_\_  
 Gestational age (completed weeks): \_\_\_\_\_ Clinical findings at birth; right hip: \_\_\_\_\_ left hip: \_\_\_\_\_  
 Indication for scan: Breech / Family History (if yes - WHO: ..... / Clinical / other

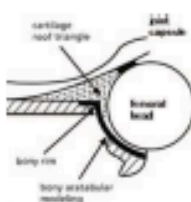
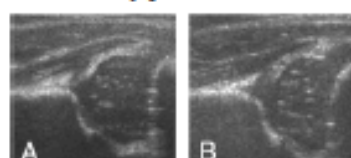
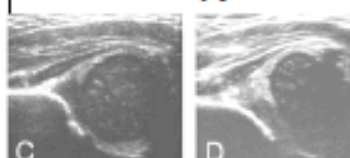

HIP	RIGHT	LEFT
<b>Bony Acetabular Morphology</b> 	A. Good B. deficient / Rounded C/D. Mild/Severe Dysplasia 	A. Good B. Deficient / Rounded C/D. Mild/Severe Dysplasia 
	alpha angle = 	alpha angle =
<b>Position / Stability</b> <b>Dynamic assessment</b>	Stable Unstable Subluxable Dislocatable Dislocated (reducible) Dislocated (irreducible)	Stable Unstable Subluxable Dislocatable Dislocated (reducible) Dislocated (irreducible)
	β angle (optional) =	β angle (optional) =
<b>Category</b>	Normal (A, and $\alpha \geq 60^\circ$ ) Immature (B, and $50^\circ \leq \alpha < 60^\circ$ ) Mild Dysplasia (C, and $43^\circ \leq \alpha < 50^\circ$ ) Severe Dysplasia (D, and $\alpha < 43^\circ$ )	Normal (A, and $\alpha \geq 60^\circ$ ) Immature (B, and $50^\circ \leq \alpha < 60^\circ$ ) Mild Dysplasia (C, and $43^\circ \leq \alpha < 50^\circ$ ) Severe Dysplasia (D, and $\alpha < 43^\circ$ )
	Graft Type (optional) I    IIa,b    IIc,D    III    IV	Graft Type (optional) I    IIa,b    IIc,D    III    IV
<b>Management plan</b> <b>Manage according to worst hip</b>	<b>Refer for expert opinion: (open for local adjustments)</b>	1. All babies with any degree of hip instability  2. All babies with hips showing a severely dysplastic acetabulum and / or an alpha angle $< 43^\circ$  3. All babies older than 6 weeks of age with deteriorating hips or an alpha angle $\leq 55^\circ$
	<b>Arrange follow up at 6 weeks: (open for local adjustments)</b>	1. All babies with mildly dysplastic, but stable hips
	<b>Discharge babies: (open for local adjustments)</b>	Hips are stable and morphologically normal, with alpha angles $\geq 58$
<b>Comments</b>		

Figura 8 - Relatório do exame de diagnóstico apresentado na guia clínica da *European Society Paediatric Radiology* [34].

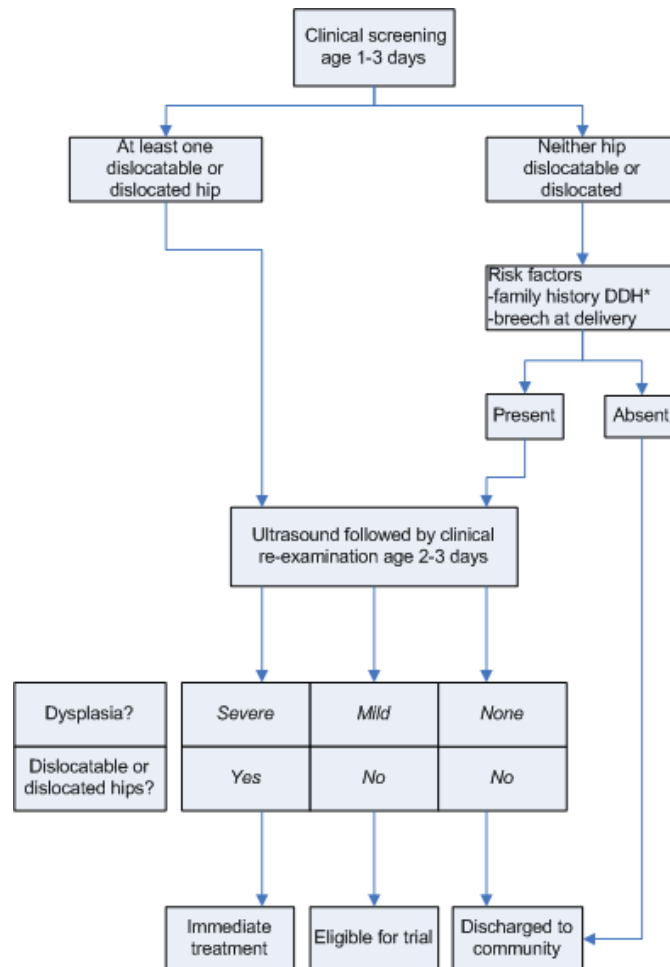


Figura 9 - Algoritmo de execução do exame na guia clínica da *European Society Paediatric Radiology* [34].

#### 4.4.1 DIAGNÓSTICO DA DISPLASIA CONGÊNITA DA ANCA – EXAME CLÍNICO Vs. EXAME POR ECOGRAFIA

O diagnóstico precoce e o tratamento da DCA são importantes para os prestadores de cuidados de saúde como, por exemplo, os pediatras e ortopedistas. O diagnóstico tardio resulta em tratamentos mais complexos com taxas de insucesso maiores e complicações. O diagnóstico demasiado tardio pode também resultar em osteoartrite na idade adulta. Por isso, é aceite e aconselhado que todos os recém-nascidos devam ser cuidadosamente examinados para despiste de DCA e não apenas os que se encaixam em grupos de risco [22].

Existem diferentes guias de rastreio da displasia congénita da anca em recém-nascidos e este tópico tem sido discutido há anos mas ainda é um assunto controverso [9]. O otimismo inicial das estratégias iniciais de despiste clínico foi desvanecendo, à medida que se verificava que estas não eram eficientes na redução de casos de aparecimento tardio da displasia congénita da anca [9]. Robertson em 1984 constatou que o

“despiste da displasia congénita da anca é um caos” [35] .

No despiste da DCA em recém-nascidos existem duas formas comuns de exame: exame clínico ou ecografia do quadril. Como as avaliações clínicas podem diferir entre examinadores e a radiografia do quadril pode dar medições inexatas da zona do quadril nos primeiros três meses, o uso da ecografia tem sido o método mais utilizado no diagnóstico da DCA. Além disso, esta técnica não envolve radiação, é um método não invasivo e a sua utilização é muito fácil [8].

