

# Colorindo Mandalas com R

## Explorando gradientes em Curvas Planas

Dr João Paulo, Dra Luciane

Academia da Força Aérea

18 de Outubro de 2023

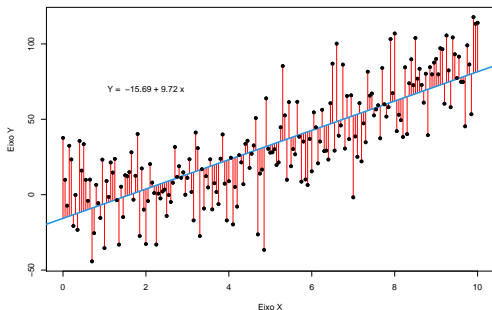
- Introdução
- Estágios do desenvolvimento
- Algoritmo e construções
- Modelo RGB
- Resultados
  - métodos de coloração I .
  - métodos de coloração II
- Considerações Finais e Referências

# Objetivos

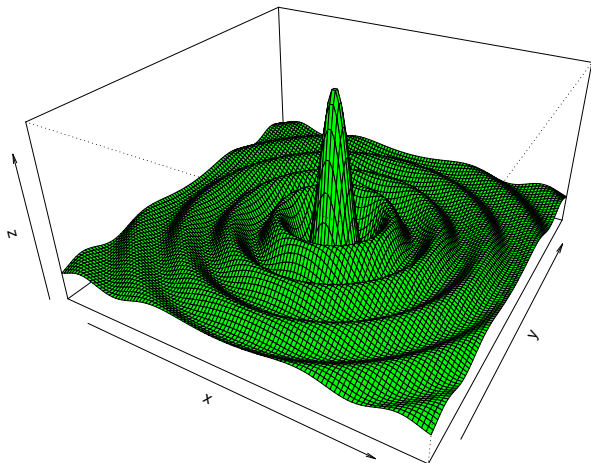
- Métodos de coloração de mandalas construídas utilizando a linguagem R.
  - Curvas planas em expressões paramétricas.
  - Homotetias, rotações e translações.
- Utilizar a capacidade gráfica e de processamento do R para gerar e visualizar figuras com simetria radial denominadas “Mandalas”.
  - Cores idênticas em mesmo nível
    - Método sequencial.
    - Método aleatório.
  - Explorar cores distintas em mesmo nível
    - Método sequencial.
    - Método aleatório.
    - Gradientes.

# Introdução

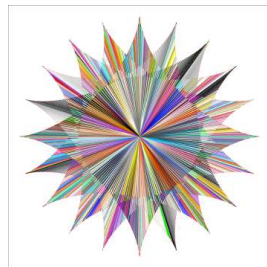
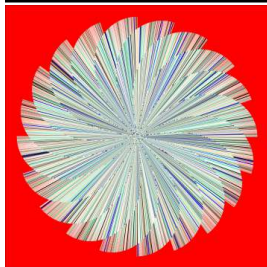
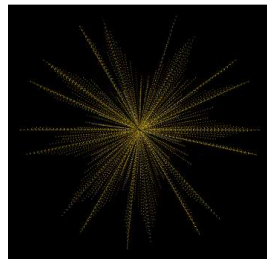
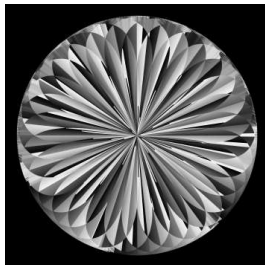
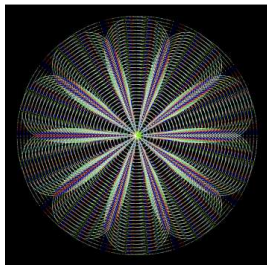
- Linguagem de programação e ambiente estatístico.
- Utilizada na análise e visualização de dados.
- Desenvolvida por estatísticos.
- Código aberto com uma vasta coleção de pacotes que permitem manipular, visualizar e modelar dados de forma eficiente.



