



9 Jornadas

MEDICINA NUCLEAR

NUCLEAR MEDICINE MEETING

HOSPITAL GARCIA DE ORTA | 2017

PEDIATRIA E MEDICINA NUCLEAR
PAEDIATRICS AND NUCLEAR MEDICINE

Centro Garcia de Orta - Piso 2 - Hospital Garcia de Orta

20-21 ABRIL | 20th-21st APRIL



A N I V E R S Á R I O
S E R V I Ç O M E D I C I N A N U C L E A R

CONTRIBUTO DO *IMAGEJ* PARA SEGMENTAÇÃO DO VENTRÍCULO ESQUERDO EM CINTIGRAFIA DE PERFUSÃO DO MIOCÁRDIO

Carlota Leonardo de Sousa¹, Elisabete Carolino², Sérgio Figueiredo¹, Lina Vieira^{1,3}

¹Área Científica de Medicina Nuclear, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa 1990-096, Portugal.

²Área Científica de Matemática, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa 1990-096, Portugal.

³Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa 1749-016, Portugal.

CINTIGRAFIA DE PERFUSÃO DO MIOCÁRDIO

1. Introdução

Aplicações clínicas

- Diagnóstico de doença arterial coronária (presença, localização e severidade);

(Berman et al., 2001; Paul et al., 2004; Hesse et al., 2008)

- Diagnóstico de enfarte agudo do miocárdio (mas só em repouso...);

(Candell-Riera et al. 2004)

- Estratificação de risco (após-enfarte e pré-cirurgia);

(Berman et al., 2001; Paul et al., 2004; Hesse et al., 2008)

- Monitorização terapêutica após revascularização coronária (angioplastia ou CABG).

(Berman et al., 2001; Paul et al., 2004; Hesse et al., 2008)



Contributo do *ImageJ* para segmentação do ventrículo esquerdo em cintigrafia de perfusão do miocárdio

1. Introdução

CINTIGRAFIA DE PERFUSÃO DO MIOCÁRDIO

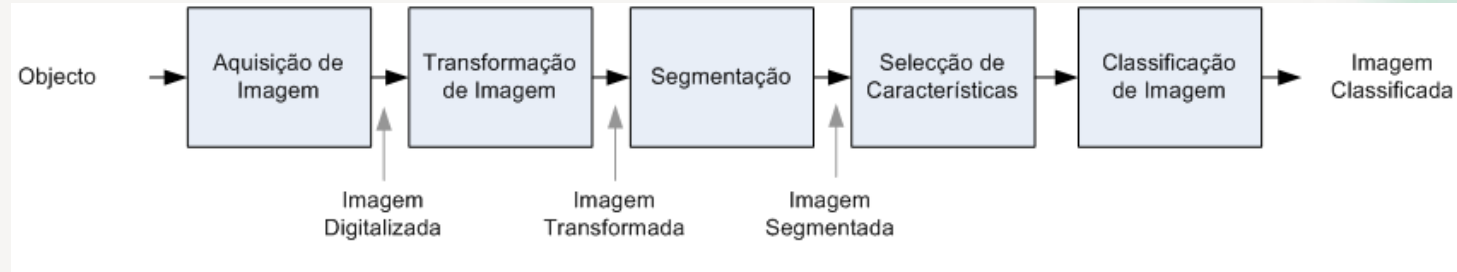
Atualmente, existem vários softwares que permitem avaliar e quantificar a perfusão do miocárdio encontrando-se validados para uso na prática clínica.

