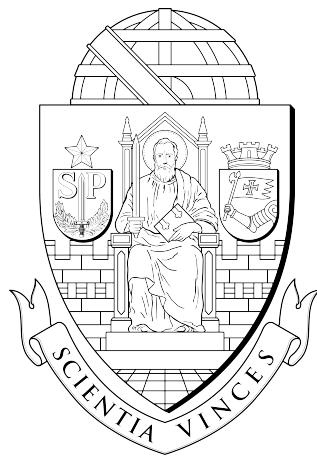


Projeto de Conclusão da Disciplina

Arthur S. Magalhães

Trabalho apresentado para a conclusão da disciplina
Análise de dados em Astronomia



Departamento de Astronomia
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Universidade de São Paulo
2023

Projeto de Conclusão da Disciplina

Arthur Silva Magalhães

Resumo

Este trabalho visa a utilização da linguagem de programação R juntamente algoritmos aprendidos em sala de aula, para trabalhar com dados relacionados à Astrofísica. No presente projeto, utilizei um conjunto de dados observacionais no infravermelho próximo, coletados com o telescópio SOAR e a câmera infravermelha *Spartan* nos filtros BrGamma, H2 e Cont3. O objetivo proposto é a realização da calibração fotométrica, com a banda K do catálogo 2MASS [3], para cada filtro analisado, juntamente com a determinação de erros dos parâmetros do ajuste via bootstrap. No fim, a relação encontrada será aplicada para o conjunto de todas as estrelas da região, determinadas pelo *Gaia* DR3 [1], aumentando a qualidade fotométrica das fontes que apresentavam medida incerta nesta banda, e adicionando fontes que não apresentavam esta medida.

Conteúdo

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 3 |
| 2 | Objetivos | 3 |
| 3 | Dados | 3 |
| 4 | Desenvolvimento | 4 |
| 4.1 | Descontaminação da Amostra | 4 |
| 4.2 | Obtenção das Magnitudes Instrumentais | 5 |
| 4.3 | Calibração dos Fluxos | 5 |
| 4.4 | Determinação de Erros por Bootstrap | 7 |
| 4.5 | Comparação dos Dados | 10 |
| 5 | Conclusões | 11 |
| A | Código | 13 |

1 Introdução

Para este projeto, escolhi trabalhar com um problema que eu estava enfrentando na minha pesquisa de Iniciação Científica, de modo que, toda análise feita e os resultados encontrados realmente serão utilizados por mim e me ajudarão no andamento do meu trabalho.

O problema escolhido foi a calibração dos fluxos dos meus dados observacionais. Os dados utilizados contém o fluxo de cada uma das fontes, que previamente haviam sido correlacionadas com estrelas pelo catálogo *Gaia* DR3 [1], portanto foi necessário transformar os fluxos em magnitudes instrumentais, e em seguida fazer um ajuste linear da magnitude instrumental com a magnitude na banda K do catálogo 2MASS [3], de forma a encontrar uma relação que permitisse estender o cálculo desta magnitude para as estrelas que não apresentam esta medida ou que tem baixa qualidade fotométrica. Além disso, outro problema encontrado foi a determinação dos erros para as medidas deste ajuste, que foi solucionado neste trabalho por meio da aplicação do algoritmo de bootstrap.

2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal a realização calibração fotométrica, juntamente aos erros dos ajustes, para as fontes estudadas no infravermelho próximo, e a determinação, com maior precisão, da magnitude na banda K [3] para fontes que não apresentam esta medida ou que apresentam baixa qualidade fotométrica. Deste modo, é possível estender o número de magnitudes confiáveis para estas fontes.

3 Dados

Os dados utilizados na minha pesquisa foram coletados com o telescópio SOAR com a câmera infravermelha *Spartan* nos filtros BrGamma, Cont3 e H2. Estes dados correspondem a região de um aglomerado jovem, na direção da estrela Z Canis Major (Z CMA). Para este trabalho, os dados já foram previamente correlacionados com estrelas por meio do catálogo *Gaia* DR3 [1], que correspondem ao primeiro conjunto de dados, e posteriormente estas estrelas também foram correlacionadas com as fontes do catálogo 2MASS [3], correspondente ao segundo conjunto de dados.

Logo, para o tratamento de dados com o R utilizei inicialmente 3 tabelas para cada conjunto de dados (uma para cada filtro), correspondendo aos parâmetros astrométricos e fotométricos presentes em ambos catálogos para cada estrela detectada. O número de estrelas detectadas para os filtros BrGamma, Cont3 e H2 foram respectivamente 246,250 e 264 ; E o número de contrapartidas 2MASS para cada filtro foi respectivamente 189,197 e 195. Importante ressaltar que, para a análise feita em R, as tabelas de dados foram chamadas e utilizadas na extensão *txt*.