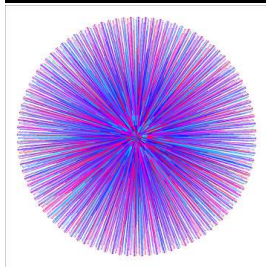
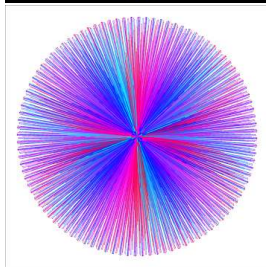
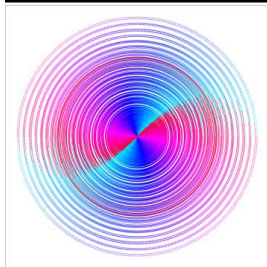
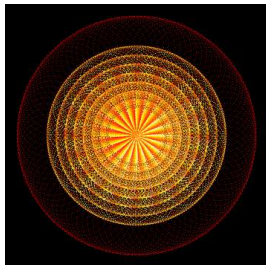
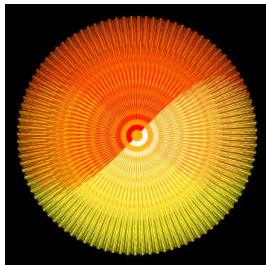
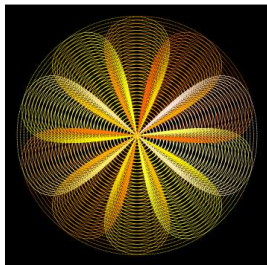
$$\text{Matemática: } f(x, y) = \frac{\sin(\sqrt{x^2 + y^2})}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$



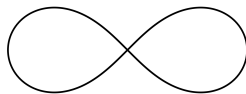
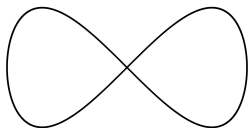
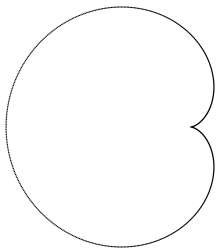
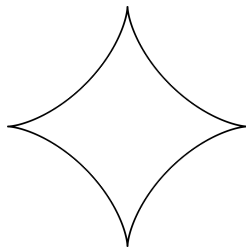
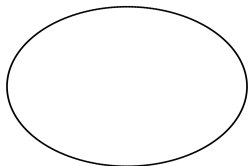
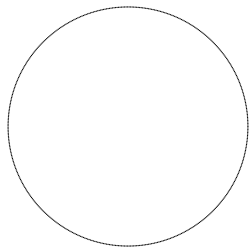
# Resultados I - métodos sequencial e aleatório



# Resultados II - Gradientes e métodos sequencial e aleatório

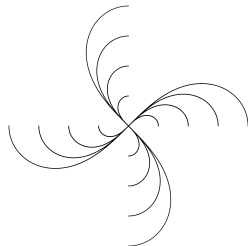
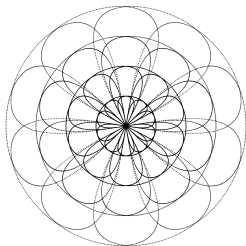
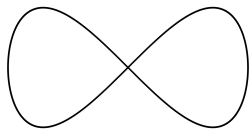
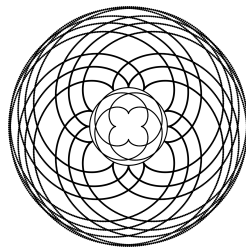
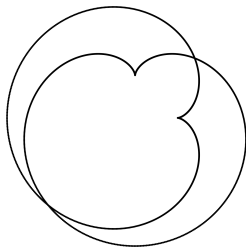
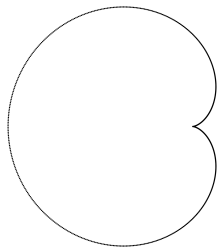


Curvas paramétricas:  $x = f(t)$  e  $y = g(t)$ ,  $t \in [a, b]$

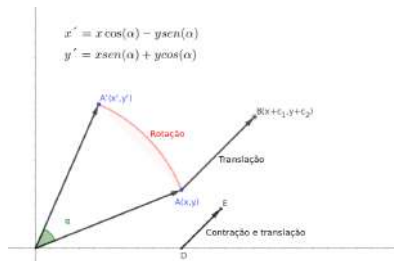
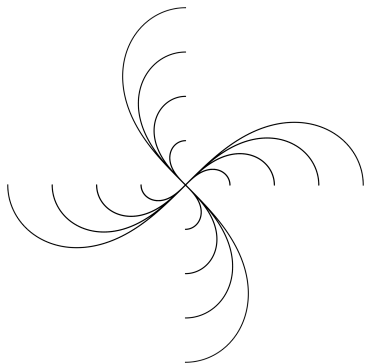




