

# Gerenciamento e Processamento Avançado de Imagens Por Ressonância Magnética

Palavras-Chave: ASL, Processamento de Imagens, CBF

Autores(as):

PEDRO HENRIQUE ALVES, IFGW – UNICAMP

Prof. Dr. ANDRÉ MONTEIRO PASCHOAL (orientador), IFGW - UNICAMP

---

## INTRODUÇÃO:

A hemodinâmica cerebral, e mais especificamente a perfusão sanguínea cerebral (CBF, do inglês *Cerebral Blood Flow*), é um importante aspecto fisiológico nos seres vivos e seu estudo é imprescindível para o diagnóstico e tratamento de patologias neurológicas que causam-no mudanças, como tumores cerebrais, acidente vascular cerebral, doença de Alzheimer e a doença de Parkinson [1]. Assim, urge a necessidade de técnicas que possibilitem o estudo do CBF causando o menor risco à saúde dos pacientes.

Desta forma, o ASL (*Arterial Spin Labeling*) se apresenta como uma possibilidade para realizar este tipo de estudo por ser uma modalidade de imagem de Ressonância Magnética (MRI, do inglês *Magnetic Resonance Image*) quantitativa e não invasiva [2]. Esta técnica tem como princípio a imersão do paciente em um determinado Campo Magnético ( $B_0$ ), para que haja o alinhamento dos spins de prótons existentes nos átomos de hidrogênio presentes no corpo humano, seguida por uma perturbação nestes spins gerada a partir de pulsos de radiofrequência (RF) ajustados para a frequência de Larmor ( $\omega_L$ ) do hidrogênio. Para o método de ASL, são obtidas imagens controle (CI) e imagens marcadas (TI). As imagens CI são obtidas sem a presença da perturbação por RF previamente à aquisição das imagens e as imagens TI são obtidas com a presença da perturbação por RF previamente à aquisição da imagem, numa região chamada de plano de marcação. No entanto, para que consigamos resultados satisfatório, após a obtenção das imagens, é de extrema importância um processamento adequado destas para que o valor de CBF adquirido reflita o valor real do paciente, pois existem diversos parâmetros na extração do cérebro das imagens e na segmentação das imagens que tem o poder de interferir fortemente nos valores obtidos.

Tendo isso em vista, o presente trabalho tem como objetivo estudar e analisar a influência de diversos parâmetros encontrados no processamento de imagens obtidas por ASL com o fim de encontrar um conjunto de parâmetros ótimo para a realização da técnica, bem como caracterizá-los e registrá-los.

## METODOLOGIA:

As imagens deste estudo foram obtidas a partir de uma máquina de Ressonância Magnética 3T disponível no Hospital das Clínicas da Unicamp. Foram obtidas imagens de 6 voluntários adultos e saudáveis pelo método de ASL pseudo-contínuo (pcASL) nas modalidades single-shot (SS) e double-shot (DS), com um PLD (*Post Labeling Duration*) de 1800ms e um LD (*Labeling Duration*) de 1800ms.

### Pré-Processamento:

Antes da imagem ser processada, foi extraída a imagem de calibração ( $M_0$ ) e de perfusão de cada voluntário a partir da imagem fornecida pelo equipamento de ressonância; então foi feito um processamento anatômico nas imagens estruturais de cada voluntário utilizando a biblioteca de ferramentas de análise FSL (*FMRIB Software Library*).

Além do processamento anatômico padronizado do FSL, também foram feitas extrações de cérebro e segmentações nas imagens anatômicas de forma manual, com o auxílio das ferramentas BET (*Brain Extraction Tool*) e FAST (*FMRIB's Automated Segmentation Tool*). Na utilização do BET, foi estudada a influência dos parâmetros Gradient Threshold (T) e Fractional Threshold (F), já na ferramenta FAST foi analisado o parâmetro MRF ( $\beta$ ). Foram testados uma gama de valores para cada parâmetro, com T variando entre -0.5 e 0 e F variando entre 0 e 0.5.