4 Desenvolvimento

A seção de desenvolvimento será dividida em diferentes subseções, são essas: descontaminação da amostra (4.1), obtenção das magnitudes instrumentais (4.2), calibração dos fluxos (4.3), determinação de erros por bootstrap (4.4) e comparação dos dados (4.5). Esta divisão foi feita com o intuito de apresentar a metodologia utilizada de maneira mais linear e organizada, apresentando, concomitantemente, os resultados preliminares de cada etapa do código.

4.1 Descontaminação da Amostra

Esta primeira etapa consiste em eliminar da amostra as fontes com baixa qualidade fotométrica na banda K do 2MASS [3], pois, como iremos realizar um ajuste para a calibração de fluxos, devemos utilizar somente as fontes que tem a maior precisão neste parâmetro. Para isso, utilizamos o segundo conjunto de dados, que consiste nas tabelas de fontes com contrapartida 2MASS para cada filtro. A descontaminação foi feita com base na coluna “Qflg”, que é uma *flag* que fornece a informação da qualidade fotométrica para as bandas J, H e K. Esta *flag* funciona da forma que cada fonte tem uma *string* de 3 caracteres associada a ela, podendo ser A,B ou C, para representar as fontes qualidade boa, mediana e ruim para cada um dos filtros respectivamente. Portanto, para eliminar somente as fontes com baixa qualidade na banda K, fiz uma função que iterava pelas linhas das tabelas, e checava o terceiro carácter da coluna “Qflg” para cada uma, se este carácter fosse diferente de A, a linha era eliminada, se fosse igual, ela era mantida.

Desta forma, foi criado o terceiro conjunto de dados, chamados de dados descontaminados. Realizando uma comparação entre o número de fontes antes e depois da descontaminação, temos que o filtro BrGamma foi de 189

para 109 fontes, o filtro Cont3 foi de 197 para 109 fontes e o filtro H2 foi de 195 para 110 fontes. Podemos ver então que o corte realizado foi considerável, diminuindo em média 43% das fontes.

4.2 Obtenção das Magnitudes Instrumentais

Nesta etapa, foi utilizado o conjunto de dados descontaminados para o cálculo das magnitudes instrumentais (m_{inst}) com base nos fluxos (F) de cada fonte. Estas duas grandezas estão relacionadas pela equação:

$$m_{inst} = -2.5 \cdot \log_{10}(F) \quad (1)$$

Portanto, fiz uma função que itera sobre todas as linhas das tabelas de dados, aplica a transformação 1 para os valores na coluna de fluxo e adiciona às tabelas uma nova coluna para os valores de magnitude instrumental.

4.3 Calibração dos Fluxos

Agora que os dados foram descontaminados e a magnitude instrumental foi calculada para cada fonte, podemos realizar a calibração os fluxos, que consiste em encontrar a relação para transformar a magnitude instrumental em magnitude na banda K do 2MASS [3]. Primeiramente, para testarmos como estas duas grandezas se relacionam, vamos plotar um gráfico de correlação entre alguns parâmetros dos nossos conjuntos de dados.

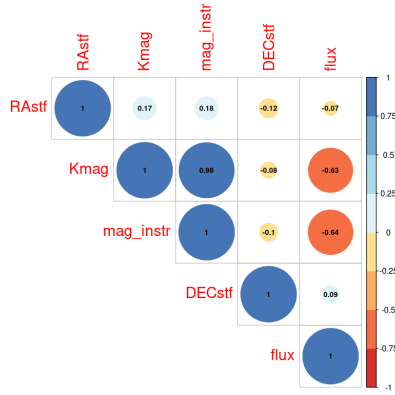


Figura 1: Gráfico de correlação entre parâmetros dos conjuntos de dados.

Como podemos ver pelo gráfico de correlação, a magnitude instrumental, representada por mag_{instr} , e a magnitude na banda K, representada por $Kmag$, apresentam uma forte correlação. Logo, foram plotados gráficos entre estes dois parâmetros, utilizando o conjunto de dados descontaminados, para verificar a correlação entre eles de forma gráfica. Da forma:

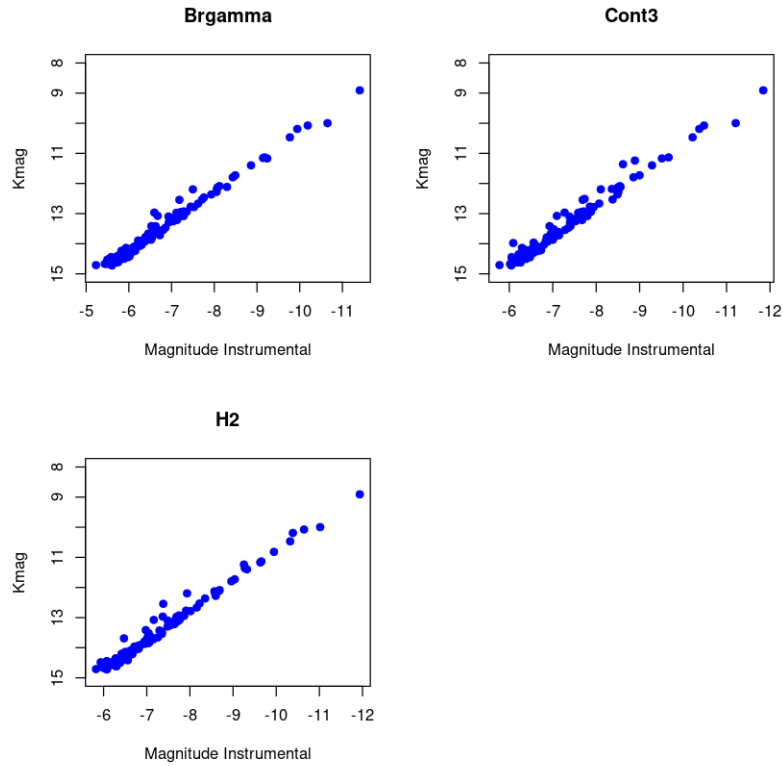


Figura 2: Gráficos de mag_{instr} vs $Kmag$ para todos os filtros no conjunto descontaminado

Assim, os dois parâmetros estão relacionados de maneira linear. Portanto, para realizar a calibração dos fluxos, realizei uma regressão linear para cada um dos casos utilizando o método de mínimos quadrados. Logo, é possível encontrar a equação que melhor representa a relação entre os parâmetros, e permite a conversão de um para outro. Além da reta plotada juntamente ao gráfico, também adicionei a equação encontrada. Temos então:

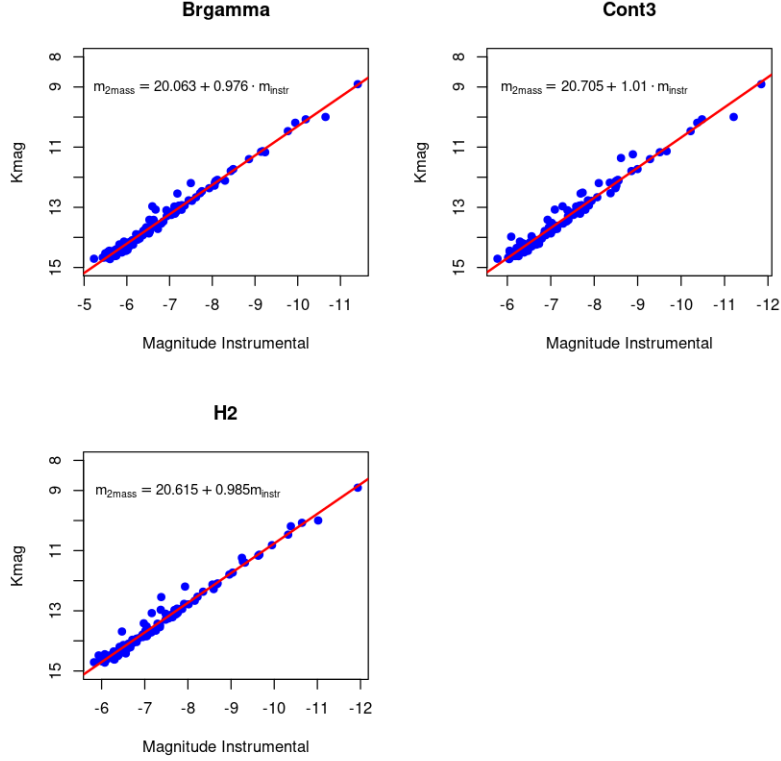


Figura 3: Regressão linear para os gráficos do conjunto descontaminado

Portanto, conseguimos encontrar uma relação linear entre a magnitude instrumental e a magnitude na banda K do 2MASS [3], somente utilizando aquelas fontes descontaminadas, que já tem uma boa qualidade fotométrica nesta banda. No entanto, ainda nos resta calcular os erros dos parâmetros encontrados.

4.4 Determinação de Erros por Bootstrap

A determinação de erros dos parâmetros de ajuste poderia ter sido feita utilizando propagação de incertezas, já que são dados as incertezas de cada medida pelos catálogos, no entanto, de forma a fazer uma análise estatística mais robusta, preferi utilizar o método de bootstrap [2]. Este método tem como princípio a reamostragem dos dados, de forma a simular um novo conjunto de dados com base no conjunto de dados fornecidos por reamostragem

com substituição. Assim, podemos escolher um número de vezes para a simulação rodar, cada vez com um conjunto simulado diferente, que nos fornece o valor do parâmetro analisado para cada iteração. A amostragem final pode então ser utilizada para estimar estatísticas deste parâmetro, como intervalo de confiança e erros.