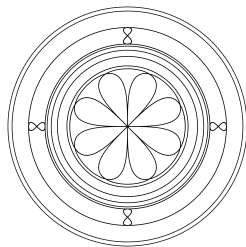
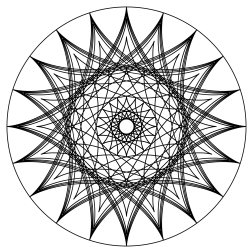
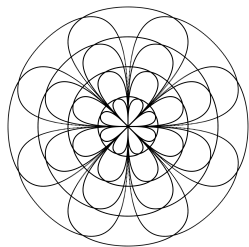
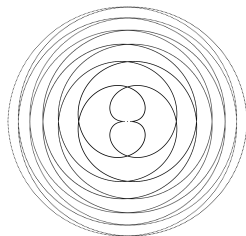
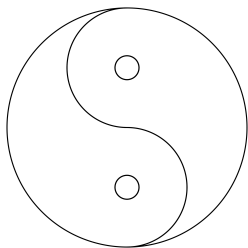
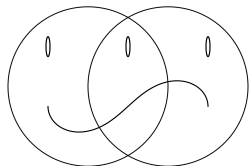
## Estágio inicial: níveis da construção



# Como fazer isso? Matemática!!!



# Resultados no primeiro estágio de desenvolvimento



## Segundo estágio: Modelos RGB com colors()

"white" "aquamarine3" "bisque2"... "skyblue4" "slateblue" "slateblue1"... "yellow3" "yellow4" "yellowgreen"

```
require(ggplot2);
n=1000; theta=seq(0,2*pi, length.out = n)

x=2*cos(theta)+cos(2*theta); y=2*sin(theta)-sin(2*theta)

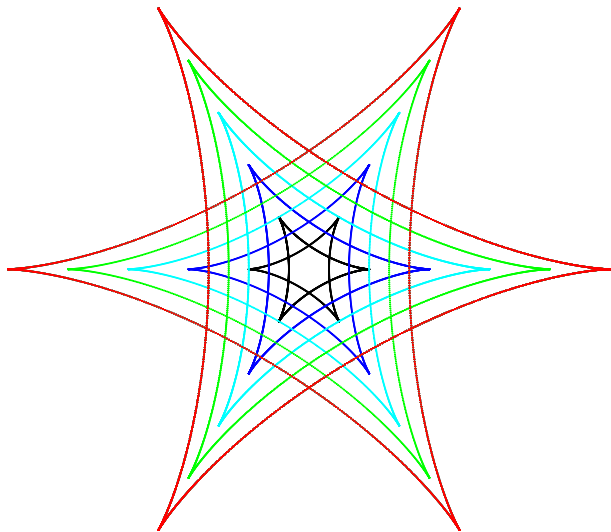
z=rep(0,n); dt=tibble::tibble(x,y,z)
step=pi; rotacao=c(seq(0,pi,step)); xt=x; yt=y

p=ggplot()+coord_fixed()+theme_void()
for(i in 1:length(rotacao)){
  xt=c(xt,x[1:n]*cos(rotacao[i])-y[1:n]*sin(rotacao[i]))
  yt=c(yt,x[1:n]*sin(rotacao[i])+y[1:n]*cos(rotacao[i]))
}

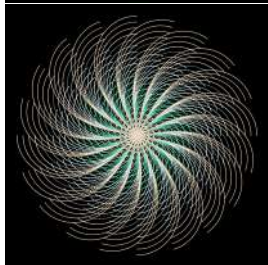
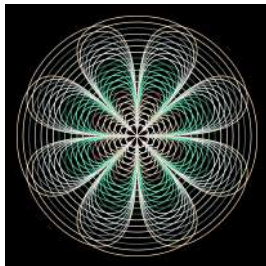
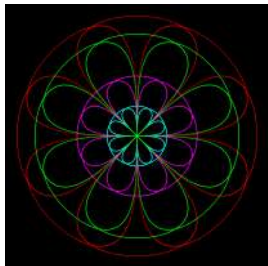
red=c(seq(0.2,1,0.2)); cores=c("black","blue","cyan","green","red")

for(i in 1:length(red)){
  xtt=c(xt*red[i]); ytt=c(yt*red[i])
  dt=data.frame(x=c(xt, xtt), y=c(yt, ytt), z="astroide")
  p=p+geom_point(data=dt, aes(x=x, y=y),size=0.05,
  color=cores[i])
}
```

