



Universidade de Brasília

Faculdade UnB – Gama 



50 1962
2012

SISTEMA AUTOMÁTICO PARA AVALIAÇÃO POSTURAL BASEADO EM DESCRITORES DE IMAGENS

GIAN LUCAS DE OLIVEIRA PAIVA

GRADUANDO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA

ORIENTADOR: PROF. CRISTIANO JACQUES MIOSSO

DR. EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

INTRODUÇÃO

- Uma boa postura indica uma boa saúde
- Posturas inadequadas podem trazer uma má qualidade de vida para a pessoa
- É um problema que pode passar despercebido
 - Pode possuir tratamento prolongado

INTRODUÇÃO

- Métodos para detecção de desvios:
 - Uma simples inspeção visual, feita por um profissional da fisioterapia

INTRODUÇÃO

- Métodos para detecção de desvios:
 - Raios-X



Fonte: PRATALI, 2012

INTRODUÇÃO

- Métodos para detecção de desvios:
 - Fotogramas



OBJETIVO GERAL

- Desenvolver um sistema de classificação automática de posturas, utilizando imagens utilizadas por fisioterapeutas para diagnóstico

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criação de algoritmos para segmentação dos marcadores e grade
- Criação de um algoritmo para extração de características
- Treinamento de um classificador (SVM) para o aprendizado das características
- Teste e validação dos resultados

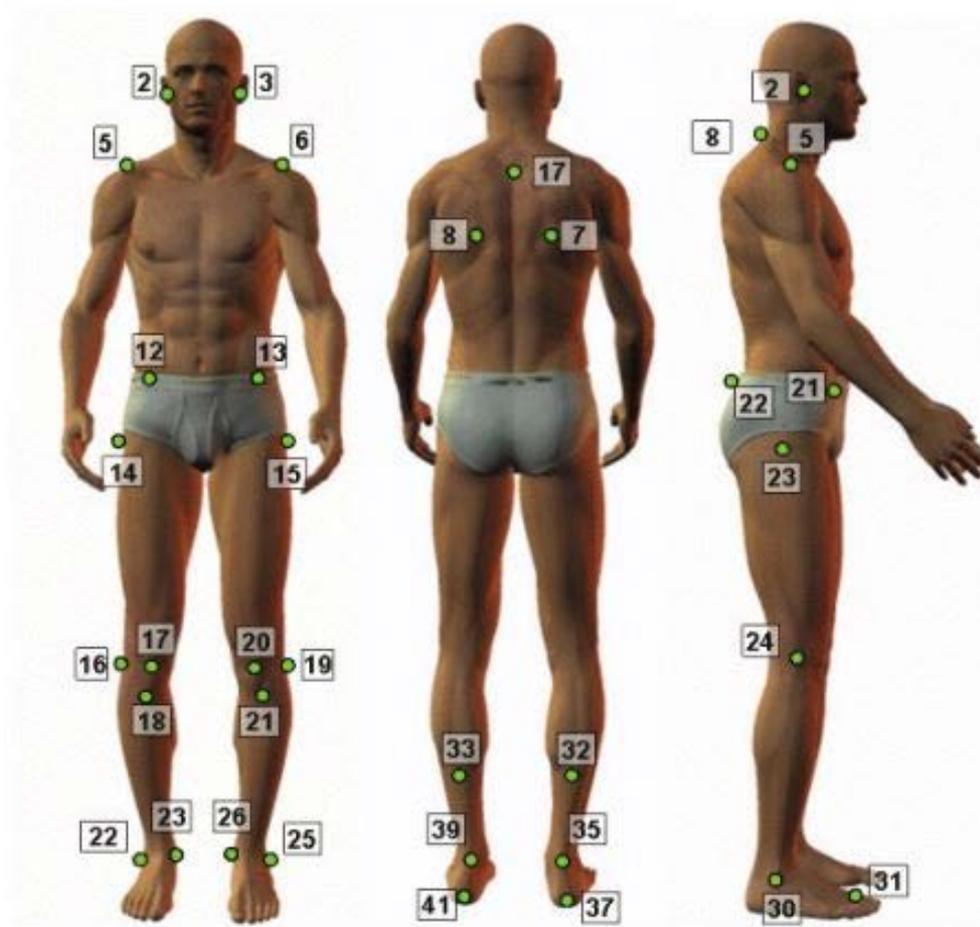
JUSTIFICATIVA

- A avaliação manual de uma imagem por um profissional pode levar alguns minutos
- Em um ambiente onde há muitos pacientes em espera, ou ainda falta de fisioterapeutas, a avaliação manual e individual pode ser inviável

JUSTIFICATIVA

- O Software SAPO (sistema de avaliação postural) é desenvolvido em linguagem Java, o que dificulta o desenvolvimento ou aprimoramento do código
- Seu protocolo é complexo, com mais de 40 marcadores

JUSTIFICATIVA

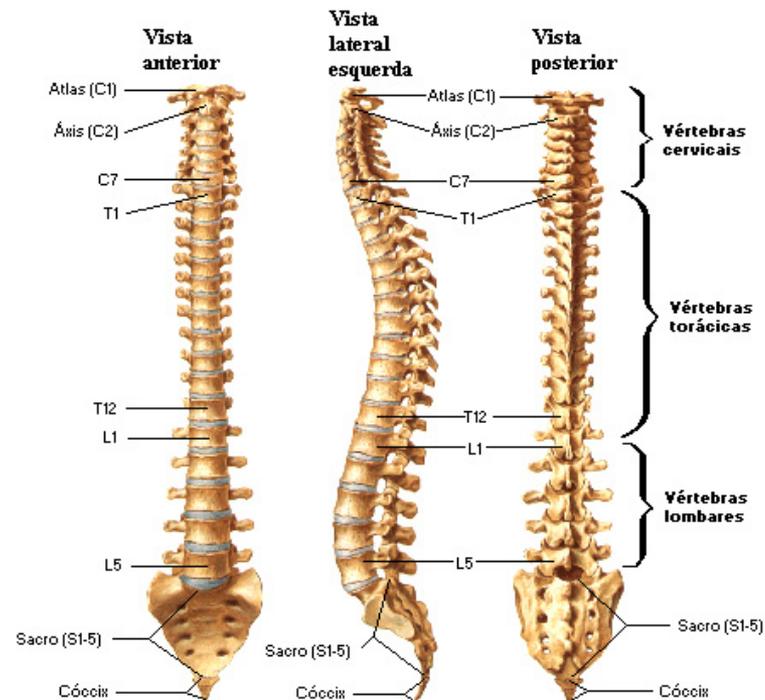


FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- Desvios de coluna
- Processamento de imagens
 - Segmentação por cores
 - Detecção de bordas
 - Segmentação de linhas
- Extração de características
- Aprendizado de máquina
 - Máquina de vetores suporte