O exame físico é maioritariamente feito com recurso às manobras de Ortolani e Barlow. Contudo, diagnósticos tardios não são raros e guias clínicas de rastreio precisam de ser ajustadas a esses pacientes que ultrapassam o intervalo aconselhado para obter um diagnóstico mais fiável do exame clínico [7].

O diagnóstico por ecografia constitui uma ferramenta que fornece informação valiosa, sendo considerado o exame padrão em muitos países exatamente por ser mais fácil a identificação das fronteiras anatómicas das articulações, ao contrário da radiografia que a torna mais difícil, pelo simples facto de as estruturas ósseas não estarem completamente desenvolvidas. No entanto, a avaliação com recurso à ecografia não tem sido universalmente adotada, mesmo nos países desenvolvidos e, nos países em desenvolvimento, não está amplamente disponível por necessitar do equipamento de ecografia. Portanto existe ainda lugar para métodos simples, eficazes e de baixo custo para permitir um diagnóstico precoce da displasia congénita da anca que, não sendo tratada atempadamente, pode originar graves problemas de locomoção [7].

Vários estudos compararam exames clínicos e de ecografia como métodos de rastrear os recém-nascidos para a displasia congénita da anca. Um deles refere que o rastreio por ecografia da DCA pode detetar casos de instabilidade não diagnosticados à nascença por exames clínicos em crianças que não têm fatores de risco para a displasia congénita da anca [36]. Já Tonnis et. al. e Rosenberg et. al. nos seus estudos, respetivamente, escreveram que 52,2% e 50% das ancas diagnosticadas com displasia congénita da anca através de ecografia, não tinham sinais clínicos de instabilidade [37].

Num estudo realizado, 208 ancas foram diagnosticadas com displasia congénita da anca por ecografia e apenas 59 foram diagnosticadas em exames clínicos [37] [38]. Posto isto, a discrepância entre os dois métodos é visível.

No Reino Unido, um estudo sobre o uso de ecografia para diagnóstico da displasia congénita da anca concluiu que esta consegue reduzir custos para as famílias e para o serviço nacional de saúde [39].

Contudo, Riboni et. al. relataram que 12 recém-nascidos submetidos a um exame de ecografia, na qual não foi apontada qualquer anormalidade, apresentaram ancas anormais após 3 meses do exame de ecografia [40]. Uma possível explicação para este aparecimento tardio é a hiperlaxidade persistente que progride para uma instabilidade da anca, sendo assim recomendado um exame de ecografia de todos os bebês, em que o primeiro exame é efetuado no final do primeiro mês de vida e o segundo exame entre o terceiro e quarto mês. Neste mesmo estudo, entre 838 ancas do tipo IIa de Graf, 15 desenvolveram displasia congênita da anca do tipo IIb, tendo que ser submetidas a tratamento [8].

Por outro lado, existem estudos que desencorajam o uso da ecografia, fundamentando que apenas 4 de 101 ancas que foram consideradas anormais em ecografia mas clinicamente normais desenvolveram displasia congênita da anca 6 meses depois. Concluiu-se assim que a ecografia pode ser demasiado sensível por também identificar instabilidade pouco relevante e que a ecografia deve ser apenas usada em pacientes com fatores de risco ou com achados clínicos positivos. A situação exposta anteriormente conduz a uma preocupação de que o rastreio por ecografia pode levar a um tratamento excessivo da displasia congênita da anca [38], [41]. Contudo, este tratamento é benigno e o número de crianças abrangido é insignificante e é mais aceitável o risco de se tratar em demasia do que o risco de não serem diagnosticadas tal como acontece no exame clínico [8].

Em suma, a discrepância entre o exame clínico e por ecografia é justificada pela necessidade de experiência do examinador e de uma criança relaxada no exame clínico. Mesmo com um profissional experiente, o exame clínico pode ser difícil de realizar [37]. Além disso, o exame clínico não deteta fiavelmente casos de DCA diagnosticados por meio de ecografia em crianças em que esta doença é rastreada [8].



# CAPÍTULO 5

RECOMENDAÇÕES DE APOIO

AO EXAME PARA O

DIAGNÓSTICO DA DISPLASIA

CONGÊNITA DA ANCA

## 5.1 INTRODUÇÃO

Desde as duas últimas décadas, as guias clínicas têm ganhado um lugar na prática médica [42]. De uma maneira geral, as guias clínicas, que fornecem um suporte à prática médica, são declarações sistematicamente desenvolvidas para auxiliar decisões sobre os cuidados de saúde mais adequados para situações clínicas específicas e que operacionalizam uma implementação da prática médica baseada em evidências, melhorando a qualidade dos cuidados de saúde [43] [44].

Na literatura, não existe uma consistência no nome deste conjunto de declarações, pelo que algumas terminologias equivalentes para guias clínicas incluem termos como: protocolos clínicos, políticas de práticas médicas, políticas clínicas, parâmetros de prática médica, algoritmos clínicos e passos clínicos.

Apesar desta divergência de nomes, é feita uma distinção entre normas e guias. Enquanto as normas são declarações fidedignas e não são suscetíveis a alterações ao longo do tempo visto refletirem valores filosóficos da profissão, as guias auxiliam a tomada de decisão sobre os cuidados de saúde adequados para uma condição específica e, como tal, podem ser ajustadas e alteradas à medida que o tempo decorre.

## 5.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE GUIAS CLÍNICAS

O principal benefício das guias clínicas é a melhoria da qualidade dos cuidados de saúde prestados a pacientes. Embora tenha sido mostrado através de rigorosas avaliações que as guias clínicas podem melhorar os cuidados de saúde, se elas o conseguem efetivamente no quotidiano é menos claro. Isto deve-se à subjetividade e às diferenças entre cada avaliação do termo qualidade dos envolvidos nos cuidados de saúde – pacientes, profissionais de saúde e auxiliares – e às evidências atuais sobre a eficácia serem incompleta [43]. Uma redução da morbidade e mortalidade é apontada também como um dos seus benefícios para além de fornecer aos examinadores recomendações consistentes e uma referência comum na prática médica para efetuar exames baseados em critérios mensuráveis [45] [46].

Por outro lado, um problema do uso das guias clínicas é, inicialmente, a sua criação. A construção de guias clínicas pode ser complexa e demorada na medida em que a descrição de todos os passos e recomendações pode ser demasiado extensa, quer em número quer na sua explicação. Assim, uma guia clínica pode ser representada por um algoritmo demasiado complexo e não ser de fácil compreensão [42].