Para esta análise, fiz a simulação do bootstrap rodar 10^4 vezes, e em cada vez o novo conjunto de dados era submetido a regressão linear por mínimos quadrados, me fornecendo valores de coeficiente angular α e coeficiente linear m_0 diferentes para cada iteração. O bootstrap foi aplicado para o cada um dos filtros do conjunto de dados descontaminados, e os valores dos parâmetros encontrados foram dispostos em histogramas. Da forma:

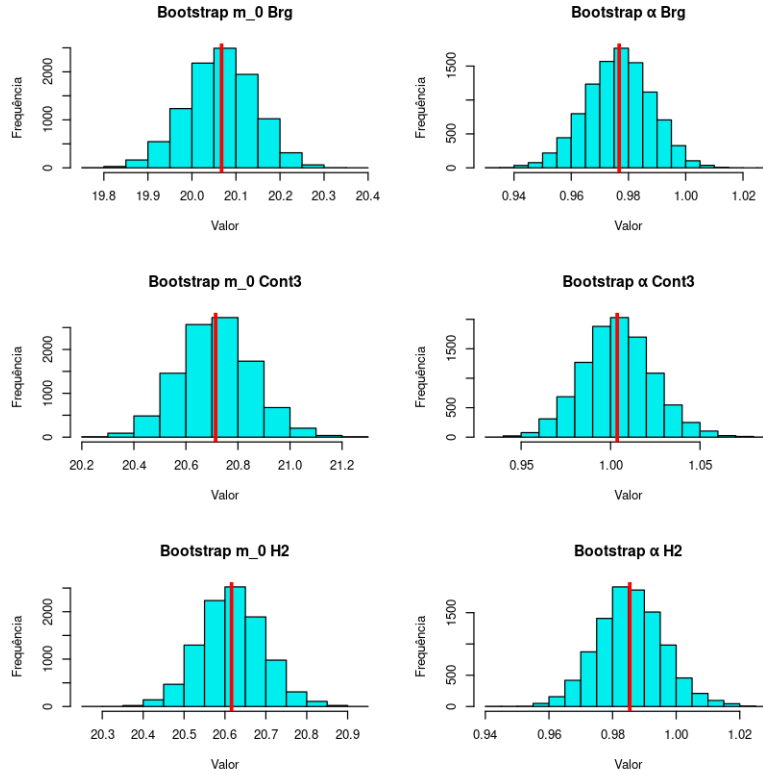


Figura 4: Histogramas dos parâmetros de ajuste encontrados para cada filtro nas simulações de bootstrap.

Portanto, podemos ver que o conjunto de resultados dos valores de α e

m_0 para cada um dos filtros se comporta de maneira gaussiana, de forma que a média representa o valor ideal encontrado para o ajuste, e o desvio padrão corresponde ao erro de cada parâmetro. Portanto, o desvio padrão de cada parâmetro foi calculado para cada filtro, e o ajuste linear da calibração de fluxos foi realizado novamente, desta vez com a informação do erros. Ficando da forma:

$$m_{2mass} = (20.063 \pm 0.078) + (0.976 \pm 0.011) \cdot m_{instr} \quad (\text{Brg})$$

$$m_{2mass} = (20.705 \pm 0.141) + (1.01 \pm 0.02) \cdot m_{instr} \quad (\text{Cont3})$$

$$m_{2mass} = (20.615 \pm 0.077) + (0.985 \pm 0.01) \cdot m_{instr} \quad (\text{H2})$$

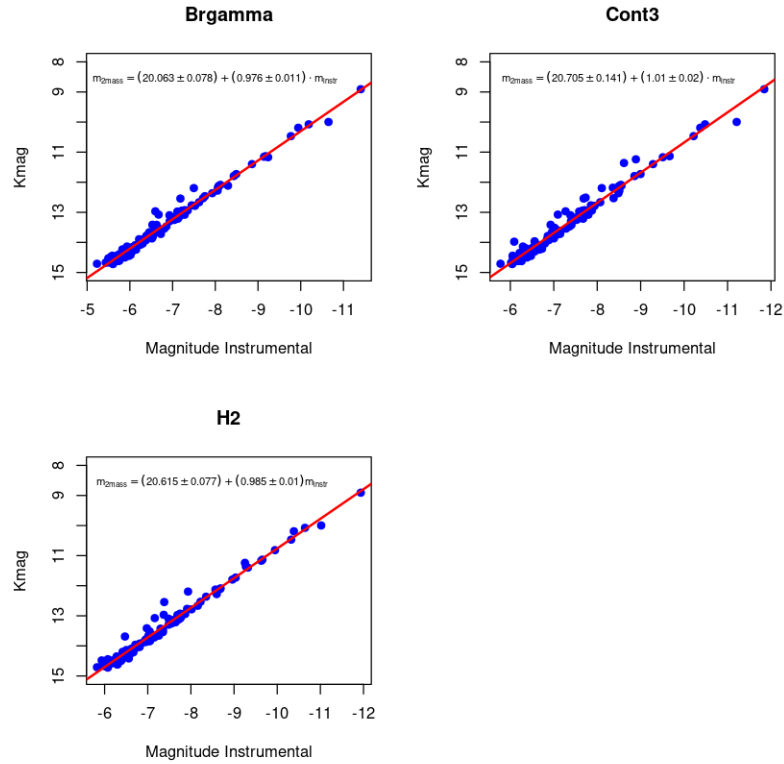


Figura 5: Regressão linear com erros dos parâmetros para os dados descontaminados.