	Cedars-Sinai Medical Centre	Emory University	University of Michigan	Yale University
Commercial name	QPS/QGS; AutoQuant	EGS; ECTb	Corridor 4DM	GSCQ
Operation	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

Adaptado de *Myocardial Perfusion Imaging, Tech Guide, EANM 2014, Chapter 8, Figueiredo, S.; Costa, P.*

1. Introdução

CINTIGRAFIA DE PERFUSÃO DO MIOCÁRDIO



- Estudo SPECT

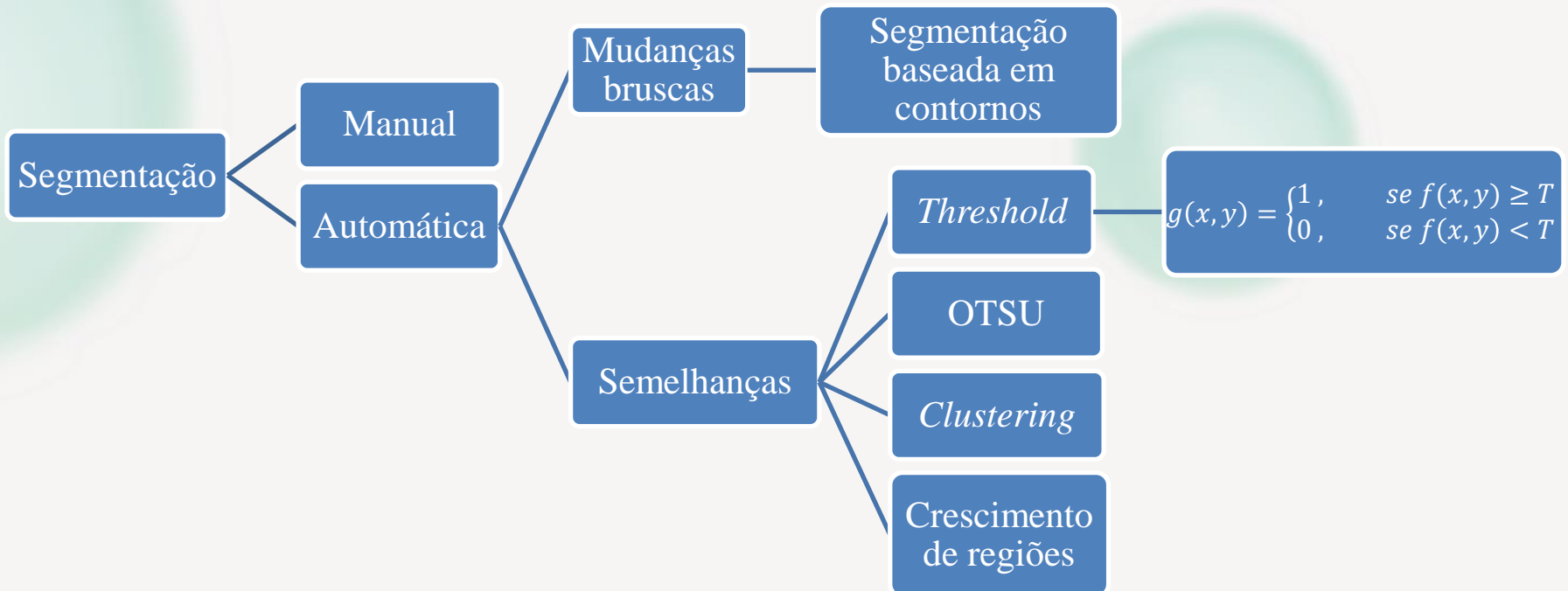
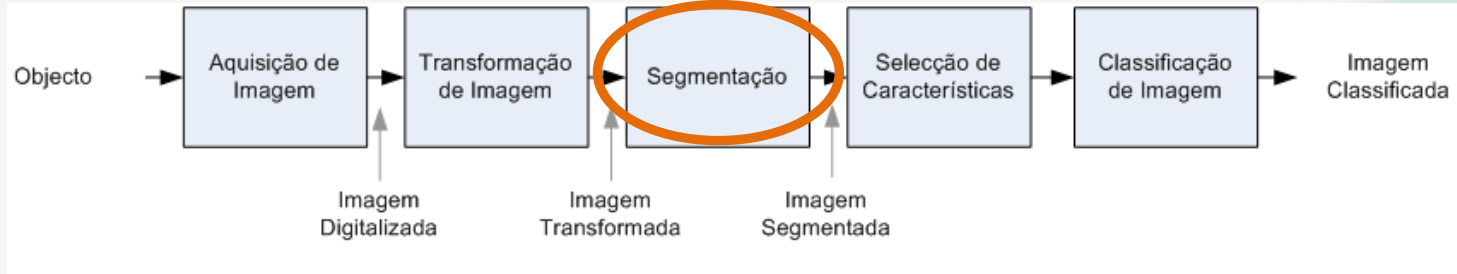
- Reconstrução do estudo tomográfico

