

## 1 Números aleatórios

Criou-se um gerador congruente linear de números aleatórios sob a forma de uma subrotina, chamada GENRDM (de “generate random number”). Seu funcionamento consistia em modificar uma variável inteira R, cujo valor inicial se nomeia “semente” ou “seed”, para um novo valor randômico a cada chamada, segundo a seguinte expressão:

$$R = MOD(aR + c, m)$$

Em que MOD é a função nativa para a operação de módulo no FORTRAN e  $a$ ,  $c$  e  $m$  são parâmetros inteiros.

Para medir o período do gerador, armazenou-se a semente também em outra variável A1, e executou-se um laço DO WHILE ( $R \neq A1$ ), que chamava GENRDM em R e incrementava uma variável contadora a cada ciclo.

É importante notar que fez-se necessário chamar a subrotina uma única vez antes do laço, para impedir que o condicional  $R \neq A1$  fosse violado já na primeira execução do loop e este, portanto, nem iniciasse. Disso resulta que a contadora deve iniciar em 1.

O programa descrito, incrementado de impressões auxiliares, foi rodado a partir de cinco valores sementes distintos, com os parâmetros  $a = 7, c = 4$  e  $m = 15$ , culminando no seguinte output:

SEED: 1		
R	1 :	11
R	2 :	6
O PERIODO VALE 3		
SEED: 5		
R	1 :	9
R	2 :	7
R	3 :	8
R	4 :	0
R	5 :	4
R	6 :	2
R	7 :	3
R	8 :	10
R	9 :	14
R	10 :	12
R	11 :	13

O PERIODO VALE		12
<hr/>		
SEED:	10	
<hr/>		
R	1 :	14
R	2 :	12
R	3 :	13
R	4 :	5
R	5 :	9
R	6 :	7
R	7 :	8
R	8 :	0
R	9 :	4
R	10 :	2
R	11 :	3
<hr/>		
O PERIODO VALE		12
<hr/>		
SEED:	9	
<hr/>		
R	1 :	7
R	2 :	8
R	3 :	0
R	4 :	4
R	5 :	2
R	6 :	3
R	7 :	10
R	8 :	14
R	9 :	12
R	10 :	13
R	11 :	5
<hr/>		
O PERIODO VALE		12
<hr/>		
SEED:	12	
<hr/>		
R	1 :	13
R	2 :	5
R	3 :	9
R	4 :	7
R	5 :	8
R	6 :	0
R	7 :	4
R	8 :	2
R	9 :	3
R	10 :	10

R	11 :	14
---	------	----

---

O PERIODO VALE	12
----------------	----

Percebe-se que, com exceção da seed 1, o período manteve-se o mesmo para qualquer valor inicial de R, só dependendo da escolha dos parâmetros.

Repetindo o processo para  $m = 17$ , chega-se em:

---



---

SEED:	1
-------	---

---

R	1 :	11
R	2 :	13
R	3 :	10
R	4 :	6
R	5 :	12
R	6 :	3
R	7 :	8
R	8 :	9
R	9 :	16
R	10 :	14
R	11 :	0
R	12 :	4
R	13 :	15
R	14 :	7
R	15 :	2

---

O PERIODO VALE	16
----------------	----

---



---

SEED:	5
-------	---

---

O PERIODO VALE	1
----------------	---

---



---

SEED:	10
-------	----

---

R	1 :	6
R	2 :	12
R	3 :	3
R	4 :	8
R	5 :	9
R	6 :	16
R	7 :	14
R	8 :	0
R	9 :	4

R	10 :	15
R	11 :	7
R	12 :	2
R	13 :	1
R	14 :	11
R	15 :	13

---

O PERIODO VALE	16
----------------	----

---



---

SEED:	9
-------	---

---

R	1 :	16
R	2 :	14
R	3 :	0
R	4 :	4
R	5 :	15
R	6 :	7
R	7 :	2
R	8 :	1
R	9 :	11
R	10 :	13
R	11 :	10
R	12 :	6
R	13 :	12
R	14 :	3
R	15 :	8

---

O PERIODO VALE	16
----------------	----

---



---

SEED:	12
-------	----

---

R	1 :	3
R	2 :	8
R	3 :	9
R	4 :	16
R	5 :	14
R	6 :	0
R	7 :	4
R	8 :	15
R	9 :	7
R	10 :	2
R	11 :	1
R	12 :	11
R	13 :	13
R	14 :	10
R	15 :	6

Foram criadas cinco séries aleatórias de 100 termos, cada uma com uma seed diferente, e suas médias e desvio padrão foram determinados com um dos programas criados no último projeto:

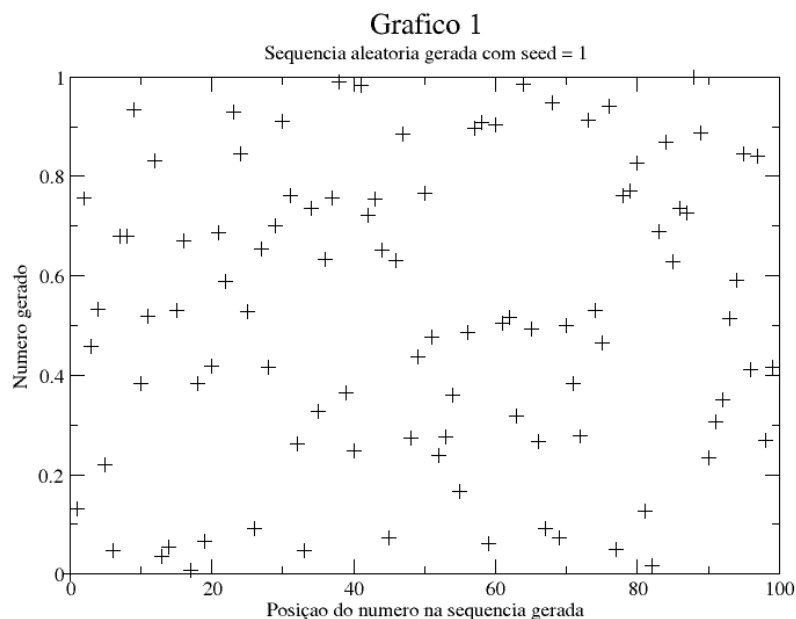
5

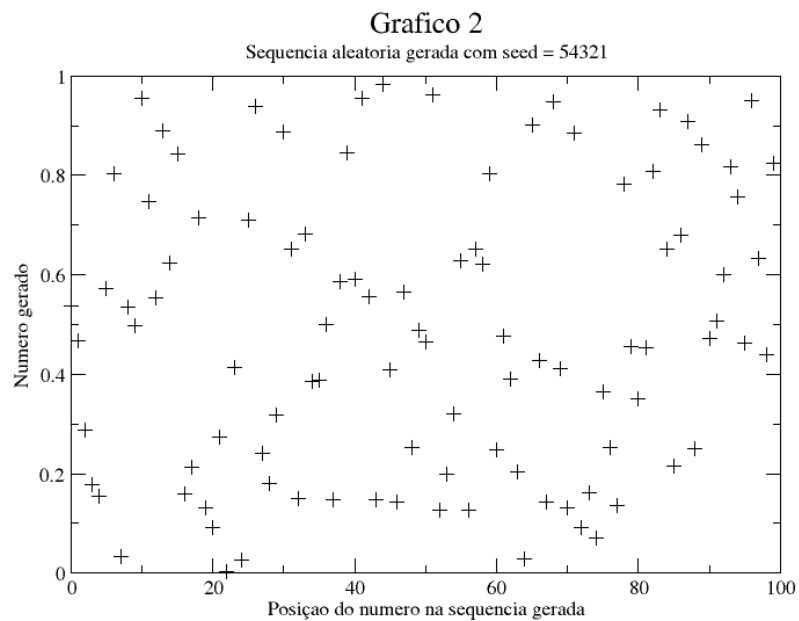
[illegible]

Todos os resultados distam por menos que 0.06 dos valores de convergência para conjuntos de dados estocásticos: 0.5 para a média aritmética,  $\frac{1}{2\sqrt{3}} = 0.288675...$  para o desvio padrão e  $\frac{1}{e} = 0.367879...$  para a média geométrica.

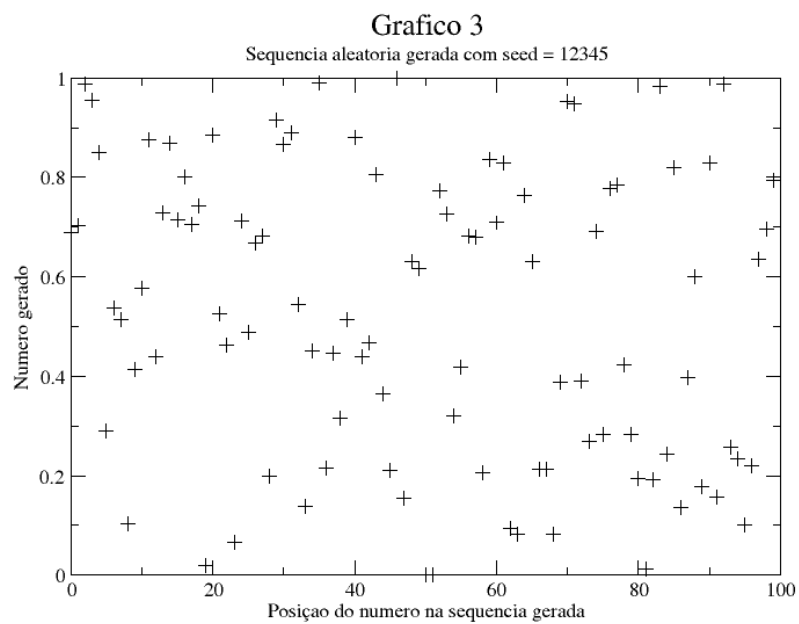
Precisou-se fazer uso de reais de 16 bytes para permitir o cálculo da média geométrica em séries de até por volta de 800 termos, pois a operação de produto gerava números demasiadamente elevados para serem comportados nos tipos padrão, de 4 bytes.