## **5.3 RECOMENDAÇÕES DE APOIO AO DIAGNÓSTICO DA DISPLASIA CONGÊNITA DA ANCA**

A guia clínica apresentada pretende ser um contributo no que concerne ao diagnóstico da displasia congénita da anca. A construção desta guia clínica reúne o melhor de vários métodos de diagnóstico e tem o objetivo de diminuir os falsos positivos e falsos negativos e acima de tudo contribuir para uma desmitificação da displasia congénita da anca no meio médico.

Não sendo completamente radical para os médicos, estas recomendações não criam um sentimento de mudança, permitindo a sua adoção de uma forma mais suave e aceitável porque não lhes retira tanto o papel de examinador como uma ferramenta de diagnóstico automática faria. Além disso, são de fácil acesso e compreensão e a sua correta utilização e interpretação aumenta a segurança com que o exame é realizado.

Esta metodologia combina as vantagens do exame de ecografia com as manobras mecânicas de despiste, aumentando o grau de confiança do diagnóstico e aumentando a confiança de quem realiza o exame, incitando não só à sua realização, mas também como posterior aumento da experiência que é apontada como um dos parâmetros para um bom diagnóstico.

Esta nova metodologia pretende reunir parâmetros importantes que se encontram dispersos em guias clínicas diferentes e também criar procedimentos de avaliação de imagens de ecografia, isto é, uma guia clínica para interpretação das imagens obtidas do ecógrafo. Concluindo, a metodologia reúne informações para realizar o exame clínico, exame por ecografia e interpretação dos dados obtidos.

### **5.3.1 PARÂMETROS GERAIS**

A presente guia clínica pretende dotar os profissionais de saúde de conhecimentos para estarem preparados para o acompanhamento de recém-nascidos para a displasia congénita da anca, desde o seu nascimento até à altura que devem realizar o exame.

A avaliação e formação dos profissionais é também recomendada. Para um profissional estar habilitado a realizar o exame, deve realizar uma série de exames sob supervisão direta e indireta e, tal como apresentado numa guia de exame, este número deve ser no mínimo 200 para cada uma das categorias. À parte disto, anualmente, as competências do profissional devem ser avaliadas.

### **5.3.2 INFORMAÇÃO PARA OS PAIS**

Após o nascimento, os pais da criança devem ser alertados para terem cuidado com a forma que envolvem o bebê nos cobertores e outras peças de roupa para não causar pressão no quadril do bebê.

### **5.3.3 PREPARAÇÃO DO EXAME**

Antes da realização do exame, deve ser avaliada a presença de fatores de risco e a realização do exame do bebê deve ocorrer, preferencialmente, 3 meses após o nascimento deste. O adiamento deste exame diminui as probabilidades de sucesso no tratamento num diagnóstico positivo da displasia congênita da anca.

### **5.3.4 REALIZAÇÃO DO EXAME CLÍNICO**

Em primeiro lugar deve ser efetuado o exame clínico, utilizando as manobras de Barlow e Ortolani. Após o exame clínico, é recomendado o preenchimento dos campos do relatório desta parte do diagnóstico.

### **5.3.5 REALIZAÇÃO DO EXAME DE ECOGRAFIA**

A segunda parte do exame é a ecografia do quadril. Por vezes, os acompanhantes do bebê podem ajudar quer a segurar o bebê para o sossegar e manter confortável quer para o manter numa posição mais fixa possível. A vista mais importante nesta parte do exame é a vista coronal. É nesta vista que se conseguem medir os ângulos alfa e beta, traçar as linhas de teto, base e de inclinação. Após esta vista, deve ser também efetuado um despiste na vista transversal.

### **5.3.6 INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS DE ECOGRAFIA**

A classificação da displasia congênita da anca por Graf é baseada em parâmetros obtidos através das imagens de ecografia já anteriormente referidos.

A interpretação das imagens de ecografia passa, numa primeira fase, pela avaliação se a imagem é a melhor para se retirar os dados necessários. Esta avaliação é complexa e apenas com o cumprimento das recomendações propostas é possível. A Figura 10 representa o diagrama do algoritmo exemplificativo da aplicação das recomendações num processo de diagnóstico de displasia congênita da anca.

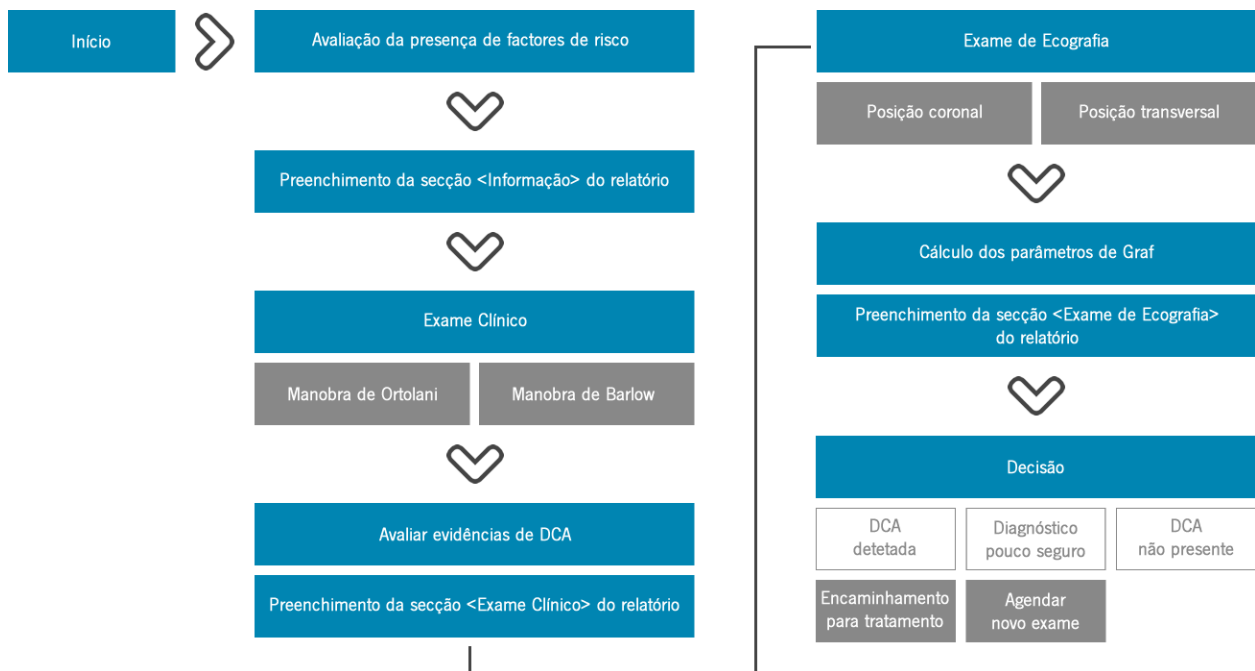


Figura 10 - Representação simplificada em fluxograma das recomendações para a realização do exame de diagnóstico da displasia congénita da anca.