4.5 Comparação dos Dados

Nesta última etapa do projeto, depois de encontrada uma relação matemática para a transformação das magnitudes instrumentais em magnitudes na banda K, apliquei esta calibração nos dados dos outros conjuntos de dados. Perceba que, ao aplicar estas equações no conjunto de dados antes da descontaminação, foi possível encontrar valores acurados de magnitudes K para dados que antes tinham baixa qualidade nesta banda; Da mesma forma, ao utilizar o conjunto de dados com todas as estrelas reconhecidas pelo *Gaia* [1] na região, foi possível determinar as magnitudes K para fontes que não haviam esta medida, pois não têm uma contrapartida 2MASS [3].

Portanto, realizei histogramas das magnitudes K para cada filtro, mostrando a quantidade de informação adicionada a cada novo conjunto de dados.

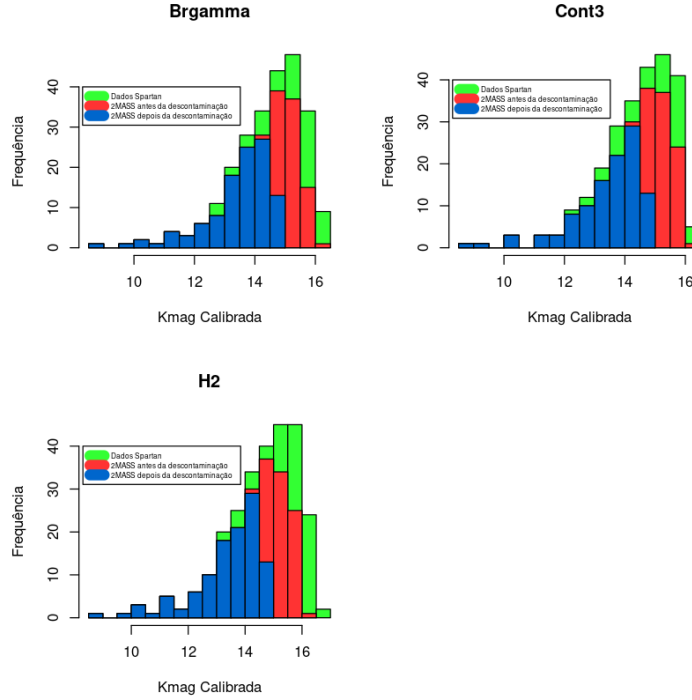


Figura 6: Histograma da magnitude na banda K para os 3 conjuntos de dados em cada filtro.

5 Conclusões

Esta seção é dedicada a um breve resumo dos resultados apresentados anteriormente, assim como uma última análise dos valores encontrados.

O primeiro resultado preliminar encontrado, após a preparação dos dados, foi o ajuste linear feito entre a *mag_instr* e a *Kmag* para o conjunto de dados após a descontaminação. Por via de comparação, também foi realizado um ajuste para os dados sem a descontaminação, que resultou em coeficientes angulares α da ordem de 2% menores, e coeficientes lineares m_0 da ordem de 4% menores. Em seguida, os dados descontaminados foram passados pelo algoritmo de bootstrap, onde os erros dos parâmetros foram encontrados. Estes erros são muito pequenos quando comparados aos valores dos parâmetros encontrados, que demonstra a qualidade dos dados utilizados, e a efetividade do método de bootstrap. Por último, o resultado final foi a ampliação desta calibração para os conjuntos de dados que não haviam informação de boa qualidade nas magnitudes da banda K, ou que não haviam contrapartida 2MASS [3]. Isto foi feito aplicando as equações encontradas às colunas de *mag_instr* das tabelas de dados, e por fim realizando histogramas para cada um deles.

Desta forma, o uso da linguagem R e seus algoritmos para a calibração dos fluxos se mostrou efetivo e prático, possibilitando, além dos cálculos, a visualização dos dados de maneira clara e elegante. O código feito pode ser encontrado no apêndice A ou neste GitHub.

Referências

- [1] C. Babusiaux et al. “iGaia/i Data Release 3”. Em: *Astronomy & Astrophysics* 674 (jun. de 2023), A32. DOI: 10 . 1051 / 0004 - 6361 / 202243790. URL: <https://doi.org/10.1051%5C%2F0004-6361%5C%2F202243790>.
- [2] B. Efron. “Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife”. Em: *The Annals of Statistics* 7.1 (1979), pp. 1–26. DOI: 10 . 1214 / aos / 1176344552. URL: <https://doi.org/10.1214/aos/1176344552>.
- [3] T. H. Jarrett et al. “2MASS Extended Source Catalog: Overview and Algorithms”. Em: *The Astronomical Journal* 119.5 (mai. de 2000), pp. 2498–2531. DOI: 10 . 1086 / 301330. URL: <https://doi.org/10.1086%5C%2F301330>.

