

---

# Laboratory Journal

Trabalho de Conclusão de Curso

---

Yuri R. Tonin

yuri@df.ufscar.br

Início do Journal: 31 de Outubro de 2017



# Sumário

<b>Terça, 31 de Outubro de 2017</b>	<b>1</b>
1    Análise de Dados . . . . .	1
2    Análise de Dados . . . . .	2
<b>Quarta, 1 de novembro de 2017</b>	<b>3</b>
1    Análise de Dados . . . . .	3
<b>Terça, 7 de novembro de 2017</b>	<b>4</b>
1    Análise de Dados . . . . .	4
<b>Quarta, 8 de novembro de 2017</b>	<b>6</b>
1    Escrita do TCC . . . . .	6
2    Análise de Dados . . . . .	6
<b>Quinta, 9 de novembro de 2017</b>	<b>7</b>
1    Análise de Dados . . . . .	7
<b>Sexta, 10 de novembro de 2017</b>	<b>8</b>
1    Análise de Dados . . . . .	8
<b>Terça, 14 de novembro de 2017</b>	<b>9</b>
1    Escrita do TCC . . . . .	9
<b>Quinta, 23 de novembro de 2017</b>	<b>10</b>
1    Leitura de artigo . . . . .	10
<b>Terça, 28 de novembro de 2017</b>	<b>11</b>
1    Leitura de artigo . . . . .	11
2    Simulação . . . . .	11



# Terça, 31 de Outubro de 2017

## 1 Análise de Dados

Ao realizar simulações, observamos que um sinal com um ruído aleatório (de distribuição gaussiana e largura 1 desvio padrão) causava uma grande incerteza na posição dos pontos da curva linear (figura 1). O comportamento esperado é que o ponto a esquerda representa o ângulo maior (no caso,  $10^\circ$ ), enquanto que o outro represente o ângulo menor ( $2^\circ$ ). As simulações mostravam caso em que as posições se invertiam, devido ao grande ruído.

Seja  $S$  o sinal. No eixo Y, plota-se  $S/\sin$ . No eixo X,  $S/\tan$ . Espera-se que  $S/\sin(2^\circ) > S_{10}/\sin(10^\circ)$  pois o numerador cresce menos que o denominador quando se muda o ângulo de  $2^\circ$  para  $10^\circ$ . Para ver isso basta plotar uma curva do sinal ideal e ver a variação em cada valor dos ângulos.

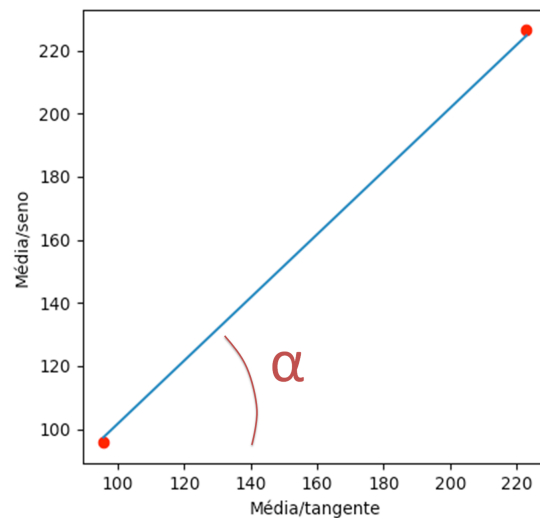


Figura 1:

Voltamos então a GUI para avaliar se os fittings também apresentavam o mesmo comportamento. Descobrimos que os valores estavam sempre invertidos, isto é, o ponto da esquerda era o de  $2^\circ$  e o da direita de  $10^\circ$ . O motivo é que o valor de  $S_{10} \gg S_2$ . Isso não pode estar correto. Portanto, tudo indica que há uma diferença de ganho no sinal em

*Terça, 31 de Outubro de 2017*

diferentes aquisições, já que um conjunto de dados com determinado ângulo diz respeito a uma aquisição.

Iremos então realizar uma análise dessa diferença no sinal para cada um dos ângulos. Usaremos a GUI para dados de diversos pacientes e analisaremos a inclinação da reta é aproximadamente a mesma para todos os pacientes. se houver uma consistência, poderemos fazer o mesmo para uma região de gorda (onde o contraste não atinge) e outra de rim (por onde o contraste passa). Essas regiões poderão ser utilizadas como referência para criarmos um “segundo rescaling” e obter os valores corretos (ou mais próximos dos corretos) para a média de uma ROI (sinal).

## 2 Análise de Dados

O Fernando me passou os dados de diversos pacientes. Por agilidade, optamos por calcular as médias das ROIs pelo MIPAV. Fiz a análise de apenas 1 paciente para as imagens pré-contraste. Algo estranho aconteceu: as médias da ROI estão dando valores (muito!) diferentes do que quando calculo pela minha GUI do Python. E o pior: pelo MIPAV, a diferença de intensidade da imagem de 2 para a de 10 graus parece ser de 4 vezes, como deve ser! **Checar documentação do MIPAV** para ver se calculei corretamente as médias pelo software. Caso isso se confirme, terei que ver na GUI se fiz algum cálculo com a imagem que possa estar alterando os valores dos pixels e mudando tanto assim a média do sinal na ROI. Também posso tentar entender como o Python importa as imagens; quem sabe na importação algo está alterando os valores...