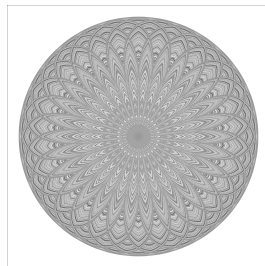
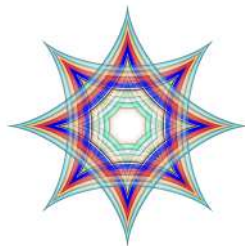
# Resultado do código anterior



# Resultados no segundo estágio do desenvolvimento



Mais resultados (... existem muitas possibilidades)



# Como foi feito?

- Método sequencial:
  - escolha uma paleta de cores:  $p_1, p_2, \dots, p_n$ .
  - no nível  $i$  (N pontos): escolha a cor  $p_i$  para o nível  $i$  (todos os pontos do nível são coloridos).
- Método aleatório
  - escolha uma paleta de cores: pessoal ou aleatória  $p_1, p_2, \dots, p_n$ .
  - no nível  $i$  (N pontos): escolha aleatória da cor  $p_i$  para o nível  $i$  (todos os pontos do nível são coloridos).



# Algoritmo

- Escolher as curvas ou figuras geométricas.
  - curvas clássicas: lemniscata de Bernouli, lemniscata de Gerono, deltoide, astroide, entre outras.
  - figuras geométricas: triângulos, retângulos, polígonos regulares, etc.
- Aplicar transformações geométricas
  - rotação.
  - translação.
  - homotetia.
- Realizar a escolha do modelo de cores e escolha da paleta de cores.
  - R possui 657 cores disponíveis+pacotes.
- Especificar o padrão de cores:
  - quais cores em cada objeto ou objetos.
- Composição de uma ou mais figuras.

# Resultados no E-Book

Catálogo Estatísticas Sobre Submissões Busca Avançada

## Mandalas, curvas clássicas e visualização com R.

**Luciane Ferreira Alcoforado**, Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP; **João Paulo Martins dos Santos**, Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP; **Marcus Vinicius de Araújo Lima**, Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP; **Alessandro Firmiano de Jesus**, Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP; **Juan López Linares**, Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

DOI: <https://doi.org/10.1186/9786587623335>







### Palavras-chave:

Geometria, Mandalas, Software R, Isometrias, Homotetias

### Sinopse



### Idioma

-  Português (Brasil)
-  English
-  Español (España)
-  Français (Canada)
-  Deutsch
-  Italiano



### Navegar

Lançamentos

## Sobre o E-book: GRÁTIS-FREE

- Processo de construção passo a passo: Todos os códigos disponíveis.
- Simplicidade. Copiar e colar para códigos.
- Curvas planas: curvas paramétricas.
- <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1017>



# Novas possibilidades? Sim! Muitas!

- Cores para os pontos em um mesmo nível de construção
  - Método sequencial
    - escolha uma paleta de cores  $p_1, p_2, \dots, p_k$ .
    - no nível  $i$  ( $N$  pontos): escolha a cor  $p_i$  para cada ponto no nível  $i$ .  
Repetir se necessário.
  - Método sequencial
    - escolha uma paleta de cores: pessoal ou aleatória  $p_1, p_2, \dots, p_N$ .
    - no nível  $i$  ( $N$  pontos): escolha aleatória da cor  $p_i$  para cada ponto do nível  $i$ .