A Código

```
# TCD - Analise de dados em Astronomia
## Arthur S. Magalhaes - 12629595
### 1. Descontaminacao da amostra

## Primeiramente vamos ler o arquivo com os dados de cross-match do
## filtro Brg da Spartan com o catalogo 2mass

brg_spartan <- read.table('cm_brg_2mass.txt', header = T)
## 189 fontes

cont3_spartan <- read.table('cm_cont3_2mass.txt', header = T)
## 197 fontes

h2_spartan <- read.table('cm_h2_2mass.txt', header = T)
## 195 fontes

## Vamos fazer uma funcao para adicionar uma coluna de
## index nos nossos dados, que ira nos ajudar futuramente

index_function <- function(df){
  index = c(1:nrow(df))
  df = cbind(index,df)
  return(df)
}

brg_spartan = index_function(brg_spartan)
cont3_spartan = index_function(cont3_spartan)
h2_spartan = index_function(h2_spartan)

## Agora vamos fazer um loop para eliminar aquelas fontes
## com qualidade ruim no filtro K do 2MASS

qflag_brg = brg_spartan[,c('Qflag')]
qflag_cont3 = cont3_spartan[,c('Qflag')]
qflag_h2 = h2_spartan[,c('Qflag')]

descont_function <- function(qflag, df){
```

```

    cont = 0
    for (item in qflag){
      if(substr(item, 3, 3) == "A"){
        cont = cont+1
      }
      if (substr(item, 3, 3) != "A"){
        cont = cont+1
        df = df[df$index != cont,]
      }
    }
    return(df)
  }

brg_descont = descont_function(qflag_brg,brg_spartan)
cont3_descont = descont_function(qflag_cont3,cont3_spartan)
h2_descont = descont_function(qflag_h2,h2_spartan)

### 2. Obtendo magnitudes instrumentais

## Agora vamos fazer uam funcao para transformar os fluxos em magnitudes

magnitude_function <- function(df){
  mag_instr = -2.5*log10(df$flux)
  df = cbind(df, mag_instr)
  return(df)
}

## Todas as fontes
brg_spartan = magnitude_function(brg_spartan)
cont3_spartan = magnitude_function(cont3_spartan)
h2_spartan = magnitude_function(h2_spartan)

## Fontes Descontaminadas
brg_descont = magnitude_function(brg_descont)
cont3_descont = magnitude_function(cont3_descont)
h2_descont = magnitude_function(h2_descont)

### 3. Calibracao dos fluxos

```

```

## Primeiramente vamos fazer graficos de correlacao para checar
## a linearidade do ajuste que sera feito entre mag_instr e Kmag

library(corrplot)
library(RColorBrewer)

par(mfrow = c(2,2))
M <-cor(brg_spartan[c(2:4,22,70)],method = 'pearson')
corrplot(M,order="hclust",type = 'upper',main = 'BrGamma',
  col=brewer.pal(n=8, name="RdYlBu"),mar=c(0,0,2,0))

M2 <-cor(cont3_spartan[c(2:4,22,70)],method = 'pearson')
corrplot(M2,order="hclust",type = 'upper',main = 'Cont3',
  col=brewer.pal(n=8, name="RdYlBu"),mar=c(0,0,2,0))

M3 <-cor(h2_spartan[c(2:4,22,70)],method = 'pearson')
corrplot(M3,order="hclust",type = 'upper',main = 'H2',
  col=brewer.pal(n=8, name="RdYlBu"),mar=c(0,0,2,0))

#### 3.1 Todas Fontes

M_brg = lm(brg_spartan$Kmag ~ brg_spartan$mag_instr)
M_cont3 = lm(cont3_spartan$Kmag ~ cont3_spartan$mag_instr)
M_h2 = lm(h2_spartan$Kmag ~ h2_spartan$mag_instr)

w_brg = M_brg$coefficients
w_cont3 = M_cont3$coefficients
w_h2 = M_h2$coefficients

par(mfrow = c(2,2))

library(latex2exp)
plot(brg_spartan$mag_instr,brg_spartan$Kmag,ylim =
rev(range(brg_spartan$Kmag)),xlim = rev(range(brg_spartan$mag_instr)),
col = 'blue', pch = 19, main = 'Brgamma',
xlab = 'Magnitude Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-9, 14,TeX(r'($m_{2mass}=19.986+0.965m_{instr}$'))
abline(M_brg,col = 'red' , lw = 2)

plot(cont3_spartan$mag_instr,cont3_spartan$Kmag,