## 5.4 RELATÓRIO DO EXAME DE DIAGNÓSTICO

O relatório do exame de diagnóstico da displasia congénita da anca é composto por várias secções que correspondem a etapas do exame.

### 5.4.1 SECÇÃO 1 – INFORMAÇÃO DO PACIENTE

A primeira é a identificação do paciente onde se colocam as informações gerais e presença de factores de risco.

1. Informação do Paciente
Nome do Paciente
Género: M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>
Data de nascimento     /     /
Tempo de gestação:     semanas
Factores de risco assinaláveis
- <input type="checkbox"/> Género Feminino
- <input type="checkbox"/> Histórico Familiar
- <input type="checkbox"/> Parto – posição pélvica
- Outro:

### 5.4.2 SECÇÃO 2 – EXAME CLÍNICO

A segunda secção corresponde ao exame clínico. Nesta parte existem informações para ser preenchidas e que, de certa forma, guiam o examinador na realização do exame clínico.

2. Exame Clínico					
Data do exame    /    /					
	Anca	Direita		Esquerda	
		Sim	Não	Sim	ão
	Teste de Ortolani positivo				
	Teste de Barlow po itivo				
Outras observações					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Anca esquerda</li><li>• Anca direita</li></ul>					

### 5.4.3 SECÇÃO 3 – EXAME DE ECOGRAFIA

A terceira secção corresponde ao exame de ecografia. O examinador terá que gravar as imagens de ecografia que retirou com os parâmetros medidos como os ângulos alfa e beta e a classificação de Graf. Pode tanto gravar imagens em posição coronal ou transversal.

3. Diagnóstico por Ecografia	
Data do exame    /    /	
<b>Vista coronal #1</b>  Upload  Anca esquerda Classificação de Graf Ângulo Alfa    Ângulo Beta	<b>Vista coronal #2</b>  Upload  Anca esquerda Classificação de Graf Ângulo Alfa    Ângulo Beta
<b>Vista transversal #1</b>  Upload Anca esquerda	<b>Vista transversal #2</b>  Upload Anca esquerda

Outras observações

#### 5.4.4 SECÇÃO 4 – OUTRAS OBSERVAÇÕES

Na eventualidade de existir mais informação para ser adicionada para um relatório mais completo, foi incorporada uma parte destinada a outras observações.

4.	Outras observações

Em suma, a utilização de um relatório normalizado é de extrema importância para o sucesso desta solução. Para além de guiar o profissional de saúde a obter informações relevantes para o diagnóstico é também uma ferramenta importante para o sistema proposto no Capítulo 6.

# CAPÍTULO 6

## SISTEMA DE AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE ECOGRAFIA



## 6.1 INTRODUÇÃO

Tomando consciência de que as ferramentas até agora apresentadas não são suficientes para atingir resultados satisfatórios perante os objetivos, é proposto um sistema que permite a classificação e avaliação das imagens de ecografia na posição coronal anexadas ao relatório de exame ou qualquer outra imagem do mesmo tipo. As imagens de ecografia são de difícil processamento, devido à quantidade de ruído presente nas imagens. Vários algoritmos de limpeza podem ser aplicados, uns com resultados mais satisfatórios que outros. No entanto, a perda de informação ou nitidez da imagem é uma desvantagem da utilização destes processamentos.

Devido à escassez de exames realizados e de casos diagnosticados com displasia congénita da anca durante o tempo de trabalho foi impossível recolher casos suficientes para aplicar hipóteses e testar modelos de avaliação e classificação com base em machine learning. Esta base de conhecimento com que inicialmente tem que se trabalhar tem de possuir obrigatoriamente os vários graus de displasia congénita da anca. Deste modo, é apresentado o planeamento e o que fazer quando se obtiverem os casos de exames de ecografia da anca. Este planeamento envolve, por exemplo, que atributos se devem usar devido à sua relevância num diagnóstico.

### 6.1.1 MACHINE LEARNING

Inteligência artificial é uma área da Ciência da Computação que tenta fazer os computadores mais inteligentes em que um dos requisitos básicos para um comportamento inteligente é a aprendizagem [47].

Os algoritmos de *machine learning* podem descobrir como efetuar tarefas importantes a partir de exemplos. Este cenário é uma alternativa muito atrativa em comparação à construção manual de programas. Na última década o uso de *machine learning* tem crescido bastante, sendo usado, por exemplo, nas pesquisas de internet, filtragem de spam, deteção de fraudes, bolsa, fabrico de medicamentos, entre outras aplicações [48]. Através da utilização de características e de metainformação de cada uma das imagens, é possível alimentar um sistema de *machine learning*. Este pode ser de:

- Aprendizagem supervisionada;
- Aprendizagem não supervisionada;
- Aprendizagem por reforço.

A aprendizagem supervisionada é a procura de algoritmos através de entradas externas para originar hipóteses, que depois consegue fazer previsões sobre instâncias futuras [49].

Na Medicina, um bom sistema de machine learning deve cumprir as seguintes especificações: bom desempenho, ser capaz de funcionar apropriadamente com informação incompleta e com erros, capacidade de explicar as decisões e ser capaz de reduzir o número de testes necessários para obter um diagnóstico fiável [47]. O objetivo é então construir um modelo conciso de distribuição de classes em termos de previsão de características. O classificador resultante é depois usado para atribuir etiquetas de classes às instâncias onde os valores das características são conhecidos mas o valor da classe é desconhecida.

## 6.2 SISTEMA DE AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE ECOGRAFIA

A literatura aponta para alguns parâmetros que são mais frequentes em casos de displasia congénita da anca, estes serão os utilizados no planeamento deste sistema. Os casos pretendidos apenas dizem respeito a imagens de ecografia do quadril na posição coronal por ser nesta posição que se obtém os ângulos alfa e beta necessários para a classificação de Graf.

Para um melhor desempenho, é imperativo existirem casos que representem todas os graus de displasia segundo Graf e, para tal, o relatório apresentado anteriormente desempenha um papel fundamental na obtenção dos casos necessários. A Figura 14 ilustra, de uma forma simplificada, a ligação entre o relatório de exame e o sistema.