DESVIOS DE POSTURA

- A coluna é dividida em três partes: cervical, torácica e lombar



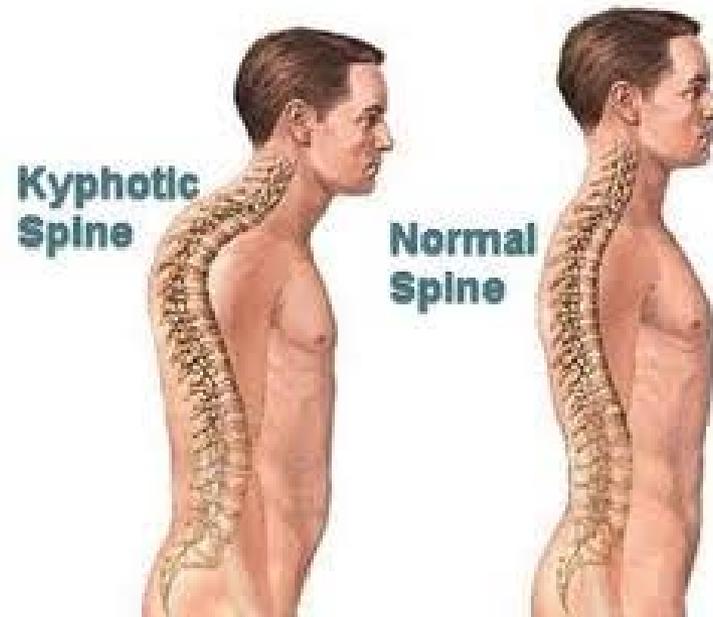
DESVIOS DE POSTURA

- Desvios de postura estruturais são aqueles que causam alterações nos tecidos da coluna vertebral
 - Lordose
 - Cifose
 - Escoliose

CIFOSE

- A Cifose é um desvio caracterizado pelo aumento na curvatura da coluna torácica
- Ela pode causar dores nas costas, cabeça e juntas
- Os tratamentos são longos e podem requerer cirurgias

CIFOSE



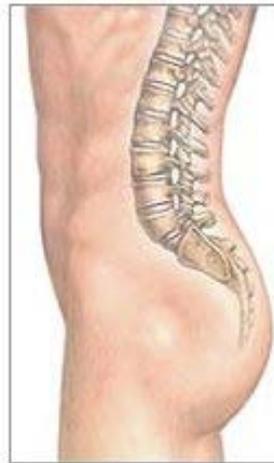
Fonte: Kyphosis: Causes, treatments & risks (2012)

LORDOSE

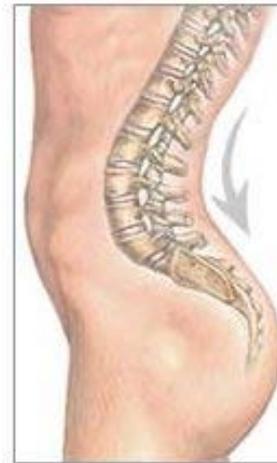
- A Lordose é um desvio caracterizado pelo aumento na curvatura da coluna lombar
- Ela pode causar dores, espasmos musculares e problemas intestinais e urinários
- Os tratamentos também são longos e podem requerer cirurgias

LORDOSE

Normal spine



Lordosis of the spine



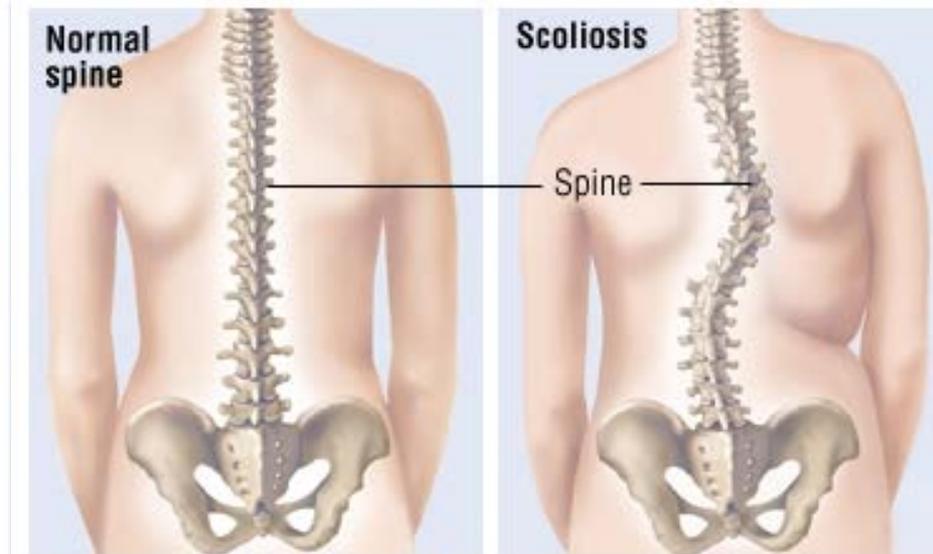
Exaggerated lumbar curve

Fonte: Lucile Packard Children's Hospital at Stanford (2013)

ESCOLIOSE

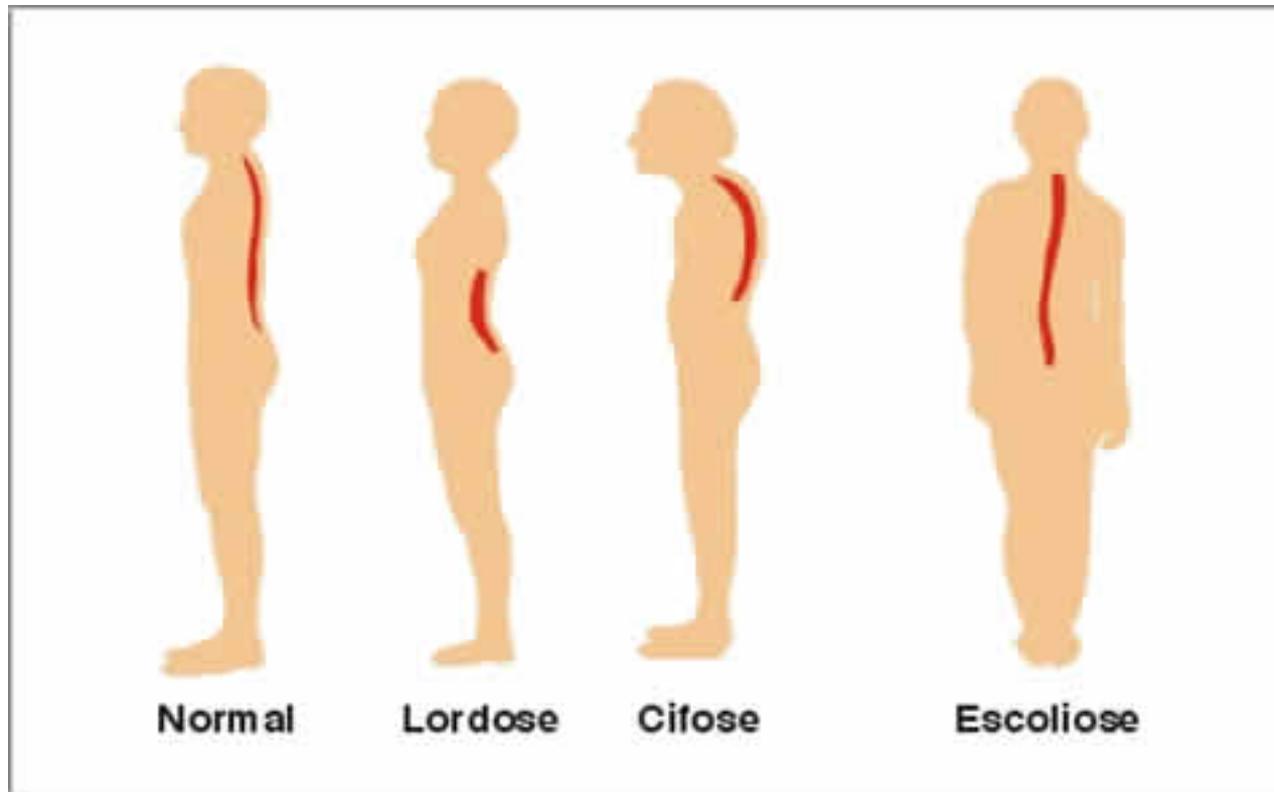
- A Escoliose é um desvio caracterizado por uma curvatura lateral da coluna, não pertencendo a uma região específica
- Sua progressão é mais lenta e mais difícil de ser percebida
- Ela é mais perigosa e mais difícil de tratar