```



```

ylim = rev(range(cont3_spartan$Kmag)),
xlim = rev(range(cont3_spartan$mag_instr)),
col = 'blue', pch = 19, main = 'Cont3',
xlab = 'Magnitude_Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-9.5, 14, TeX(r'($m_{2mass}=20.458+0.970m_{instr}$'))
abline(M_cont3,col = 'red' , lw = 2)

plot(h2_spartan$mag_instr,h2_spartan$Kmag,
ylim = rev(range(h2_spartan$Kmag)),
xlim = rev(range(h2_spartan$mag_instr)),
col = 'blue', pch = 19, main = 'H2',
xlab = 'Magnitude_Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-9.5, 14, TeX(r'($m_{2mass}=20.424+0.960m_{instr}$'))
abline(M_h2,col = 'red' , lw = 2)

#### 3.2 Fontes descontaminadas

M_brg_descont = lm(brg_descont$Kmag ~ brg_descont$mag_instr)
M_cont3_descont = lm(cont3_descont$Kmag ~ cont3_descont$mag_instr)
M_h2_descont = lm(h2_descont$Kmag ~ h2_descont$mag_instr)

w_brg_descont = M_brg_descont$coefficients
w_cont3_descont = M_cont3_descont$coefficients
w_h2_descont = M_h2_descont$coefficients

par(mfrow = c(2,2))

library(latex2exp)

par(mfrow = c(2,2))

library(latex2exp)

plot(brg_descont$mag_instr,brg_descont$Kmag,ylim =
rev(c(8,15)),xlim = rev(range(brg_descont$mag_instr)),
col = 'blue', pch = 19, main = 'Brgamma',
xlab = 'Magnitude_Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-7.5, 9, TeX(r'($m_{2mass}=20.063+0.976\cdot m_{instr}$')),
cex = 0.9)
abline(M_brg_descont,col = 'red', lw = 2)

```

```

plot(cont3_descont$mag_instr,cont3_descont$Kmag,ylim =
rev(c(8,15)),xlim = rev(range(cont3_descont$mag_instr)),
col = 'blue', pch = 19, main = 'Cont3',
xlab = 'Magnitude_Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-8,9,TeX(r'($m_{2mass}=20.705+1.01\cdot m_{instr}$)'),
cex = 0.9)
abline(M_cont3_descont,col = 'red' , lw = 2)

plot(h2_descont$mag_instr,h2_descont$Kmag,ylim =
rev(c(8,15)),xlim = rev(range(h2_descont$mag_instr)),
col = 'blue', pch = 19, main = 'H2',
xlab = 'Magnitude_Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-8, 9,TeX(r'($m_{2mass}=20.615+0.985\cdot m_{instr}$)'),
cex = 0.9)
abline(M_h2_descont,col = 'red' , lw = 2)

### 4. Determinacao de erros com Bootstrap

set.seed(123)

bootstrap <- function(df){
  nboot = 10000
  a = rep(0,nboot)
  b = rep(0,nboot)

  ind = seq(1,length(df$mag_instr),1)

  for (i in 1:nboot){

    novoind=sample(ind,length(df$mag_instr), replace = TRUE)

    sminstr=df$mag_instr[novoind]
    skmag=df$Kmag[novoind]

    a[i]=lm(skmag~sminstr)$coefficients[1]
    b[i]=lm(skmag~sminstr)$coefficients[2]

  }

  l_par = list(a,b)

```

```

}

par_brg = bootstrap(brg_descont)
par_cont3 = bootstrap(cont3_descont)
par_h2 = bootstrap(h2_descont)

## visualizacao dos resultados da simulacao:

a_brg <- unlist(par_brg[1], use.names = FALSE)
b_brg <- unlist(par_brg[2], use.names = FALSE)

a_cont3 <- unlist(par_cont3[1], use.names = FALSE)
b_cont3 <- unlist(par_cont3[2], use.names = FALSE)

a_h2 <- unlist(par_h2[1], use.names = FALSE)
b_h2 <- unlist(par_h2[2], use.names = FALSE)

par(mfrow = c(3,2))

hist(a_brg,col='cyan2',ylab='Frequencia',
xlab = 'Valor',main='Bootstrap_m_0_Brg')
abline(v=median(a_brg),lwd=3, col = 'red')

hist(b_brg,col='cyan2',ylab='Frequencia',
xlab = 'Valor',main='Bootstrap_a_Brg')
abline(v=median(b_brg),lwd=3, col = 'red')

hist(a_cont3,col='cyan2',ylab='Frequencia',
xlab = 'Valor',main='Bootstrap_m_0_Cont3')
abline(v=median(a_cont3),lwd=3, col = 'red')

hist(b_cont3,col='cyan2',ylab='Frequencia',
xlab = 'Valor',main='Bootstrap_a_Cont3')
abline(v=median(b_cont3),lwd=3, col = 'red')

hist(a_h2,col='cyan2',ylab='Frequencia',
xlab = 'Valor',main='Bootstrap_m_0_H2')
abline(v=median(a_h2),lwd=3, col = 'red')

hist(b_h2,col='cyan2',ylab='Frequencia',