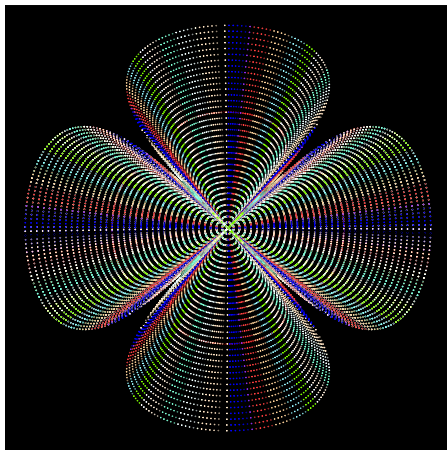
# Código

```
require(ggplot2);
n=300
theta=seq(0,2*pi, length.out = n)
x=sin(theta)
y=sin(theta)*cos(theta)
z=rep(0,n)
nrot=2
rotacao=c(seq(0.0,pi,pi/nrot))
xt=x; yt=y
for(i in 1:length(rotacao)){
  xt=c(xt,x[1:n]*cos(rotacao[i])-y[1:n]*sin(rotacao[i]))
  yt=c(yt,x[1:n]*sin(rotacao[i])+y[1:n]*cos(rotacao[i]))
}
p= ggplot()+ coord_fixed()+ theme_void()
dt=tibble::tibble(xt,yt)
```

# Código

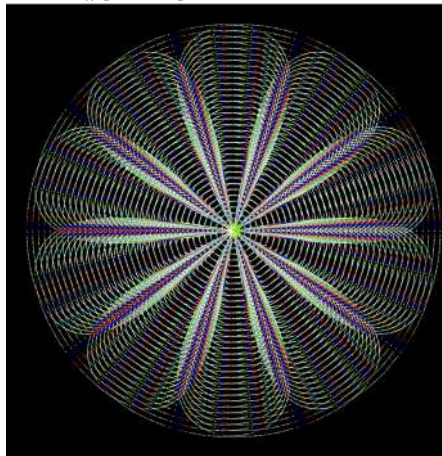
```
size=.025
p=p+ geom_point(data=dt, aes(x=xt, y=yt), color="red",size=size)
step=0.05
contracao = seq(.0,1.75,by=step);size=0.015
MinhasCores=rep(colors()[1:50],length.out =nrot*n+2*n)
for(i in 1:length(contracao)){
  xt2=c(xt*contracao[i])
  yt2=c(yt*contracao[i])
  dt2=tibble::tibble(xt2,yt2)
  p=p+geom_point(data=dt2, aes(x=xt2, y=yt2),
                  color=MinhasCores,size=size)
  p}
p=p + theme(panel.background = element_rect(fill = "black" ) )
```