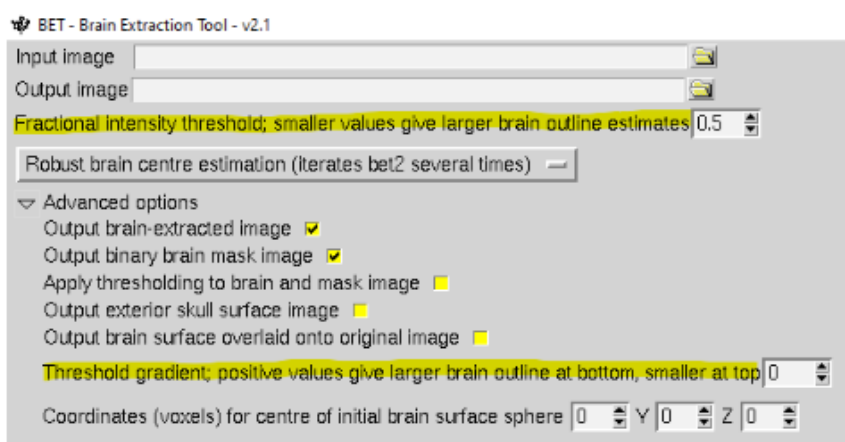


Figura 1 - Interface da ferramenta BET com os parâmetros T e G marcados

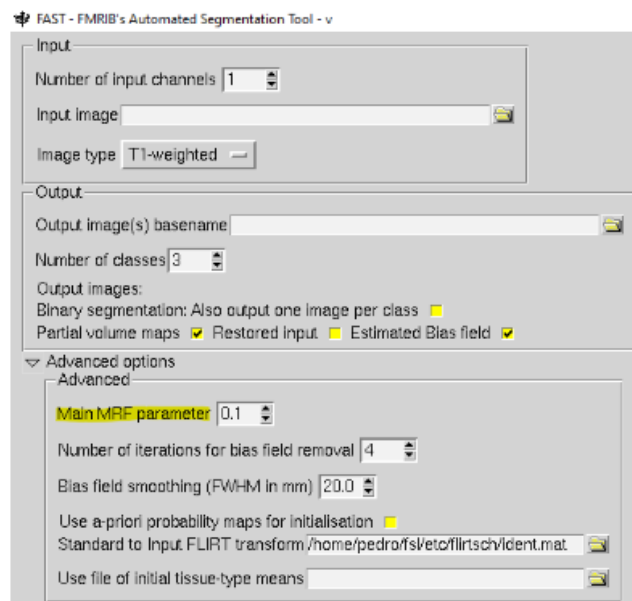


Figura 2 - Interface da ferramenta FAST com o parâmetro MRF marcado

Nesta etapa foram feitas análises visuais e qualitativas para encontrar qual deveria ser a combinação ótima de parâmetros.

### Processamento:

Após aplicar o pré-processamento adequado, as imagens foram processadas com o auxílio da ferramenta BASIL (*Bayesian Inference for Arterial Spin Labeling MRI*). Todas as análises foram feitas utilizando como base o White Paper (WP) proposto por Alsop et al (2015), e também utilizando as

correções de Movimento (MC) e de Volume Parcial (PVC). Nesta etapa, foi também analisada a influência da Eficiência de Marcação ( $\lambda$ ) e os valores estudados foram 0.75, 0.8 e 0.85.



Figura 3 - Interface da ferramenta Basil com as correções marcadas

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As imagens processadas utilizando apenas o pré-processamento anatômico padrão do FSL apresentaram os seguintes valores médios de CBF (quantificados em  $\text{mg}_{\text{sangue}}/\text{100mL}_{\text{tecido}}/\text{min}$ ) nas regiões de Massa Cinzenta (GM) e Massa Branca (WM):

	SS WM	SS GM	DS WM	DS GM	Ref WM <sup>[4]</sup>	Ref GM <sup>[4]</sup>
CTL001	35.92	46.24	19.73	54.12	22.72	50.46
CTL003	39.25	54.42	25.67	51.51		
CTL004	32.35	44.09	19.65	42.17		
CTL005	31.22	43.08	25.63	44.18		
CTL006	26.16	43.81	20.99	44.99		
CTL007	34.68	44.57	26.60	44.73		
<b>MÉDIA</b>	<b>33.26</b>	<b>46.03</b>	<b>23.04</b>	<b>46.95</b>		