ERRATA: O motivo para a diferença acima foi encontrado no dia seguinte.

# Quarta, 1 de novembro de 2017

## 1 Análise de Dados

A diferença nos valores do MIPAV e da GUI citadas ontem ocorrem por causa do rescaling que fiz na GUI. O MIPAV não faz o rescaling. Assim, extraí o valor dos coeficientes de rescaling pela GUI e vou implementar o rescaling pelo excel posteriormente após extrair todos os valores de intensidade pelo MIPAV.

# Terça, 7 de novembro de 2017

## 1 Análise de Dados

Terminei de analisar as médias do sinais provenientes de diferentes regiões: 3 do fígado, 1 do rim e 2 de gordura.

Ignorei o SUBJ021 porque seu arquivo DICOM era único para todos os slices e assim não consegui extrair os Rescaling factors a partir da minha GUI, a qual precisa de 1 arquivo por slice.

A tabela 1 mostra os valores do coeficiente angular da reta gerada pelos dois pontos de cada região (2 e 10 graus), para cada sujeito.

Vemos que os SUBJ011 e SUBJ018 possuem valores bem altos para o coeficiente. Vemos que as regiões de gordura possuem o menor desvio padrão. Todos os demais possuem desvio padrão da de 100% da média.

A variação é considerável. Preciso falar com o Fernando e ver se poderemos fazer a análise que tínhamos em mente ou não.

EDIT: Dois pacientes (SUBJ011 e SUBJ018) apresentavam valores bem discrepantes do restante. Optamos por ignorar esses pontos. Ao ignorar esses pontos, a média e o desvio padrão melhoram consideravelmente (tabela 2). Vamos utilizar essa tabela sem esses 2 pacientes.



Tabela 1: Coeficiente angular entre os dois pontos de intensidade para diferente pacientes e regiões

Paciente	Fígado A	Fígado B	Fígado C	Rim	Gordura A	Gordura B
SUBJ001	4.31	4.27	5.42	4.14	1.25	1.34
SUBJ002	4.78	4.00	4.08	2.55	1.41	1.41
SUBJ003	4.12	4.86	5.05	4.02	0.95	0.95
SUBJ004	4.11	3.73	4.33	2.20	0.87	0.87
SUBJ005	3.50	3.64	4.69	3.42	1.16	1.16
SUBJ006	5.89	6.97	7.05	3.51	1.52	1.52
SUBJ007	2.77	2.41	2.20	1.86	0.83	0.83
SUBJ008	4.51	4.73	5.42	3.07	1.02	1.02
SUBJ009	7.76	8.20	8.37	4.51	2.10	2.10
SUBJ010	4.14	4.56	4.82	2.77	0.96	0.96
SUBJ011	11.28	11.14	10.88	9.89	3.65	3.65
SUBJ012	4.13	3.58	4.12	2.18	1.46	1.46
SUBJ013	5.88	5.76	6.52	4.05	1.20	1.20
SUBJ014	5.36	5.31	5.09	3.01	1.12	1.12
SUBJ015	2.93	2.48	2.43	3.43	0.95	0.95
SUBJ016	2.95	2.74	2.49	2.33	0.95	0.95
SUBJ017	1.90	1.77	1.54	1.43	0.69	0.69
SUBJ018	29.18	30.10	31.92	36.99	3.87	3.87
SUBJ019	4.38	4.97	6.01	3.73	1.55	1.55
SUBJ020	2.61	3.07	2.84	1.89	0.84	0.84
SUBJ022	7.36	8.63	9.52	5.11	3.82	3.82
SUBJ023	2.75	2.63	2.97	2.37	1.18	1.18

<b>Average</b>	5.7539524	5.8894279	6.2617352	4.9292917	1.515662925	1.520010985
<b>StDev</b>	5.6343634	5.8704812	6.2014859	7.3660122	0.972241553	0.971191236

Tabela 2: Valores da média e desvio padrão após retirada dos pacientes 11 e 18

<b>Average</b>	4.31	4.42	4.75	3.08	1.29	1.30
<b>StDev</b>	1.55	1.87	2.08	0.99	0.68	0.58

# Quarta, 8 de novembro de 2017

## 1 Escrita do TCC

Terminei uma primeira parte da introdução teórica sobre os fundamentos físicos da RM. Preciso agora falar do sinal (SIL, Transformada de Fourier, etc). Como devo estruturar essa segunda parte?

## 2 Análise de Dados

Ao analisar os valores da tabela 2, vemos que a variação do coeficiente angular existe mas não é tão grande. Ou seja, apesar do rescaling de cada aquisição (2 e 10) serem muito diferentes e causarem um valor ilógico na diferença de intensidade dos pontos, essa “ilogicidade” mantém-se aproximadamente a mesma para os diversos pacientes. Portanto, podemos tentar realizar um segundo rescaling que irá corrigir esse “erro” do rescaling introduzido pelo uso dos dados provenientes de aquisições distintas.