ESCOLIOSE



Fonte: Sierra Neurosurgery Group. Adult scoliosis (2013)

DESVIOS DE POSTURA



Fonte: FISIOCENTER, 2014

METODOLOGIA

- Serão abordadas três metodologias:
 - Metodologia de desenvolvimento,
 - Experimental
 - Análise

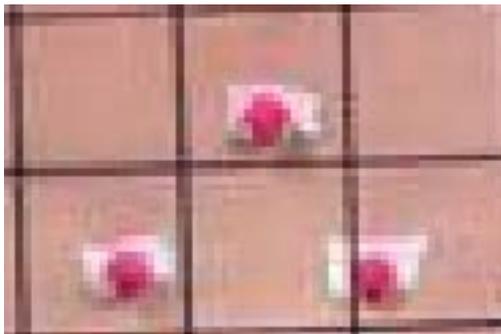
METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

- Extração de características da imagem
 - Segmentação dos marcadores
 - Segmentação da grade
- Cálculo de ângulos entre marcadores e a grade
- Treinamento da SVM

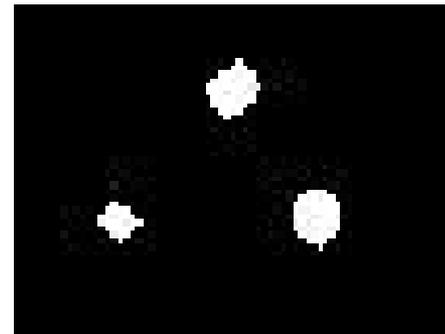
SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES

- A segmentação é feita por uma limiarização com base nos valores da imagem no sistema de cores HSV
 - Matiz -> Cor
 - Saturação -> Pureza da cor
 - Valor -> Brilho ou intensidade

SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES



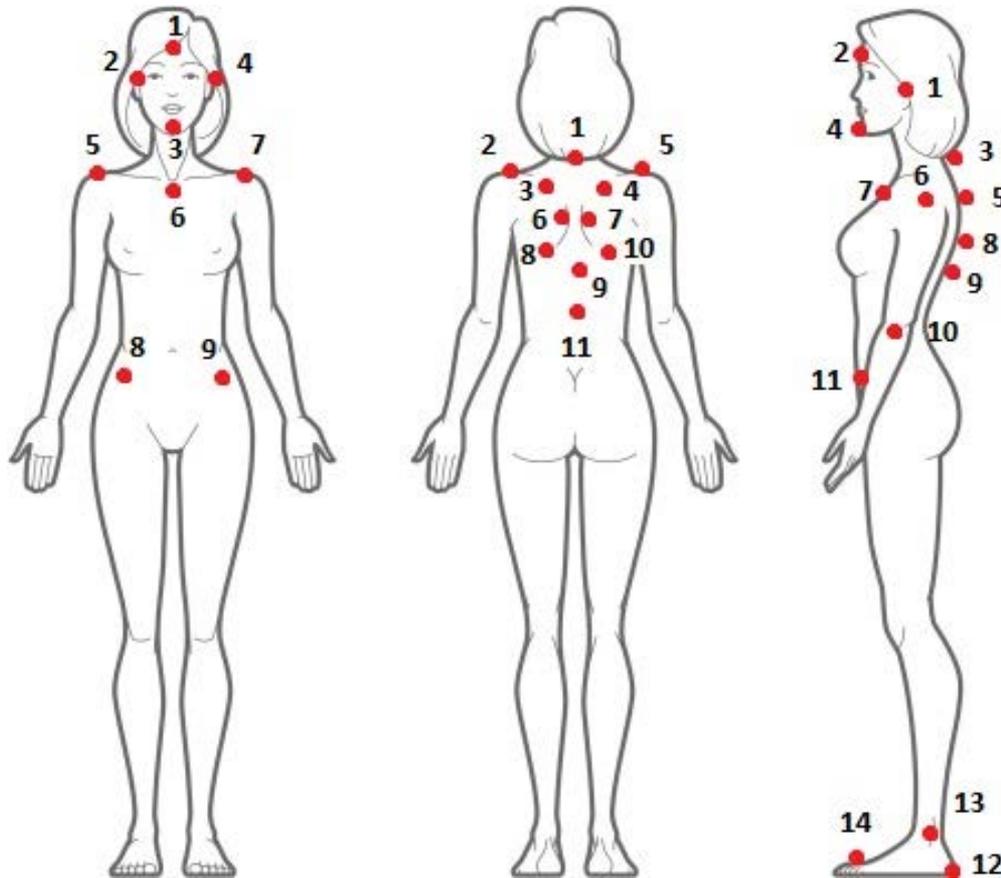
->



SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES

- Processo de *labeling* (rotulamento)
 - O *labeling* é importante para determinar as posições corretas dos marcadores
 - A abordagem feita é de médio nível, onde a posição dos outros marcadores são levadas em conta para a determinação do seu “nome” (*label*)

SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES



SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES

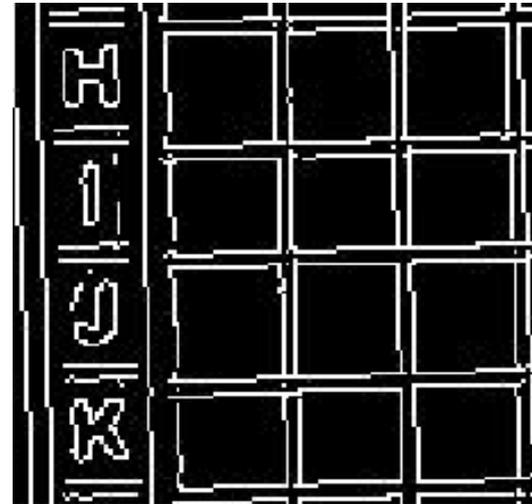
- Este processo é sujeito à falhas
 - Diferentes alturas dos sujeitos podem dificultar localização correta dos marcadores
 - Falhas de segmentação
- Será desenvolvida uma interface de usuário, para que ele possa trocar ou confirmar as posições dos marcadores

SEGMENTAÇÃO DA GRADE

- Uso de filtros de realce para detectar as transições das grades (alta frequência)



->



SEGMENTAÇÃO DA GRADE

- A imagem binária resultante será usada para cálculo da Transformada de Hough
 - Os valores de θ típicos para a grade são próximos de 0 e 90°
 - A grade é imperfeita, e a foto pode estar inclinada (uso de uma faixa de limiar)

SEGMENTAÇÃO DA GRADE

- Vários pequenos segmentos de reta são gerados
- A grade segmentada é a média de todas as grades que estão dentro dos limiares escolhidos

CÁLCULO DE ÂNGULOS

- Dois marcadores podem formar um segmento de reta
 - Junto com as retas verticais e horizontais da grade, podem ser calculados ângulos que possuem informação relevante

CÁLCULO DE ÂNGULOS

Perfil da imagem	Vetores formados pelos marcadores
Vista posterior	[2,5] - Alinhamento horizontal dos acrômios [3,4], [6,7], [8,10] - Alinhamento horizontal em vários pontos da escápula [9, 1], [11, 1] - Alinhamento vertical da linha espondilêia [11,2], [11,5] - Ângulos entre alguma vértebra lombar e os acrômios
Vista anterior	[2,4] - Alinhamento horizontal da cabeça [3,1] - Alinhamento vertical da cabeça [8,9] - Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores
Vista lateral	[1,6] - Alinhamento vertical da cabeça [6,13], [6,11], [13,11] - Ângulos entre membro inferior, quadril e acrômio [11,9], [11,8], [11,5] - Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores

TREINAMENTO DA SVM

- Classificação binária: irá classificar somente se possui certo tipo de desvio de postura ou não
- Os ângulos serão as características que serão aprendidas pela SVM

METODOLOGIA EXPERIMENTAL E DE ANÁLISE

- Nesta parte serão abordadas as formas de aquisição de imagens, forma de treinamento da SVM e análise estatística de dados

AQUISIÇÃO DE IMAGENS

- As imagens são obtidas por meio de fotografia comum, em quatro perfis
- São colocados marcadores em posições de referência no corpo da pessoa
- Uma grade auxilia a visualização de eixos e ângulos

AQUISIÇÃO DE IMAGENS



AQUISIÇÃO DE IMAGENS



AQUISIÇÃO DE IMAGENS



AQUISIÇÃO DE IMAGENS

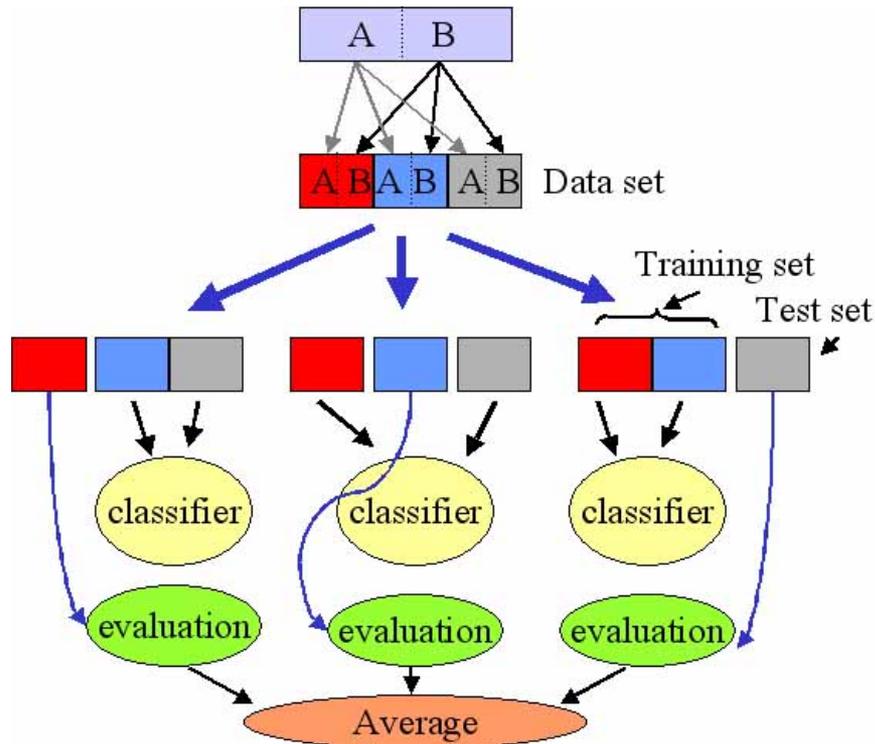


AQUISIÇÃO DE IMAGENS

- Foram utilizados 14 conjuntos de imagens para análise
- Para o treinamento e validação do sistema será utilizada a validação cruzada *v-fold*