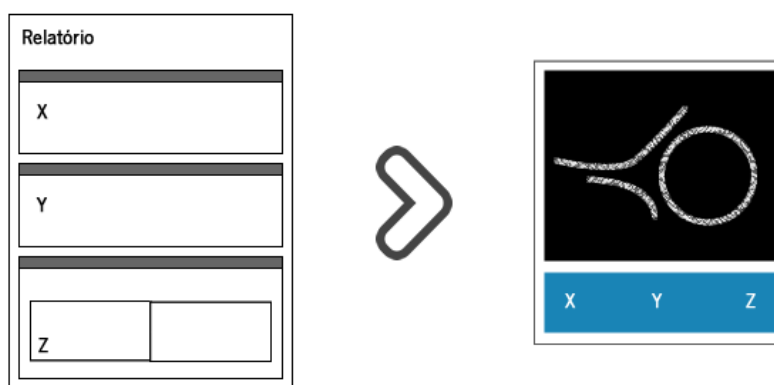


Figura 11 - Ilustração da relação entre o relatório e o sistema de *machine learning*.

Cada caso deste sistema referente a um paciente deverá conter as seguintes informações, ou seja, os seguintes atributos:

- Valor do ângulo alfa;
- Valor do ângulo beta;
- Idade do paciente em semanas;
- Tempo de gestação em semanas;
- Género masculino ou feminino;
- Parto em posição pélvica ou não;
- Histórico familiar ou não.

Através da utilização das características supramencionadas e metainformação de cada uma das imagens de ecografia, é possível criar os casos necessários e alimentar o sistema de *machine learning*. Este sistema apresentaria, de início, a vantagem de despertar de uma visão crítica no examinador, com a qual este pode comparar a sua avaliação e decisão, servindo de suporte ou refutação e o resultado da classificação encaixaria o paciente em uma das seguintes classes:

- Ausente (o paciente não apresenta sinais de displasia);
- Grau Ia;
- Grau Ib;
- Grau IIa;
- Grau IIb;
- Grau IIc;
- Grau D;
- Grau IIIa;
- Grau IIIb;
- Grau IV.

A Figura 15 representa o modelo simplificado de ação deste sistema de aprendizagem supervisionada.

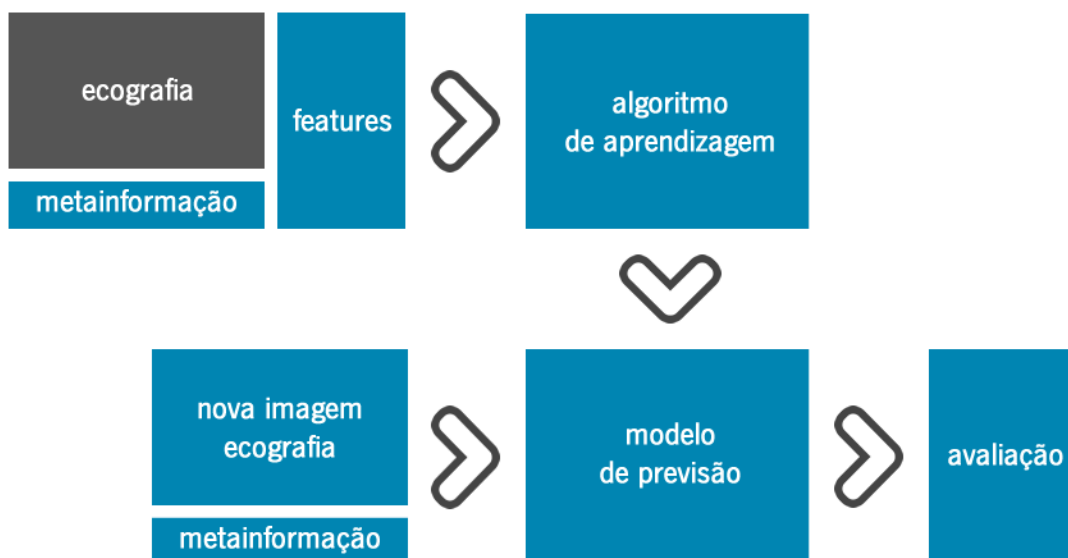


Figura 12 - Modelo simplificado do funcionamento do sistema de *machine learning*.

Deste modo, com recurso a este sistema, seria possível obter uma ferramenta de apoio ao diagnóstico da displasia congénita da anca. Este sistema apenas disponível para instrução dos examinadores ou para os profissionais que fossem certificados após o cumprimento dos parâmetros de formação indicados nas recomendações no Capítulo 5.

### 6.3 PROCESSAMENTO BÁSICO DE IMAGENS DE ECOGRAFIA

Como mencionado anteriormente, as imagens de ecografia possuem ruído e informação não relevante. Na tentativa de melhorar a qualidade destas imagens sem perder a informação essencial para a sua interpretação, foi testado e implementado um programa com funções elementares de processamento de imagem recorrendo ao OpenCV - uma biblioteca desenvolvida em C/C++. Este processamento pretende melhorar as imagens de ecografia para a sua posterior utilização no sistema de *machine learning* proposto. Na Figura 11 está representada a imagem onde foi implementada este programa.

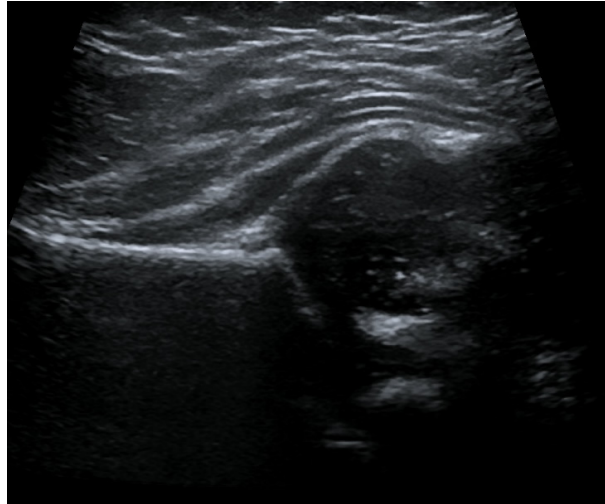


Figura 13 - Imagem de ecografia de uma anca normal de um recém-nascido usada para os testes.