# Resultados do código

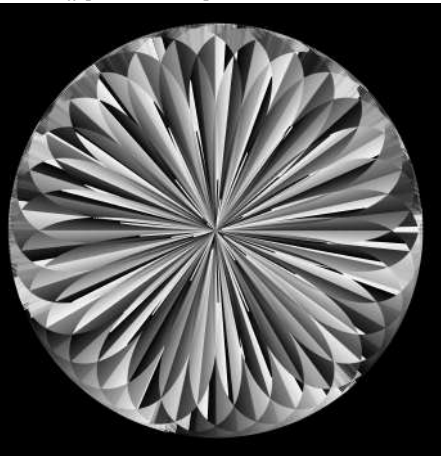


# Método sequencial

`colors()[1 : 50]`



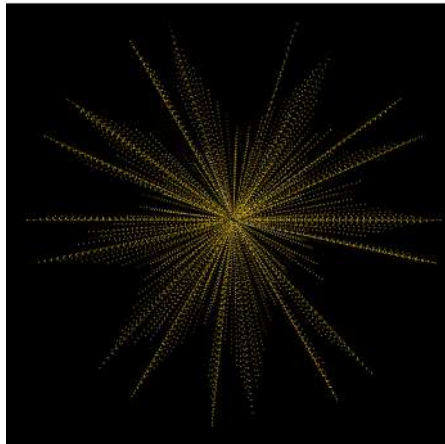
`colors()[154 : 250]`



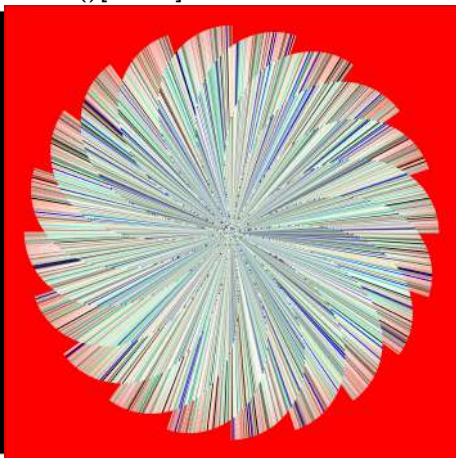


## Método sequencial II

`colors(142 : 162)`



`colors()[1 : 26]`

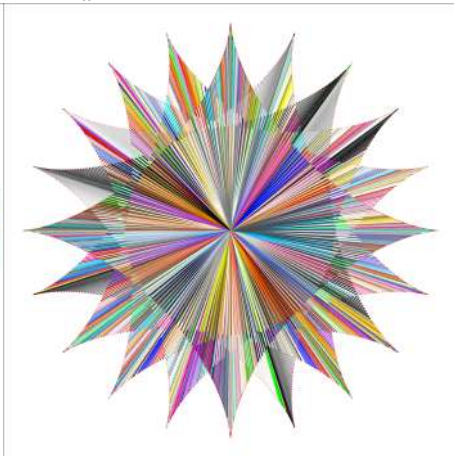


# Método aleatório

*colors()*

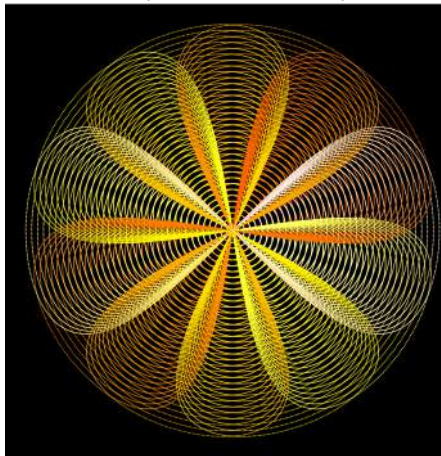


*colors()*

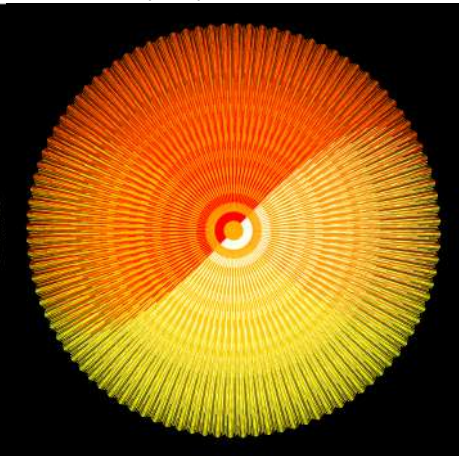


# Coors gradientes I

`heat.colors(nrot * n + 2 * n)`

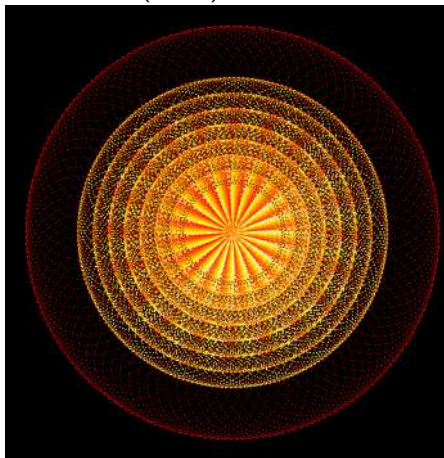


`heat.colors(100)`

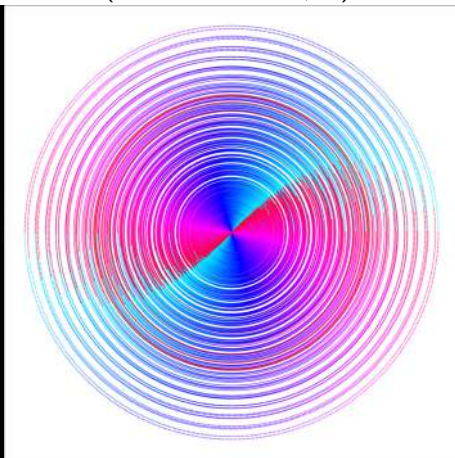


# Cores gradientes II

`heat.colors(1000)`

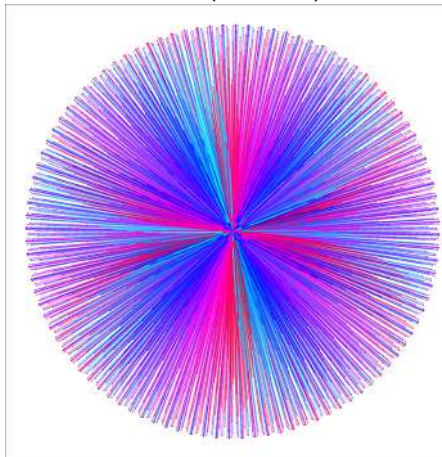


`rainbow(n * nrot + 2 * n, ...)`

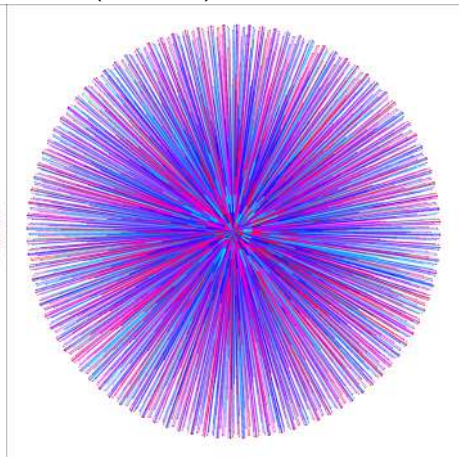


# Cores gradientes e escolha aleatória

`cores = rainbow(1000, ...)`



`sample(cores, ...)`



# Conclusões e observações

- Interesse em expandir o potencial de uso do R.
  - Explorações iniciais utilizando curvas planas.
  - Construções de figuras utilizando rotações e homotetias.
  - Desenvolvimento do algoritmo de construção.
  - Método de coloração para os níveis da construção.
  - Método de coloração para pontos em um nível de construção.
- Resultados foram limitados à utilização de curvas planas, mas não excluem outras possibilidades.
- Potencial educacional
  - Muitas possibilidades de construções.
  - Muitas possibilidades de colorações.
  - Associação com problemas da Matemática/Estatística.
    - Combinatória.
    - Estatística: histograma, teste de hipóteses, etc.
    - Progressões geométricas: cardióide
    - Geometria plana, Cálculo, etc.
- ? Outras possibilidades?
  - ?????