ANÁLISE DE DADOS

- Validação Cruzada *v-fold*

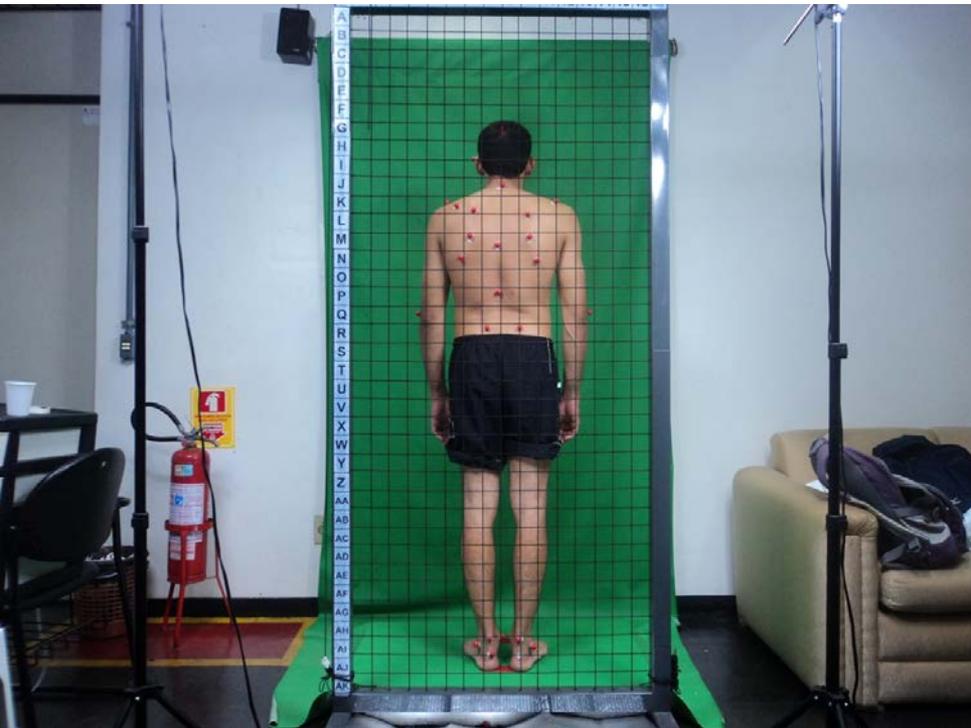


Fonte: BABELOMICS

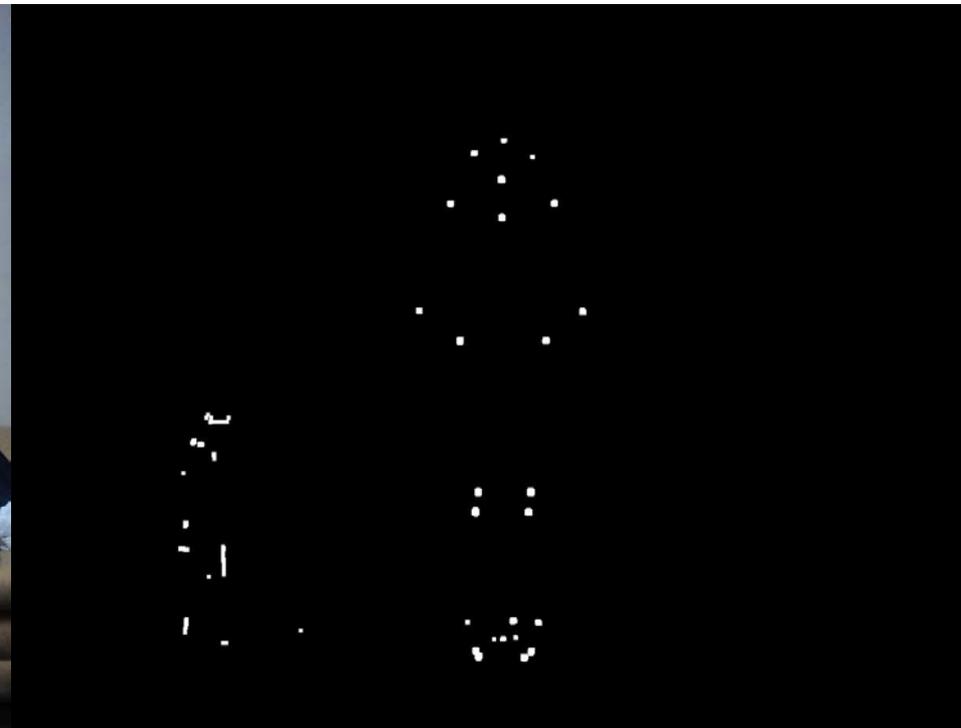
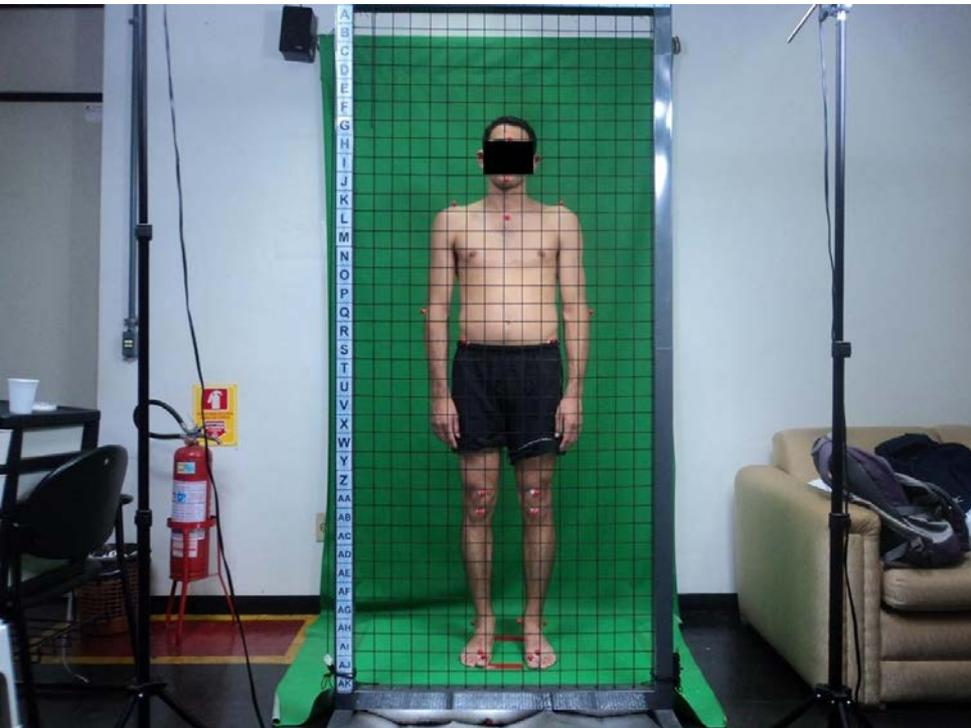
RESULTADOS