Tabela 1 - Valores médios de CBF ( $\text{mg}/\text{100mL}/\text{min}$ ) encontrados nas GM e na WM, assim como os valores de referência obtidos por Clement et al (2022)

No entanto, ao compararmos estes valores obtidos com valores de referência apresentados por Carroll et al (2008), é possível notar que, quando utilizamos o pré-processamento anatômico padrão, o método SS tende a superestimar o CBF na WM enquanto subestima na GM e o método DS tende a dar valores aceitáveis de CBF na WM enquanto subestima na GM.

Então, após análises qualitativas, os parâmetros encontrados para extração/segmentação das imagens que demonstraram melhores resultados visualmente foram  $T = -0.3$ ,  $F = 0.35$  e  $\beta = 0.3$ . Os valores médios de CBF encontrados utilizando estes parâmetros, e  $\lambda = 0.85$ , foram:

	<b>SS WM</b>	<b>SS GM</b>	<b>DS WM</b>	<b>DS GM</b>
<b>CTL001</b>	33.26	48.00	27.12	46.01
<b>CTL003</b>	40.22	56.17	26.20	53.38
<b>CTL004</b>	33.06	46.23	20.21	44.82
<b>CTL005</b>	31.91	43.96	26.03	44.65
<b>CTL006</b>	26.52	44.27	21.24	45.40
<b>CTL007</b>	35.68	45.78	27.41	46.00
<b>MÉDIA</b>	<b>33.44</b>	<b>47.40</b>	<b>24.70</b>	<b>46.71</b>

Tabela 2 - Valores médios de CBF obtidos utilizando  $T = -0.3$ ,  $F = 0.35$ ,  $\beta = 0.3$  e  $\lambda = 0.85$

É possível notar uma pequena melhora nos resultados para DS tanto na WM quanto na GM, enquanto para SS houve uma pequena melhora nos resultados da GM e nenhuma para WM. Portanto, ao compararmos os mapas de perfusão obtidos (Figuras 4-5) para cada processamento, é possível notar uma melhora significativa quando utilizamos a máscara personalizada:

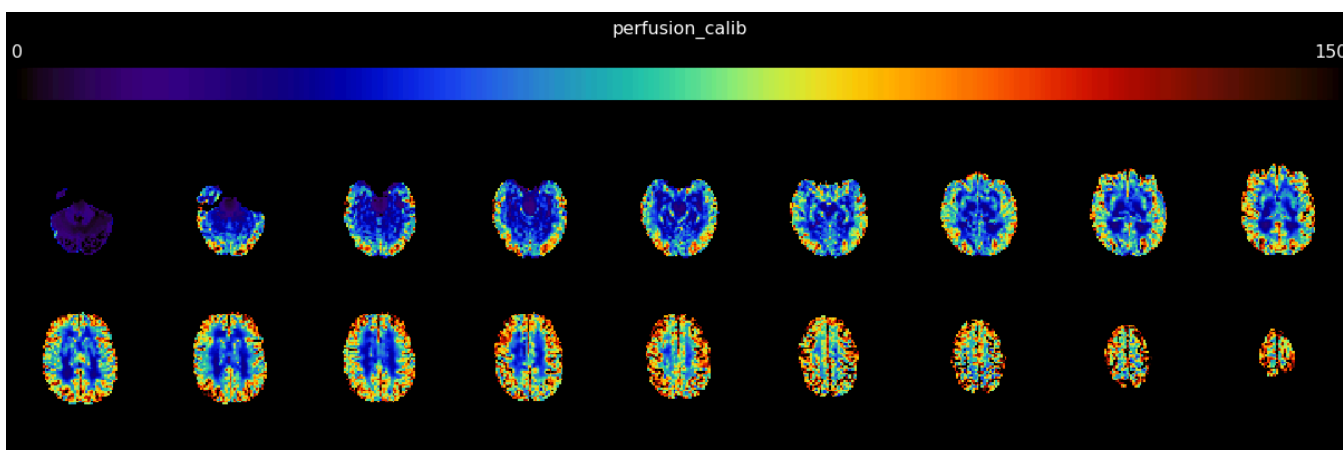


Figura 4 - Mapa de perfusão obtido para o voluntário 1 utilizando a máscara gerada pelo pré-processamento anatômico padrão