- Segmentação do VE nos cortes de curto eixo (CE)

- Extração dos parâmetros quantitativos do VE

1. Introdução

CINTIGRAFIA DE PERFUSÃO DO MIOCÁRDIO



Contributo do *ImageJ* para segmentação do ventrículo esquerdo em cintigrafia de perfusão do miocárdio

1. Introdução

- *Softwares open-source* de processamento de imagem:

- *ImageJ*

(Rasband W, 1997)

Linguagem *java*;

Totalmente gratuito;

Executado em qualquer sistema operativo;

Ferramentas úteis de processamento de imagem.

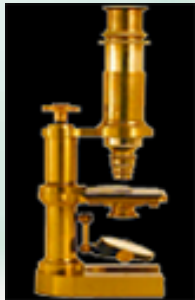
Vasta comunidade mundial (*plug-ins*)

Métodos de segmentação, ex:

Threshold

OTSU

k-means



ImageJ
Image Processing & Analysis in Java

2. Objetivo

Avaliar a **influência da aplicação de diferentes métodos de segmentação** disponibilizados no *ImageJ* (*threshold default*, OTSU e *k-means* (k=2 e k=3), **em CPM**, em função da atividade administrada/simulada (275, 385, 500 e 750 Bequerel/*voxel* (Bq/*voxel*) no miocárdio.

3. Metodologia

- Estudo experimental: 4 estudos de CPM simulados Método Monte Carlo GATE de estudos Gated-SPECT com recurso ao fantoma NCAT

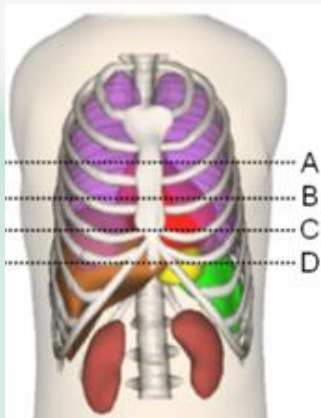


Tabela 1. Definição de como foi determinada a actividade por *voxel*/Miocárdio, sabendo que temos um miocárdio com ≈ 11000 *vóxeis*.

Actividade corpo inteiro (MBq)*	Actividade no miocárdio é 1,2%** da Actividade corpo Inteiro (MBq)	Actividade/ <i>voxel</i> \approx (Bq)
250	3,0	275
350	4,2	385
450	5,4	500
680	8,2	750

Figura 2. Fantoma NCAT. Adaptado de Segars, W.

http://dmip.radjhmi.edu/people/faculty/Paul/Segars_research.htm#NCAT

Reconstrução:

- Retroprojeção filtrada
- Pré-filtragem *butterworth*, ordem 5 e frequência de corte de $0,52 \text{ ciclos.cm}^{-1}$
- Sem correção de atenuação

3. Metodologia

- Exportação dos cortes CE da Xeleris e Importação dos cortes CE para o *software ImageJ* versão 1.8.0_60 para *Windows*.
- Segmentação: Manual; Threshold; OTSU; *k-means* com $k=2$ e $k=3$
- Desenho de uma região de interesse (RI) no VE em todos os cortes CE