O Programa 1 contém o código destas implementações de processamento de imagem com recurso ao OPENCV.

```
#include "opencv2/imgproc/imgproc.hpp"
#include "opencv2/highgui/highgui.hpp"
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <cv.h>
#include <highgui.h>
#include <iostream>

using namespace cv;
int threshold_value = 18;
const int max_value_threshold = 255;
void wait(int);
int erosion_size = 7;
int dilation_size = 10;
Mat threshold_result;
Mat erosion_result;
Mat dilation_result;

int main(int argc, char** argv) {

    Mat src1 = imread("/teste1.jpg");
    namedWindow("Ultrasound", CV_WINDOW_AUTOSIZE);
    {
        std::cout << "\n Ecografia das Articulações Coxo-Femorais \n" << std::endl;
    }
    while (true) {
        Mat src,dst;
        cvtColor(src1, src, CV_RGB2GRAY);
        cvCreateTrackbar("Threshold", "Ultrasound", &threshold_value, 255, NULL);
        cvCreateTrackbar("Erosao", "Ultrasound", &erosion_size, 5, NULL);
        cvCreateTrackbar("Dilatacao", "Ultrasound", &dilation_size, 10, NULL);
        threshold(src, threshold_result, threshold_value, max_value_threshold,
            cv::THRESH_BINARY);
```

```

Mat elementErode = getStructuringElement(MORPH_RECT,
    Size(2 * erosion_size + 1, 2 * erosion_size + 1),
    Point(erosion_size, erosion_size));
erode(threshold_result, erosion_result, elementErode);
Mat elementDilate = getStructuringElement(MORPH_RECT,
    Size(2 * dilation_size + 1, 2 * dilation_size + 1),
    Point(dilation_size, dilation_size));
dilate(erosion_result, dilation_result, elementDilate);
imshow("Ultrasound", dilation_result);
char c = waitKey(50);
if ((char) c == 'q') {
    break;
}
return 0;
}
}

```

Programa 1 - Implementação das operações de variação de *threshold*, erosão e dilatação.

A implementação do Programa 1 cria uma interface que envolve operações de erosão, dilatação e de *threshold*. A imagem de ecografia é inicialmente submetida a erosão, com o objetivo de remover pequenas áreas brancas e que não fazem parte de estruturas essenciais à interpretação da imagem. Após esta remoção é usada a dilatação para reconstruir em zonas de maior área o que a erosão retirou. Por fim, a variação do *threshold* permite salientar as estruturas.

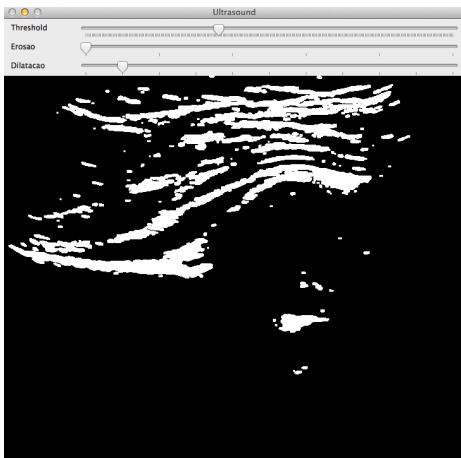


Figura 14 - Resultados da aplicação do Código 1 para um conjunto aceitável dos 3 parâmetros.

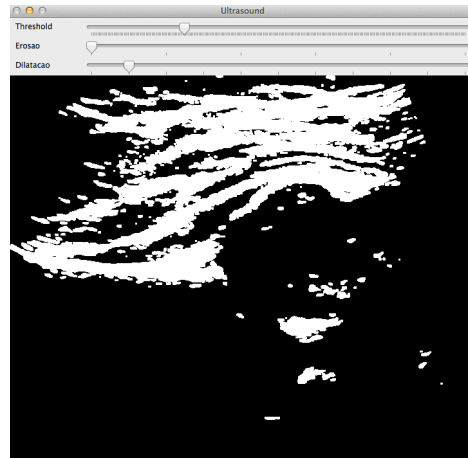


Figura 15 - Resultados da aplicação do Código 1 mantendo os mesmos valores de erosão e dilatação da Figura 13 e diminuindo o valor de *threshold*.

A Figura 13 e a Figura 14 constataam que uma pequena variação de um parâmetro – *threshold*, consegue alterar a imagem significativamente. Concluiu-se que o processamento de imagens de ecografia é arriscado devido ao facto de se poder perder informação importante para uma avaliação correta e decisão do diagnóstico. Os resultados das implementações são concordantes no que concerne à dificuldade de processamento de imagens de ecografia. No entanto, é possível uma eliminação de áreas irrelevantes e sem perda de informação desde que dentro de níveis aceitáveis de variação de parâmetros.

## 6.4 RECOLHA AUTOMATIZADA DE FRAMES DO ECÓGRAFO

Como a gravação de um exame de ecografia pode gerar quantidades enormes de informação e que grande parte não tem qualquer relevância no exame, o examinador deve fazer a recolha de frames específicas. Por defeito, existe um botão para esse efeito no ecógrafo. Contudo, o exame de ecografia deve ser realizado com uma das mãos do examinador no bebé e outra para segurar e manusear o transdutor. Com base neste pequeno facto, é proposta uma forma de se realizar esta recolha de *frames* sem recurso a um assistente e contornando a necessidade de o próprio examinador carregar no botão.

A ideia deste sistema surgiu após a visualização presencial de um exame de ecografia a um bebé e, assim, com o reconhecimento de vantagens, na medida em que se elimina o tempo de reação que um assistente tem ao receber a ordem de pressionar o botão ou, no caso de o botão ser acionado pelo médico, evita que este procedimento desvie a sua atenção do paciente e do transdutor para o ecógrafo, podendo a posição do transdutor mudar completamente e a visualização ser diferente, ou mesmo que o bebé faça movimentos que induzam a uma mudança de imagem. Atendendo ao facto de que o médico não deve mudar o seu foco de trabalho, o mecanismo que recebe a ordem para recolher a *frame* não deveria ser ativado por movimentos físicos do examinador. Assim, propõe-se um sistema de ativação por comandos de voz que seria ligado ao ecógrafo. Uma outra solução seria a ativação pelos membros inferiores - pedal, no entanto, a escolha recai sobre este tipo de sistema por este se inserir mais na área em que está a ser desenvolvida a dissertação e porque não envolve sistemas eletrónicos – sensores.

# CAPÍTULO 7

## CONCLUSÕES



## SINOPSE

- **Capítulo 1**

Este capítulo introduziu a temática dos meios complementares de diagnóstico e a forma como se relacionam com a Informática Médica. O problema e objetivos deste trabalho foram também apresentados neste capítulo.

- **Capítulo 2**

A displasia congénita da anca foi abordada neste capítulo. Após uma contextualização histórica, esta foi caracterizada referindo também os fatores de risco mais comuns.

- **Capítulo 3**

O diagnóstico da displasia congénita da anca através de um exame clínico foi descrito neste capítulo. Foi também explicado como se faz as manobras de Ortolani e de Barlow.