- Segmentação dos marcadores

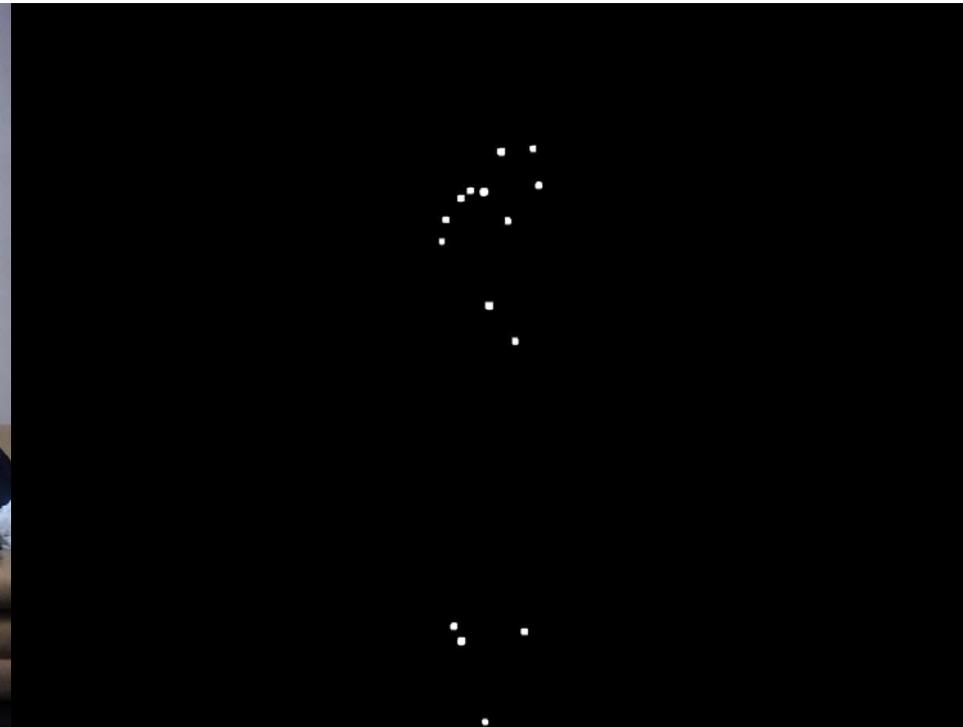
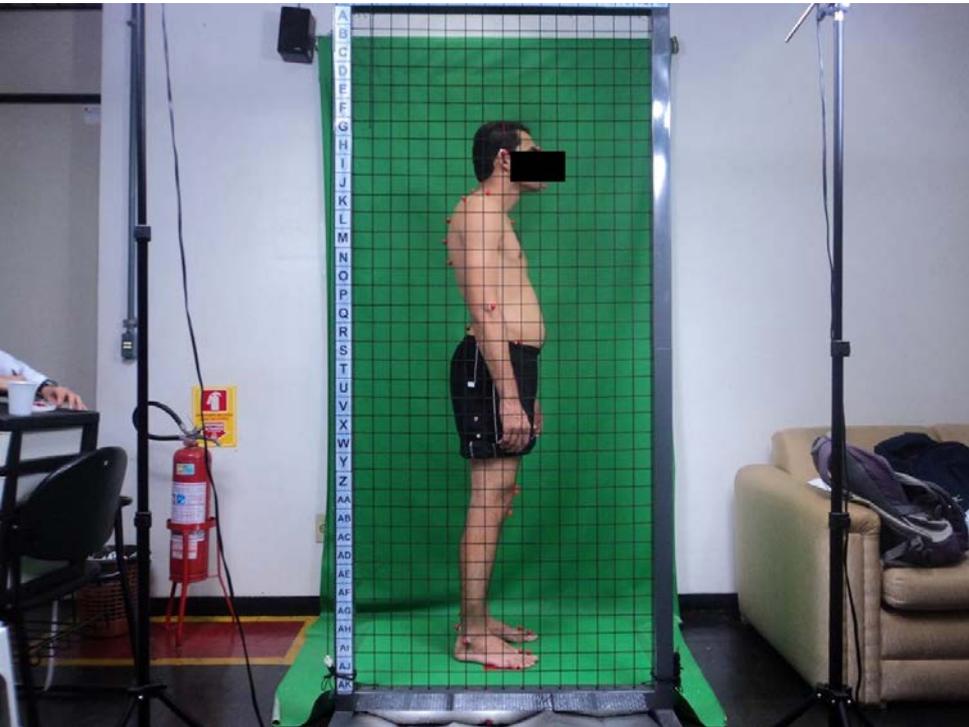
SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES



SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES



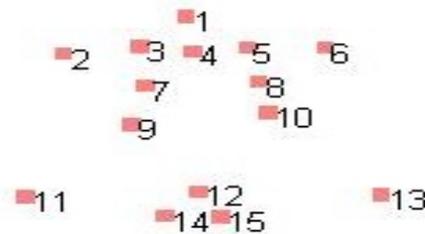
SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES



SEGMENTAÇÃO DOS MARCADORES

- Na maioria dos casos, os limiares não foram os mesmos para os 14 conjuntos de imagens disponíveis
- A pele humana possui uma matiz vermelha, com baixa saturação
 - Isso pode dificultar ou confundir a pele com os marcadores, que são vermelhos

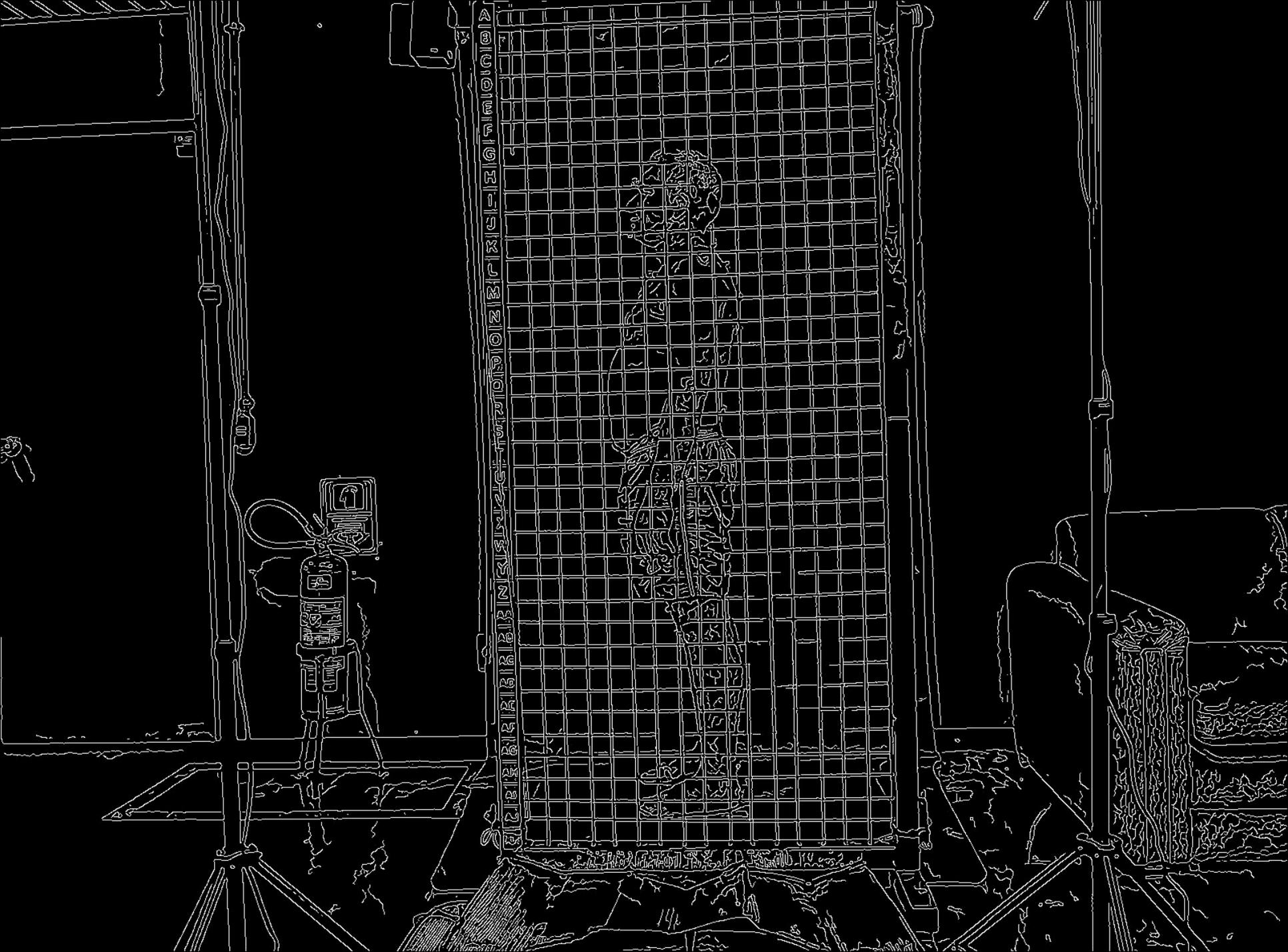
Clique em dois pontos para trocar a posição entre eles