As sequências geradas foram então plotadas em gráficos de dispersão:

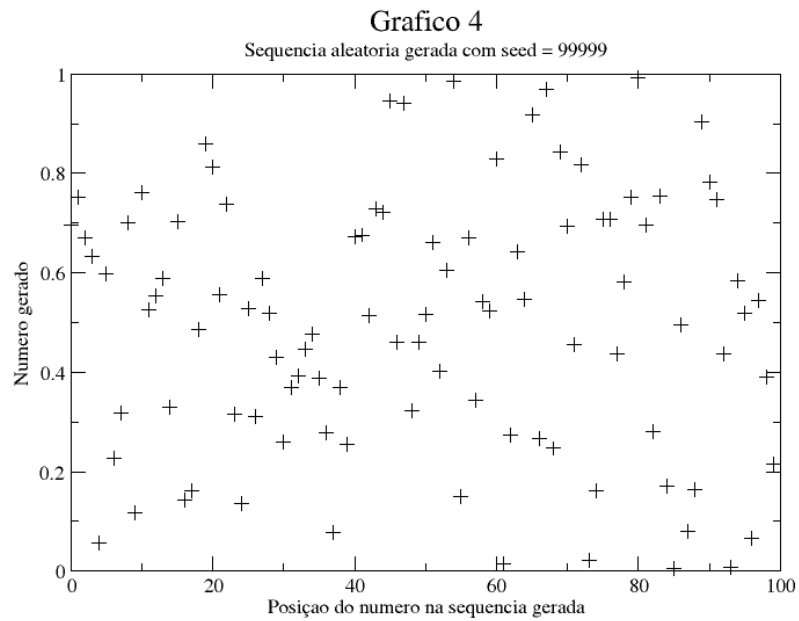




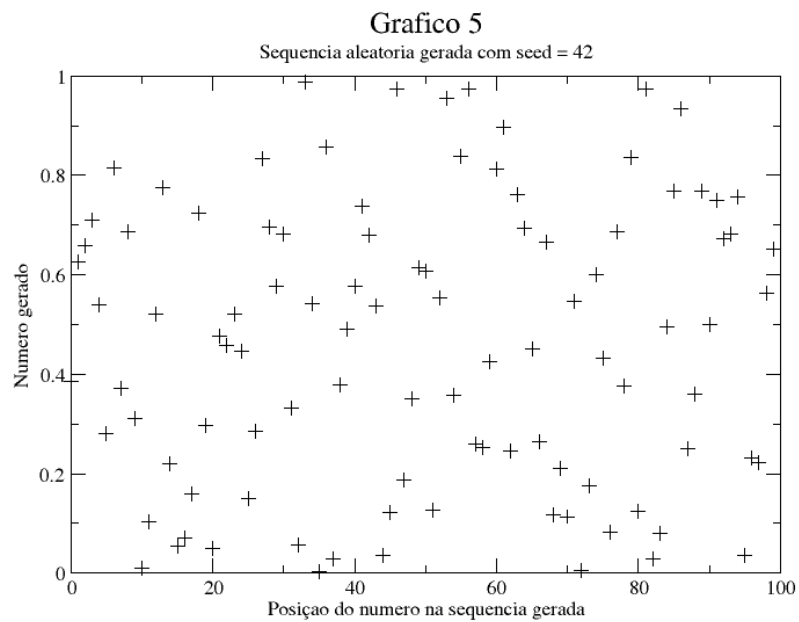
file: Apr 3 14:37:26 2017



file: Apr 3 14:36:49 2017



Ilustr. Apr. 3 | 14.30.20 | 2017



Ilustr. Apr. 3 | 15.55.40 | 2017

Como esperado, a análise visual não revela nenhum padrão consistente nas



representações gráficas. Tal desordem mostra-se útil em aplicações simples, menos formais, nas quais o rigor na aleatoriedade não se faz necessária.