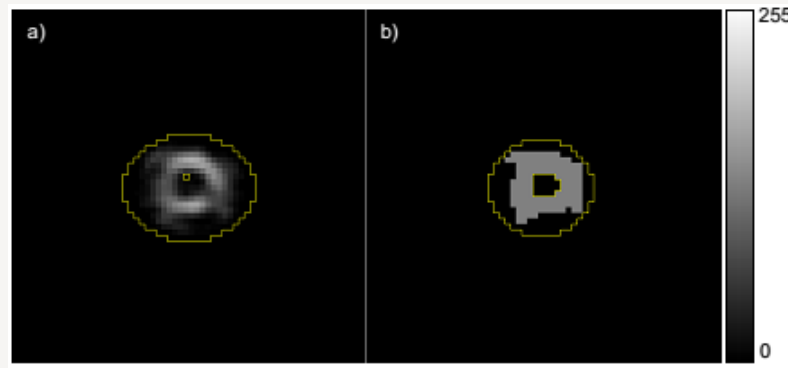


Figura 1- Exemplo do desenho das RI manuais no VE: num corte CE de um dos estudos não segmentado (a) e num estudo segmentado por $k=2$ (b).

Contributo do *ImageJ* para segmentação do ventrículo esquerdo em cintigrafia de perfusão do miocárdio

3. Metodologia

Avaliar o desempenho de cada Método de Segmentação

- Razão sinal/ruído (RSR)
- *Plugin SNR.jar* (RSR de Gonzalez)

$$RSR = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\sum_0^{nx-1} \sum_0^{ny-1} [r(x,y)]^2}{\sum_0^{nx-1} \sum_0^{ny-1} [r(x,y) - t(x,y)]^2} \right]$$

- $r(x,y)$ - imagem de referência
- $t(x,y)$ - imagem em que se pretende calcular a RSR

Mesmas dimensões [nx,ny]

- SPSS versão 22.0 para *Windows*
- $p < 0,05$

RSR no mesmo estudo mas com diferentes métodos de segmentação

- Teste de *Friedman*

RSR com diferentes estudos simulados mas segmentados pelo mesmo método

- Teste *Kruskal-Wallis*



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
 FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Written by *Daniel Sage* at the *Biomedical Image Group*, EPFL, Switzerland

Contributo do *ImageJ* para segmentação do ventrículo esquerdo em cintigrafia de perfusão do miocárdio

4. Resultados

Tabela 2- Análise descritiva das áreas das RI desenhadas no VE em todos os cortes CE (em mm²).

		Atividade do estudo no miocárdio (Bq/voxel)															
		275				385				500				750			
		Mín (mm ²)	Máx (mm ²)	Média (mm ²)	SD (mm ²)	Mín (mm ²)	Máx (mm ²)	Média (mm ²)	SD (mm ²)	Mín (mm ²)	Máx (mm ²)	Média (mm ²)	SD (mm ²)	Mín (mm ²)	Máx (mm ²)	Média (mm ²)	SD (mm ²)
Segmen. Manual	QPS	8177	17879	15228	2829	8131	15246	13220	2243	9887	15893	13874	1995	8870	17556	15591	2497
Segmen. Automática	Threshold default	1663	13873	9076	3448	3234	9702	7339	1956	4805	10580	7520	1880	3973	10949	7666	2172
	OTSU	1663	12936	8401	3178	3234	10025	7271	1977	4805	10580	7467	1859	3973	11365	7634	2195
	k=2	52	251	167	54	70	202	154	40	104	229	163	41	86	237	163	46
	k=3	136	330	250	69	115	267	212	51	177	267	226	33	136	325	245	60

- Diferenças quando no mesmo estudo são aplicados diferentes métodos de segmentação

Contributo do *ImageJ* para segmentação do ventrículo esquerdo em cintigrafia de perfusão do miocárdio

4. Resultados

Tabela 3- Comparação da RSR usando diferentes métodos de segmentação, em função da atividade administrada.