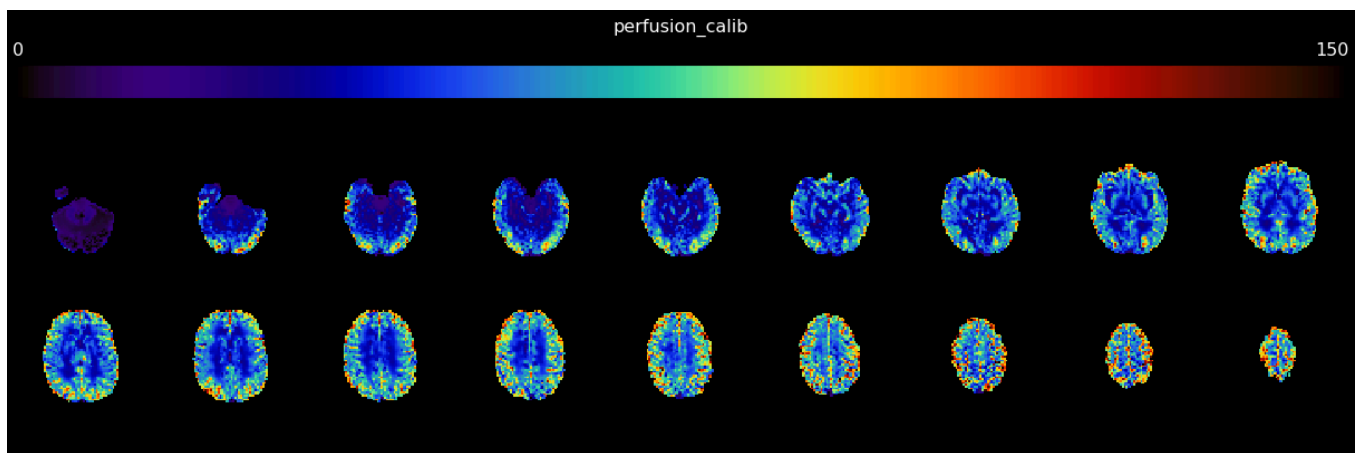


Figura 5 - Mapa de perfusão obtido para o voluntário 1 utilizando a máscara personalizada

## CONCLUSÕES:

Portanto, podemos concluir que a hipótese inicial de que a disparidade dos valores obtidos com os valores de referência eram provenientes da máscara não tenha sido totalmente validada, uma vez que os valores médios de CBF obtidos utilizando uma máscara personalizada não apresentaram melhoras significativas mas os mapas de perfusão apresentaram melhoras. Desta forma, são necessários outros estudos incluindo mais parâmetros que estão envolvidos no processamento de imagens ASL e analisando suas influências no valor final de CBF obtido; outra hipótese levantada que pode ser investigada é a influência do tempo de aquisição da imagem de calibração utilizada no processamento.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Rane et al. **Arterial spin labeling detects perfusion patterns related to motor symptoms in Parkinson's disease**. *Parkinsonism and Related Disorders*, v. 76, p. 21-28, 2020.
- [2] Clement et al. **A Beginner's Guide to Arterial Spin Labeling (ASL) Imaging Processing**. *Frontiers in Radiology*, v. 02, 2022.
- [3] Alsop et al. **Recommended Implementation of Arterial Spin-Labeled Perfusion MRI for Clinical Applications: A Consensus of the ISMRM Perfusion Study Group and the European Consortium for ASL in Dementia**. *Magnetic Resonance in Medicine*, v. 73, p. 102-116, 2015.
- [4] Carroll et al. **Quantification of cerebral perfusion using the "bookend technique": an evaluation in CNS tumors**. *Magnetic Resonance Imaging*, v. 26, p. 1352-1359, 2008.