- **Capítulo 4**

Neste capítulo foi apresentado o diagnóstico com recurso à ecografia. Após uma introdução ao tema, foram mencionadas algumas guias existentes para o uso de ecografia na displasia congénita da anca e os seus pontos fortes. A classificação de Graf também consta do conteúdo deste capítulo. No final, foi feita uma discussão entre o uso do exame clínico e por ecografia.

- **Capítulo 5**

O Capítulo 5 contém as recomendações para a realização de um exame de diagnóstico da displasia congénita da anca. Estas recomendações destinam-se a uma série de procedimentos para o despiste da displasia congénita da anca.

- **Capítulo 6**

Foram propostos neste capítulo o sistema de *machine learning* para classificação e avaliação de imagens de ecografia, testes de processamento de imagens de ecografia e adicionalmente, uma ideia para permitir a recolha de *frames* do ecógrafo e que poderia melhorar a maneira como o exame se realiza. Os testes de processamento de image realizados são insuficientes para conclusões porém permitem, de certa forma,

conseguir uma imagem mais evidenciada. O sistema de *machine learning* por aprendizagem supervisionada proposto conseguiria apoiar a tomada de decisão na altura do exame na medida em que seria possível construir um sistema utilizando as informações do relatório proposto anteriormente.

## **7.1 CONTRIBUIÇÕES**

As metodologias apresentadas são um contributo ao diagnóstico e despiste da displasia congénita da anca. A construção destas metodologias reúne o melhor de vários métodos de diagnóstico e tem o objetivo de diminuir os falsos positivos e falsos negativos e acima de tudo contribuir para uma desmitificação da displasia congénita da anca no meio médico.

## **7.2 RESULTADOS E CONCLUSÕES**

A displasia congénita da anca é um assunto importante e que não deve ser deixado de parte. Investigação nesta área deve ser apoiada e fomentada e o presente trabalho atende a muitas necessidades na área. A reunião do conhecimento para a realização do exame é importante na medida em que permite exames mais fiáveis.

A adoção das recomendações propostas apenas pode beneficiar realização do exame bem como o uso de um relatório para o exame de diagnóstico é importante para ultrapassar deficiências na realização do exame. O trabalho realizado é também uma ferramenta para a instrução dos examinadores porque lhes dá informação valiosa para a realização do exame.

A validação clínica das recomendações e uso do relatório enquadra-se como trabalho futuro. Se os resultados desta validação clínica forem favoráveis então o desenvolvimento das ferramentas descritas no Capítulo 6 será uma mais valia e contribuirá para a eficácia da implementação das ferramentas do Capítulo 5.

# REFERÊNCIAS

- [1] E. Shortliffe and M. Blois, "The computer meets medicine and biology: emergence of a discipline," *Biomed. Informatics*, 2006.
- [2] E. Coiera, "Recent advances: Medical Informatics," *Br. Med. J.*, vol. 310, pp. 1381–1387, 1995.
- [3] "Elementos estatísticos," 2008.
- [4] M. A. Matos, "Avaliação ultra-sonográfica pelo método de Graf no quadril infantil," *Rev. Assoc. Med. Bras.*, vol. 52, no. 1, pp. 53–55, Feb. 2006.
- [5] R. de Luis-García and C. Alberola-López, "Parametric 3D hip joint segmentation for the diagnosis of developmental dysplasia.," *Conf. Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Conf.*, vol. 1, pp. 4807–10, Jan. 2006.
- [6] R. De Luis-García and C. Alberola-López, "Hip joint segmentation from 2D ultrasound data based on dynamic shape priors," *Proc. 4th WSEAS ...*, vol. 2005, pp. 245–250, 2005.
- [7] M. Inan and F. Korkusuz, "Developmental dysplasia of the hip: editorial comment," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 466, no. 4, pp. 761–2, Apr. 2008.
- [8] H. Dogruel, H. Atalar, O. Y. Yavuz, and U. Sayli, "Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip.," *Int. Orthop.*, vol. 32, no. 3, pp. 415–9, Jun. 2008.
- [9] L. B. Laborie, "Hip Dysplasia and Femoroacetabular Impingement Studies in new borns and young adults with focus on Radiology and Clinical Epidemiology," University of Bergen, 2013.
- [10] P. LE DAMANY, "CONGENITAL LUXATION OF THE HIP," *J. Bone Jt. Surg.*, vol. s2–11, no. 4, pp. 541–567, Apr. 1914.
- [11] M. Ortolani, "Un segno poco noto e sua importanza per la diagnosi precoce di prelussazione congenita dell'anca," *Pediatria (Napoli)*, 1937.
- [12] R. S. Watanabe, "Embryology of the human hip.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 98, pp. 8–26.
- [13] L. M. Strayer, "Embryology of the human hip joint.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 74, pp. 221–40, Jan. 1971.
- [14] I. V Ponseti, "Morphology of the acetabulum in congenital dislocation of the hip. Gross, histological and roentgenographic studies.," *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 60, no. 5, pp. 586–99, Jul. 1978.
- [15] S. L. Weinstein, "Natural history of congenital hip dislocation (CDH) and hip dysplasia.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 225, pp. 62–76, Dec. 1987.