Clique três vezes em um espaço vazio para sair do modo de seleção e concluir o processo de rotulamento

SEGMENTAÇÃO DA GRADE

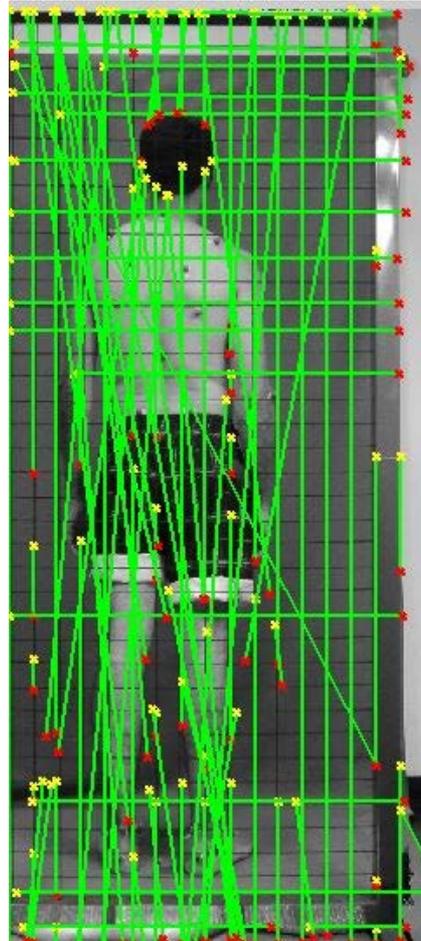
- Para a segmentação da grade, foi utilizado primeiro um filtro de realce antes da Transformada de Hough para detecção de linhas
- O filtro utilizado foi o detector de bordas de Canny



SEGMENTAÇÃO DA GRADE

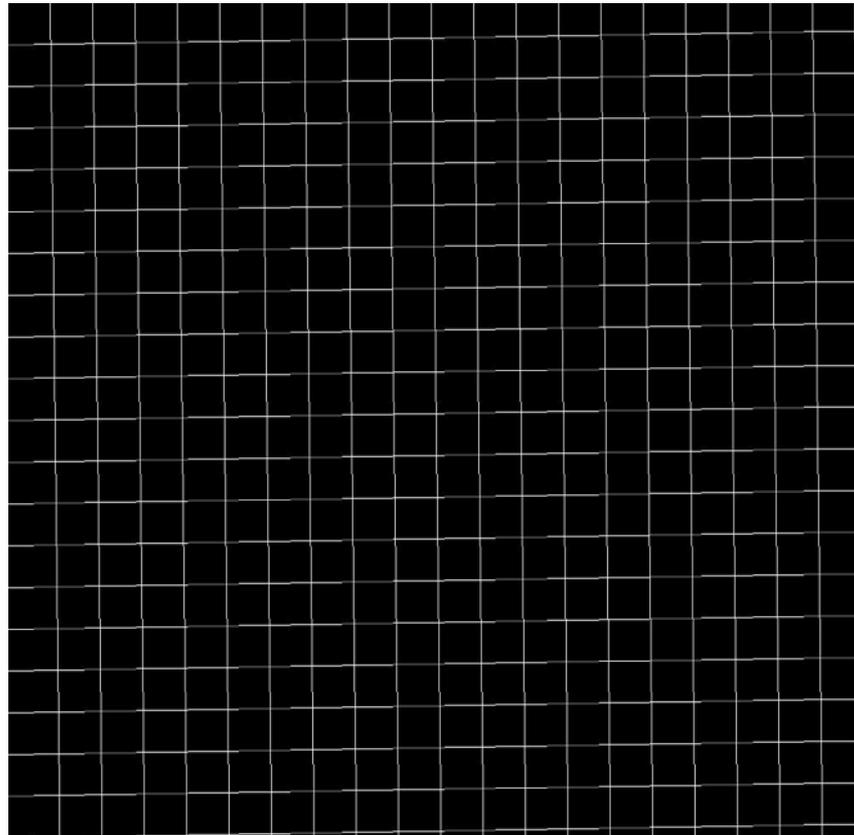
- Transformada de Hough
 - Apesar do filtro criar linhas duplas, a SHT pode ser configurada com limiares para ignorar a busca de algumas linhas (ex. “saltar” linhas muito próximas)