EDIT: Pelo paper de Garnov (2013), creio que podemos utilizar  $T1_{gordura} = 300$  ms.

### Como realizaremos a correção:

Primeiramente, devemos o valor de  $T_1$  para a gordura abdominal na literatura e assumir esse como o valor verdadeiro. Com esse valor, simularemos quantas vezes deve aumentar o sinal (fator  $\alpha$ ) do ponto de  $2^\circ$  para o ponto de  $10^\circ$ . Então, ajustaremos o dado da média de intensidade em  $10^\circ$  para que este seja  $\alpha$  vezes maior que o dado em  $2^\circ$ , isto é, multiplicaremos os dos dados por um fator  $\beta$ . Este novo fator será utilizado para ajustar os dados dos demais órgãos.

Com os dados ajustados, iremos avaliar se as intensidades do fígado fornecem a posição correta dos pontos, como discutido no dia 31 de outubro de 2017.

# Quinta, 9 de novembro de 2017

## 1 Análise de Dados

Simulei o sinal  $\rho$  utilizando o tempo de relaxação da gordura  $T1_{gordura} = 300ms$ . Os demais parâmetros foram os mesmos da imagem que tomamos como referência até o momento:

- $T2 = 72ms$
- $TE = 1.813ms$
- $TR = 162.54ms$

Após realizar a análise, observei que o fator era maior que 1 para alguns pacientes e menor para outros. Decidimos investigar mais a fundo. Fato é que, ao cancelar  $S/\sin$  e  $S/\tan$  para todos os pacientes e obter o coeficiente angular após a linearização, temos que ALGUNS pacientes apresentam valores bons ( $S2 > S10$ ). Em outros, o comportamento bom aparece apenas em uma região ou outra, enquanto é problemático nas demais.

# Sexta, 10 de novembro de 2017

## 1 Análise de Dados

Mostrei os valores de T1 obtidos pelo Excel para o Fernando. Ele entendeu que o problema está nos valores dos ângulos utilizados e disse que irá pensar no que poderemos fazer. Enquanto isso, continuei a escrever o TCC.

# Terça, 14 de novembro de 2017

## 1 Escrita do TCC

Continuei a escrever o TCC nos últimos dias. Estou finalizando uma primeira versão da introdução teórica. Pretendo acabá-la hoje e esperar alguns dias para voltar, ler tudo novamente e realizar os ajustes necessários e escrever pedaços que faltaram. Até o momento, tenho 27 páginas. Creio que é o suficiente. Contando que haverão muitos gráficos sobre a análise e sobre o código a serem adicionados, acredito que o trabalho poderá alcançar por volta de 50 páginas sem mais dificuldades. Após escrever essa primeira versão, vou passar tudo para o padrão ABNT.

# Quinta, 23 de novembro de 2017

Estive ocupado na última semana com tarefas da EnFi. Consegui escrever um pouco mais da introdução teórica. Vou aproveitar para ler alguns artigos durante a tarde de hoje para descobrir como resolver nossos problemas de análise.

## 1 Leitura de artigo

O artigo de [Dathe and Helms \(2010\)](#) parece fornecer uma outra forma de lidar com a equação de Ernst no caso FLASH. A matemática não é simples e o artigo não é fácil de acompanhar. Ainda não consegui extrair exatamente como podemos utilizar o método apresentado para nossa vantagem.

# Terça, 28 de novembro de 2017

## 1 Leitura de artigo

O artigo de Heule 2017 cita o método de Parker 2001 (adicionar artigos depois). A razão entre os sinais nos dois pontos fornece uma função de  $T_1$  pois as constantes  $\rho_0$  se cancelam. Tenho que tentar isolar  $T_1$  nessa função e plotá-la a partir dos valores de  $S_{10}$  e  $S_2$  que obtive na planilha de Excel. Assim, podemos analisar a dispersão dos valores de  $T_1$  e dos valores de  $S_{10}$ .

## 2 Análise de Dados

Na planilha do excel, vimos que o rescaling parece estar funcionando como esperado, pois um plot de  $S_{10}$  vs  $S_2$  cria uma linha (com exceção de alguns pontos ruins) cujo coeficiente angular é aproximadamente 4.75, que deve ser o fato entre a amplitude de cada um dos pontos. A distribuição dos pontos também parece ok a partir da análise dos histogramas.

Após isolar  $T_1$  na fórmula apresentada por Parker 2001 e utilizar os valores do sinal da planilha de Excel, obtive EXATAMENTE os mesmos valores para  $T_1$  que foram obtidos pelo método da linearização. Acredito que isso confirme que o problema não está apenas no método, mas sim na forma como os dados foram adquiridos.

*Terça, 28 de novembro de 2017*

# Fórmulas

**Formula 1 - Pythagorean theorem**

$$a^2 + b^2 = c^2$$



## Referências Bibliográficas

Henning Dathe and Gunther Helms. Exact algebraization of the signal equation of spoiled gradient echo mri. *Physics in Medicine Biology*, 55(15):4231, 2010. URL <http://stacks.iop.org/0031-9155/55/i=15/a=003>. 10