```

```

xlab = 'Valor',main='Bootstrap a H2')
abline(v=median(b_h2),lwd=3, col = 'red')

## Agora vamos determinar os erros a partir dos valores simulados

erro_a_brg = sd(a_brg)

erro_b_brg = sd(b_brg

erro_a_cont3 = sd(a_cont3

erro_b_cont3 = sd(b_cont3

erro_a_h2 = sd(a_h2

erro_b_h2 = sd(b_h2

#par(mfrow = c(2,2))

plot(brg_descont$mag_instr,brg_descont$Kmag,ylim = rev(c(8,15)),
xlim = rev(range(brg_descont$mag_instr)),col = 'blue', pch = 19,
main = 'Brgamma', xlab = 'Magnitude Instrumental',ylab = 'Kmag')
text(-9.7, 13,TeX(r'($m_{2mass}= (20.063\pm 0.078)+
(0.976\pm 0.011)\cdot m_{instr}$)'), cex = 0.8)
abline(M_brg_descont,col = 'red', lw = 2)

plot(cont3_descont$mag_instr,cont3_descont$Kmag,ylim = rev(c(8,15)),
xlim = rev(range(cont3_descont$mag_instr)),col = 'blue', pch = 19,
main = 'Cont3', xlab = 'Magnitude Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-10.2,13,TeX(r'($m_{2mass}= (20.705\pm 0.141)+
(1.01\pm 0.02)\cdot m_{instr}$)'), cex = 0.8)
abline(M_cont3_descont,col = 'red' , lw = 2)

plot(h2_descont$mag_instr,h2_descont$Kmag,ylim = rev(c(8,15)),
xlim = rev(range(h2_descont$mag_instr)),col = 'blue', pch = 19,
main = 'H2',xlab = 'Magnitude Instrumental', ylab = 'Kmag')
text(-10.2, 13,TeX(r'($m_{2mass}= (20.615\pm 0.077)+
(0.985\pm 0.010)\cdot m_{instr}$)'), cex = 0.8)
abline(M_h2_descont,col = 'red' , lw = 2)

```

```

### 5. Comparacao do dados

brg_all = read.table('brg_allspartan.txt', header = T) ## 246 fontes
cont3_all = read.table('cont3_allspartan.txt', header = T) ## 250 fontes
h2_all = read.table('h2_allspartan.txt', header = T) ## 264 fontes

## pegando a mag_instr do conjunto inteiro

brg_all = magnitude_function(brg_all)
cont3_all = magnitude_function(cont3_all)
h2_all = magnitude_function(h2_all)

## Histograma para o Brgamma

par(mfrow=c(2,2))

brg_calib_all = brg_all$mag_instr*w_brg_descont[2] + w_brg_descont[1]
brg_calib_2mass = brg_spartan$mag_instr*w_brg_descont[2]
+ w_brg_descont[1]
brg_calib_descont = brg_descont$mag_instr*w_brg_descont[2]
+ w_brg_descont[1]

hist(brg_calib_all, col = '#33FF33', breaks = 15, main = 'Brgamma',
xlab = 'Kmag_Calibrada', ylab = 'Frequencia')
hist(brg_calib_2mass, col = '#FF3333', breaks = 15, add = T)
hist(brg_calib_descont, col = '#0066CC', breaks = 15, add = T)

legend(8.5, 40, c("Dados_Spartan", "2MASS_antes_da_descontaminacao",
"2MASS_depois_da_descontaminacao"),
col=c("#33FF33", "#FF3333", "#0066CC"), lwd=10, cex = 0.5)

## Histograma para o Cont3

cont3_calib_all = cont3_all$mag_instr*w_cont3_descont[2]
+ w_cont3_descont[1]
cont3_calib_2mass = cont3_spartan$mag_instr*w_cont3_descont[2]
+ w_cont3_descont[1]
cont3_calib_descont = cont3_descont$mag_instr*w_cont3_descont[2]
+ w_cont3_descont[1]

```

```

hist(cont3_calib_all, col = '#33FF33', breaks = 15, main = 'Cont3',
xlab = 'Kmag_Calibrada', ylab = 'Frequencia')
hist(cont3_calib_2mass, col = '#FF3333', breaks = 15, add = T)
hist(cont3_calib_descont, col = '#0066CC', breaks = 15, add = T)

legend(8.5, 40, c("Dados_Spartan", "2MASS_antes_da_descontaminacao",
"2MASS_depois_da_descontaminacao"),
col=c("#33FF33", "#FF3333", "#0066CC"), lwd=10, cex = 0.5)

## Histograma para o h2
h2_calib_all = h2_all$mag_instr*w_h2_descont[2] + w_h2_descont[1]
h2_calib_2mass = h2_spartan$mag_instr*w_h2_descont[2]
+ w_h2_descont[1]
h2_calib_descont = h2_descont$mag_instr*w_h2_descont[2]
+ w_h2_descont[1]

hist(h2_calib_all, col = '#33FF33', breaks = 15, main = 'H2',
xlab = 'Kmag_Calibrada', ylab = 'Frequencia')
hist(h2_calib_2mass, col = '#FF3333', breaks = 15, add = T)
hist(h2_calib_descont, col = '#0066CC', breaks = 15, add = T)

legend(8.5, 40, c("Dados_Spartan", "2MASS_antes_da_descontaminacao",
"2MASS_depois_da_descontaminacao"),
col=c("#33FF33", "#FF3333", "#0066CC"), lwd=10, cex = 0.5)

```