Ativ. no miocárdio (Bq/voxel)	Entre	RSR		
		Estadística de teste	Comparações múltiplas (p)	
275	Threshold default	Manual	0,000*	
		OTSU	1,000	
		k=2	1,000	
		k=3	1,000	
	OTSU	Manual	$X^2_p(7) = 43,732,$ $p = 0,000$	0,006*
		k=2		1,000
		k=3		1,000
		Manual		0,000*
	k=2	k=3	1,000	
		Manual	0,000*	
		k=3	1,000	
		Manual	0,000*	
385	Threshold default	Manual	0,000*	
		OTSU	1,000	
		k=2	0,567	
		k=3	0,012*	
	OTSU	Manual	$X^2_p(7) = 88,930,$ $p = 0,000$	0,000*
		k=2		1,000
		k=3		0,044*
		Manual		0,001*
	k=2	k=3	1,000	
		Manual	0,085	
		Manual	0,000*	
		Manual	0,000*	
500	Threshold default	OTSU	1,000	
		k=2	1,000	
		k=3	0,050	
		Manual	0,000*	
	OTSU	k=2	$X^2_p(7) = 90,237,$ $p = 0,000$	1,000
		k=3		0,050
		Manual		0,001*
		Manual		1,000
	k=2	k=3	0,066	
		Manual	0,000*	
		Manual	0,000*	
		Manual	0,000*	
750	Threshold default	OTSU	1,000	
		k=2	1,000	
		k=3	0,075	
		Manual	0,000*	
	OTSU	k=2	$X^2_p(7) = 89,885,$ $p = 0,000$	1,000
		k=3		0,075
		Manual		0,001*
		Manual		1,000
	k=2	k=3	0,050	
		Manual	0,000*	
		Manual	0,000*	
		Manual	0,000*	

Contributo do *ImageJ* para segmentação do ventrículo esquerdo em cintigrafia de perfusão do miocárdio

- **Tabela 4** - Comparação da RSR nos estudos de diferentes atividades mas segmentados pelo mesmo método.

Métodos de segmentação	Entre		Estatística de teste	Comparações múltiplas (p)
	Ativ. no miocárdio (Bq/voxel)	Ativ. no miocárdio (Bq/voxel)		
<i>Threshold default</i>	275	385	$\chi^2_{KW}(3) = 17,563,$ $p = 0,001$	0,004*
		500		0,002*
		750		0,007*
	385	500		1,000
	500	750		1,000
OTSU	275	385	$\chi^2_{KW}(3) = 18,619,$ $p = 0,000$	0,004*
		500		0,001*
		750		0,004*
	385	500		1,000
	500	750		1,000
<u>k=2</u>	275	385	$\chi^2_{KW}(3) = 25,288,$ $p = 0,000$	0,005*
		500		0,000*
		750		0,000*
	385	500		1,000
	500	750		1,000
<u>k=3</u>	275	385	$\chi^2_{KW}(3) = 6,532,$ $p = 0,088$	
		500		
		750		
	385	500		
	500	750		

*Diferenças estatisticamente significativas para $p < 0,05$.

4. Resultados

5. Conclusão/Perspectivas

- *k-means* com $k=3$ ➡ método mais indicado na segmentação do VE com recurso ao *software ImageJ*, independentemente da atividade administrada.
- Resultados, ainda que preliminares, revelam que o *ImageJ* pode ser uma opção de software livre na contribuição da segmentação do VE na CPM, em articulação com softwares clinicamente validados.
- Estudos simulados não têm em consideração a radiação de fundo ➡ novas linhas de investigação em estudos de CPM reais.
- Possibilidade futura de cálculo dos parâmetros funcionais e valores de perfusão do VE utilizando imagens segmentadas por *software open-source*.

Contributo do *ImageJ* para segmentação do ventrículo esquerdo em cintigrafia de perfusão do miocárdio



MUITO OBRIGADA!

Agradecimento ao projeto IPL/2016/CardiaCor_ESTeSL