# Referências

- Coxeter, H. S.M., and S. L. Greitzer. 1967. *Geometry Revisited*. The Mathematical Association of America.
- Ferréol, R., S. Boureau, and A. Esculier. 2017. "2D Curves." Disponível aqui!!!
- Nascimento Venceslau, Allisson Wesley do. 2015. "Curvas Parametrizadas, Ciclóides, Experimentos E Aplicações." Universidade Federal de Sergipe.
- ———. 2022a. "Curves: Circle." MacTutor. Disponível aqui!!!.
- ———. 2022b. "Curves: Ellipse." MacTutor. Disponível aqui!!!.
- ———. 2022c. "Curves: Cardioid." MacTutor. Disponível aqui!!!.
- ———. 2022e. "Curves: Astroid." MacTutor. Disponível aqui!!!.
- Hadley Wickham, ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis, Springer-Verlag New York, 2016.
- Kirill Müller and Hadley Wickham, tibble: Simple Data Frames, 2020, R package version 3.0.4. Disponível aqui!!!.
- Yihui Xie (2021). knitr: A General-Purpose Package for Dynamic Report Generation in R. R package version 1.33.
- Yihui Xie (2015) Dynamic Documents with R and knitr. 2nd edition. Chapman and Hall/CRC. ISBN 978-1498716963
- Yihui Xie (2014) knitr: A Comprehensive Tool for Reproducible Research in R. In Victoria Stodden, Friedrich Leisch and Roger D. Peng, editors, *Implementing Reproducible Computational Research*. Chapman and Hall/CRC.
- Sunil, M., and R. Kosawatta. 2017. *CliffsNotes Geometry Common Core Quick Review*. HMH Books.
- Weisstein, Eric W. 20022a. "Ellipse." From MathWorld—A Wolfram Web Resource. Disponível aqui!!!.
- ———. 20022b. "Cardioid." From MathWorld—A Wolfram Web Resource. Disponível aqui!!!.
- ———. 20022c. "Deltoid." From MathWorld—A Wolfram Web Resource. Disponível aqui!!!.
- ———. 20022d. "Astroid." From MathWorld—A Wolfram Web Resource. Disponível aqui!!!.

# Muito obrigado!

- contato: [jp2@alumni.usp.br](mailto:jp2@alumni.usp.br)