## REFERÊNCIAS

- [16] S. on D. D. of the H. Committee on Quality Improvement, "Clinical Practice Guideline: Early Detection of Developmental Dysplasia of the Hip," *Pediatrics*, vol. 105, no. 4, pp. 896–905, Apr. 2000.
- [17] S. Anda, T. Terjesen, K. A. Kvistad, and S. Svenningsen, "Acetabular angles and femoral anteversion in dysplastic hips in adults: CT investigation.," *J. Comput. Assist. Tomogr.*, vol. 15, no. 1, pp. 115–20.
- [18] K. Klaue, C. W. Durnin, and R. Ganz, "The acetabular rim syndrome. A clinical presentation of dysplasia of the hip.," *J. Bone Joint Surg. Br.*, vol. 73, no. 3, pp. 423–9, May 1991.
- [19] D. R. Cooperman, R. Wallensten, and S. D. Stulberg, "Acetabular dysplasia in the adult.," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, no. 175, pp. 79–85, May 1983.
- [20] S. B. Murphy, R. Ganz, and M. E. Müller, "The prognosis in untreated dysplasia of the hip. A study of radiographic factors that predict the outcome.," *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 77, no. 7, pp. 985–9, Jul. 1995.
- [21] L. S. Beltran, Z. S. Rosenberg, J. D. Mayo, M. D. De Tuesta, O. Martin, L. P. Neto, and J. T. Bencardino, "Imaging evaluation of developmental hip dysplasia in the young adult.," *AJR. Am. J. Roentgenol.*, vol. 200, no. 5, pp. 1077–88, May 2013.
- [22] V. Gulati, K. Eseonu, J. Sayani, N. Ismail, C. Uzoigwe, M. Z. Choudhury, P. Gulati, A. Aqil, and S. Tibrewal, "Developmental dysplasia of the hip in the newborn: A systematic review.," *World J. Orthop.*, vol. 4, no. 2, pp. 32–41, Apr. 2013.
- [23] M. B. Walther T, "Dysplasia coxae congenita.," 1954.
- [24] T. G. Barlow, "EARLY DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CONGENITAL DISLOCATION OF THE HIP," *J Bone Jt. Surg Br*, vol. 44-B, no. 2, pp. 292–301, May 1962.
- [25] S. S. Coleman, "DIAGNOSIS OF CONGENITAL DYSPLASIA OF THE HIP IN THE NEWBORN INFANT," *J. Am. Med. Assoc.*, vol. 162, no. 6, p. 548, Oct. 1956.
- [26] K. PALMEN, "Preluxation of the hip joint. Diagnosis and treatment in the newborn and the diagnosis of congenital dislocation of the hip joint in Sweden during the years 1948-1960.," *Acta Paediatr. Suppl.*, vol. 50(Suppl 1, pp. 1–71, Nov. 1961.
- [27] E. a Roovers, M. M. Boere-Boonekamp, R. M. Castelein, G. a Zielhuis, and T. H. Kerkhoff, "Effectiveness of ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip.," *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.*, vol. 90, no. 1, pp. F25–30, Jan. 2005.
- [28] J. W. Strutt, *The Theory of Sound*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
- [29] F. Castro-Poças, "Ultra-Sonografia Endoscópica em Patologia Ano-Recto-Cólica." Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, 2005.

- [30] A. Carovac, F. Smajlovic, and D. Junuzovic, "Application of ultrasound in medicine.," *Acta Inform. Med.*, vol. 19, no. 3, pp. 168–71, Sep. 2011.
- [31] R. Graf, "Classification of hip joint dysplasia by means of sonography.," *Arch. Orthop. Trauma. Surg.*, vol. 102, no. 4, pp. 248–55, Jan. 1984.
- [32] A. College, "AIUM practice guideline for the performance of an ultrasound examination for detection and assessment of developmental dysplasia of the hip.," *J. Ultrasound Med.*, vol. 32, no. 7, pp. 1307–17, Jul. 2013.
- [33] A. P. Guideline and A. College, "Ultrasound Examination for Detection and Assessment of Developmental Dysplasia of the Hip," *J. Ultrasound Med.*, vol. 32, no. 7, pp. 1307–17, Jul. 2013.
- [34] "European Society of Pediatric Radiology task force group on DDH (developmental dysplasia of the hip) Recommendations on hip screenings. ." [Online]. Available: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/linkout/10.1055/s-0033-1348099/id/OR00739-3>. [Accessed: 06-Dec-2014].
- [35] Robertson NR, "Screening for congenital hip dislocation," *Lancet*, 1984.
- [36] D. S. Marks, J. Clegg, and A. N. al-Chalabi, "Routine ultrasound screening for neonatal hip instability. Can it abolish late-presenting congenital dislocation of the hip?," *J. Bone Joint Surg. Br.*, vol. 76, no. 4, pp. 534–8, Jul. 1994.
- [37] D. Tönnis, K. Storch, and H. Ulbrich, "Results of newborn screening for CDH with and without sonography and correlation of risk factors.," *J. Pediatr. Orthop.*, vol. 10, no. 2, pp. 145–52.
- [38] R. M. Castelein, A. J. Sauter, M. de Vlieger, and B. van Linge, "Natural history of ultrasound hip abnormalities in clinically normal newborns.," *J. Pediatr. Orthop.*, vol. 12, no. 4, pp. 423–7.
- [39] D. Elbourne, C. Dezateux, R. Arthur, N. M. P. Clarke, A. Gray, A. King, A. Quinn, F. Gardner, and G. Russell, "Ultrasonography in the diagnosis and management of developmental hip dysplasia (UK Hip Trial): clinical and economic results of a multicentre randomised controlled trial.," *Lancet*, vol. 360, no. 9350, pp. 2009–17.
- [40] G. Riboni, A. Bellini, S. Serantoni, E. Rognoni, and L. Bisanti, "Ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip.," *Pediatr. Radiol.*, vol. 33, no. 7, pp. 475–81, Jul. 2003.
- [41] N. M. Clarke, J. Clegg, and A. N. Al-Chalabi, "Ultrasound screening of hips at risk for CDH. Failure to reduce the incidence of late cases.," *J. Bone Joint Surg. Br.*, vol. 71, no. 1, pp. 9–12, Jan. 1989.
- [42] J. S. Burgers, R. P. T. M. Grol, J. O. M. Zaat, T. H. Spies, A. K. van der Bij, and H. G. a Mookink, "Characteristics of effective clinical guidelines for general practice.," *Br. J. Gen. Pract.*, vol. 53, no. 486, pp. 15–9, Jan. 2003.

## REFERÊNCIAS

- [43] S. H. Woolf, R. Grol, A. Hutchinson, M. Eccles, and J. Grimshaw, "Clinical guidelines: Potential benefits, limitations, and harms of clinical guidelines," *BMJ*, vol. 318, no. 7182, pp. 527–530, Feb. 1999.
- [44] M. Miller and N. Kearney, "Guidelines for clinical practice: development, dissemination and implementation.," *Int. J. Nurs. Stud.*, vol. 41, no. 7, pp. 813–21, Sep. 2004.
- [45] F. Cluzeau, P. Littlejohns, and J. M. Grimshaw, "Appraising clinical guidelines: towards a 'which' guide for purchasers.," *Qual. Health Care*, vol. 3, no. 3, pp. 121–2, Sep. 1994.
- [46] F. A. Cluzeau and P. Littlejohns, "Appraising clinical practice guidelines in England and Wales: the development of a methodologic framework and its application to policy.," *Jt. Comm. J. Qual. Improv.*, vol. 25, no. 10, pp. 514–21, Oct. 1999.
- [47] I. Kononenko, "Machine learning for medical diagnosis: history, state of the art and perspective," *Artif. Intell. Med.*, vol. 23, no. 1, pp. 89–109, Aug. 2001.
- [48] P. Domingos, "A Few Useful Things to Know about Machine Learning."
- [49] S. B. Kotsiantis, "Supervised Machine Learning: A Review of Classification Techniques. *Informatika* 31:249–268."