SEGMENTAÇÃO DA GRADE



SEGMENTAÇÃO DA GRADE

- Recriação da grade



EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

	Perfil posterior							Perfil Anterior			Perfil lateral direito						
	[2,5], H	[3,4], H	[6,7], H	[8,10], H	[9,1], V	[11,1], V	[11,2], [11,5]	[2,4], H	[3,1], V	[8,9], H	[1,6], V	[6,13], V	[6,11], V	[13,11], V	[11,9], H	[11,8], H	[11,5], H
Sujeito 1	3,10	4,08	6,28	3,43	175,42	179,73	69,53	7,52	178,33	3,97	22,78	0,27	13,16	172,03	126,89	120,92	112,29
Sujeito 2	2,78	1,56	1,72	0,43	178,28	179,26	68,00	1,24	178,66	0,86	14,06	2,19	8,21	174,63	129,53	120,98	111,53
Sujeito 3	1,96	2,79	2,32	1,42	179,15	179,59	71,48	6,10	179,56	3,87	3,65	1,25	11,99	171,66	130,32	119,19	113,93
Sujeito 4	1,96	3,97	1,54	4,71	179,45	180,00	80,16	2,66	177,18	0,46	17,75	1,46	7,97	173,31	119,80	115,79	110,73
Sujeito 5	1,02	2,19	1,89	1,89	177,59	178,45	64,47	4,29	177,58	1,88	23,54	1,38	12,88	171,54	126,13	115,58	110,13
Sujeito 6	0,43	4,33	1,57	2,46	175,36	177,83	61,56	3,14	176,28	0,05	23,75	2,88	11,90	169,76	126,57	120,11	111,02
Sujeito 7	2,36	4,20	5,55	8,09	174,59	178,61	64,24	0,23	175,77	1,38	11,66	2,74	12,31	169,97	128,73	121,48	111,95
Sujeito 8	3,38	5,94	4,01	1,00	177,86	179,39	63,05	1,46	178,56	2,84	0,66	1,58	4,49	174,74	120,60	113,61	109,11
Sujeito 9	2,01	6,99	0,19	1,93	178,14	178,27	73,67	3,92	176,31	1,23	17,66	1,10	18,43	171,75	131,20	122,55	116,38
Sujeito 10	0,08	0,26	1,02	0,79	179,26	179,76	64,77	3,28	179,06	2,45	13,37	0,75	16,39	170,18	134,74	127,53	120,97
Sujeito 11	0,95	3,27	0,05	1,32	178,42	179,67	77,84	1,11	177,43	3,24	2,82	1,73	13,15	170,93	129,59	124,89	118,66
Sujeito 12	1,62	5,02	1,33	0,41	177,41	177,52	76,15	1,01	177,42	2,53	11,85	1,70	6,92	175,71	131,37	122,96	115,13
Sujeito 13	1,62	1,13	3,06	1,20	179,19	179,24	71,62	3,67	177,92	2,87	4,88	3,33	5,35	169,40	112,71	110,94	108,12
Sujeito 14	0,42	0,57	0,99	0,69	176,52	179,24	61,85	5,76	176,46	1,17	12,85	1,01	16,37	169,71	133,34	122,16	112,24

EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

Conjunto	Desvio de postura
1	Escoliose
2	Nenhum
3	Nenhum
4	Lordose
5	Inespecifico
6	Nenhum
7	Nenhum
8	Escoliose
9	Escoliose
10	Cifose
11	Nenhum
12	Nenhum
13	Lordose e Escoliose
14	Escoliose

TREINAMENTO E VALIDAÇÃO

- O treinamento foi realizado com as 14 amostras, sendo 7 utilizadas para treinamento e 7 para classificação
- Os grupos foram permutados entre si 400 vezes
- A taxa de acerto obtida foi de 42,86% (3/7)

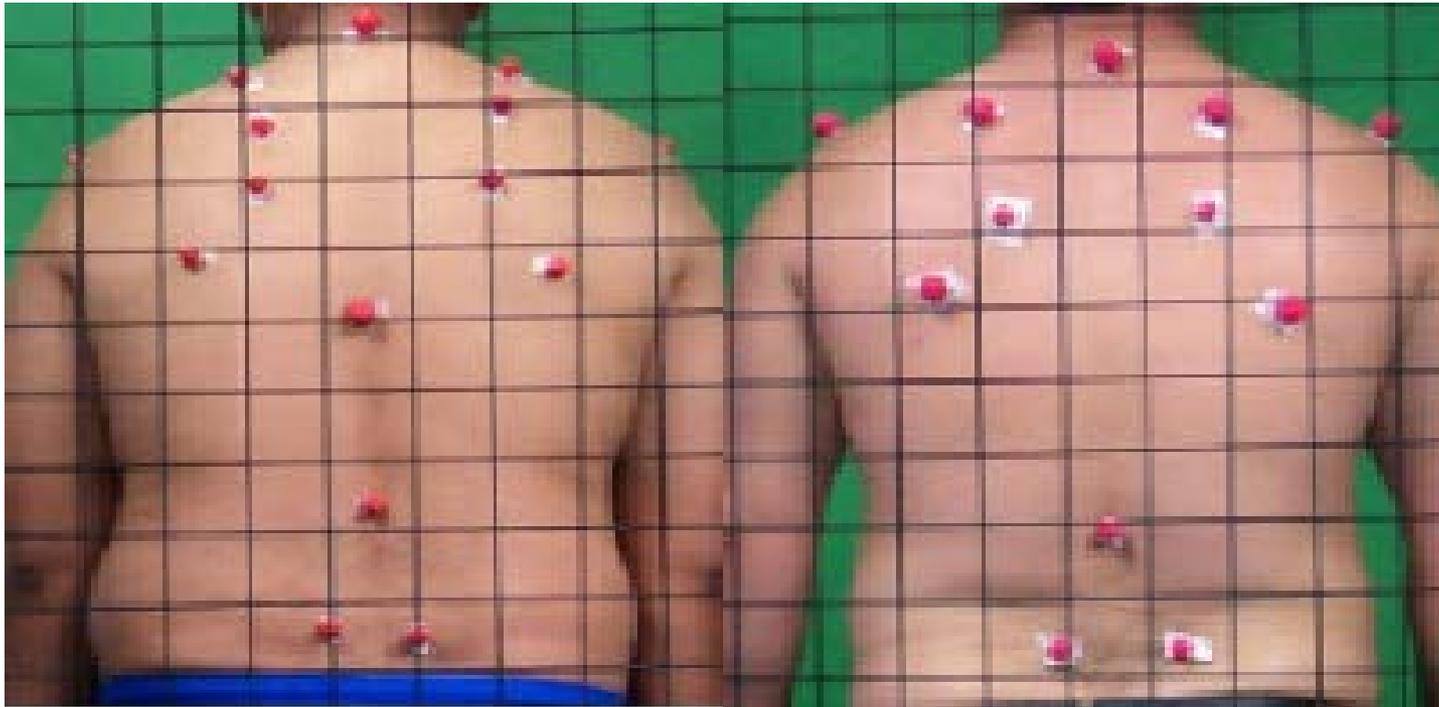
TREINAMENTO E VALIDAÇÃO

- Ao utilizar as 14 amostras para treinamento e classificação, a taxa de acerto obtida foi de 100%
- Isso indica que os procedimentos foram realizados corretamente

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O sistema teve uma baixa taxa de acerto nas classificações feitas
 - O baixo rigor na execução do protocolo reduziu o número de imagens disponíveis de 39 para 14

CONSIDERAÇÕES FINAIS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Algumas características do protocolo dificultaram a segmentação dos marcadores
 - Marcadores pequenos
 - Fundo ruidoso
 - Cores não adequadas para os marcadores
- Apesar disso, o treinamento e classificação com as 14 imagens disponíveis mostrou que as classes podem ser separadas

TRABALHOS FUTUROS

- Execução mais rígida do protocolo, com marcadores maiores com cores diferentes e um fundo neutro
- Criação de uma interface mais agradável para troca das posições de marcadores e para alterações dos limiares de matiz e saturação para segmentação dos marcadores

TRABALHOS FUTUROS

- Estender o sistema para ser mais preciso ao determinar o tipo de desvio
- Comparação do sistema proposto com o SAPO



Universidade de Brasília

Faculdade UnB – Gama 



50 1962
2012



Obrigado!

GIAN LUCAS DE OLIVEIRA PAIVA

gian_lucas2010@hotmail.com