

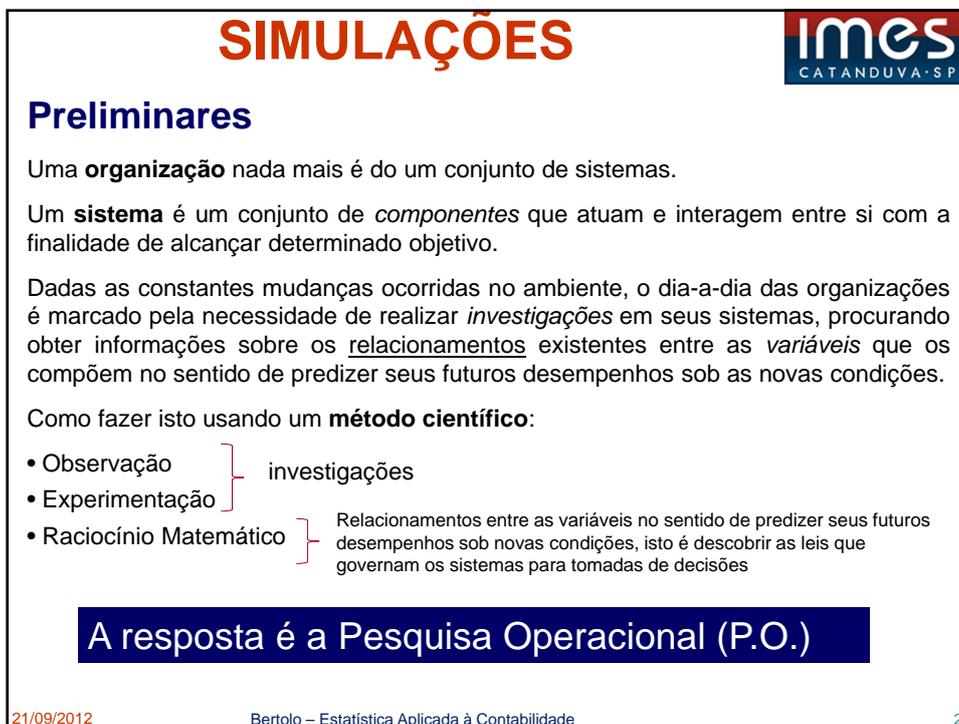


**imes**  
CATANDUVA · SP

# ESTATÍSTICA

na Contabilidade – Parte 8

*Luiz A. Bertolo*



**imes**  
CATANDUVA · SP

## SIMULAÇÕES

### Preliminares

Uma **organização** nada mais é do que um conjunto de sistemas.

Um **sistema** é um conjunto de *componentes* que atuam e interagem entre si com a finalidade de alcançar determinado objetivo.

Dadas as constantes mudanças ocorridas no ambiente, o dia-a-dia das organizações é marcado pela necessidade de realizar *investigações* em seus sistemas, procurando obter informações sobre os relacionamentos existentes entre as *variáveis* que os compõem no sentido de prever seus futuros desempenhos sob as novas condições.

Como fazer isto usando um **método científico**:

- Observação
- Experimentação
- Raciocínio Matemático

} investigações

} Relacionamentos entre as variáveis no sentido de prever seus futuros desempenhos sob novas condições, isto é descobrir as leis que governam os sistemas para tomadas de decisões

**A resposta é a Pesquisa Operacional (P.O.)**

21/09/2012 Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade 2

## Pesquisa Operacional



É um segmento da ciência administrativa (*Management Sciences*) que fornece instrumentos para analisar e tomar a melhor decisão, ou seja, um **método científico para tomada de decisão**

O que é P.O.?

Por exemplo, imagine-se, neste momento, gerente geral de uma pequena agência bancária em sua cidade. Você conta, atualmente, com um caixa para atender às necessidades dos clientes e mais cinco máquinas de auto-serviço no saguão de entrada. Porém, a recente exigência do Programa de Orientação e Proteção do Consumidor (PROCON) com relação ao tempo máximo de 15 minutos para espera nas filas da agência, levou você a uma reflexão sobre uma possível necessidade de adequação a este novo cenário

Exemplo

Qual seria sua melhor decisão nesta situação? Aumentar a quantidade de caixas ou máquinas de auto-atendimento para evitar uma espera excessiva dos clientes nas filas? Ou aguardar até que o primeiro cliente entre com um processo no PROCON?

O que você faria?

Neste momento entra em ação a Pesquisa Operacional dotando o tomador da decisão de instrumentos racionais e até científicos para escolher uma alternativa eficiente e eficaz. A P.O. nos mostrará, por exemplo, se existe ou não a necessidade de reestruturação do atendimento no nosso banco, buscando apresentar a situação com base em dados presentes de forma a auxiliar na projeção de cenários bem próximos da realidade.

Prá que serve a P.O.

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

3

## EXEMPLO DO BANCO



Voltando novamente ao caso do banco, definiremos o modelo de simulação a ser utilizado, através da coleta de informações em uma observação direta do processo durante um período de 2 dias. Na medição, você notou, primeiramente, que o intervalo entre as chegadas dos clientes no caixa para serem atendidos, bem como também o tempo de atendimento de cada cliente, seguia uma *distribuição de frequência* como descritos, a seguir:

Tempo entre as chegadas	Ocorrências	Tempo de atendimento	Ocorrências
00:05	14	00:03	11
00:07	32	00:06	19
00:08	26	00:07	28
00:10	18	00:09	27
00:12	10	00:11	15

Fazendo medições

Aprenderemos, agora, como utilizar estas informações para montar o nosso modelo para ajudar na **tomada de decisão** quanto à necessidade ou não de contratação em nossa agência bancária.

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

4

## O MÉTODO DE MONTE CARLO



Desenvolvida por um matemático chamado *John Von Neumann*, durante a 2ª Guerra Mundial, foi utilizado para resolver problemas de *física* que eram muito complexos ou caros para analisar através de modelos físicos. A simulação de Monte Carlo passou a ser utilizada, mais tarde, como ferramenta de gestão, e tem como principal base a *experimentação probabilística de elementos*. Usaremos, a seguir, técnica de modelagem conhecida como Método de Monte Carlo, baseada em cinco passos básicos:

### 1. Estabelecendo as distribuições probabilísticas

Uma forma comum de estabelecer uma distribuição probabilística para uma dada variável é examinar os seus valores históricos. A probabilidade, ou frequência relativa, para cada resultado possível, é a divisão de cada resultado possível pelo número de observações totais realizado. No nosso caso, então, teremos que as tabelas ficam da seguinte forma:

$$Prob = \frac{\text{Ocorrência}}{\text{Nº total de observações}}$$



Tempo entre as chegadas	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência
00:05	14	$14 \div 100 = 0,14$
00:07	32	$32 \div 100 = 0,32$
00:08	26	$26 \div 100 = 0,26$
00:10	18	$18 \div 100 = 0,18$
00:12	10	$10 \div 100 = 0,10$
	100	

Tempo de atendimento	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência
00:05	11	$11 \div 100 = 0,11$
00:06	19	$19 \div 100 = 0,19$
00:08	28	$28 \div 100 = 0,28$
00:10	27	$27 \div 100 = 0,27$
00:12	15	$15 \div 100 = 0,15$
	100	

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

5

## O MÉTODO DE MONTE CARLO - Continuação



### 2. Construindo a distribuição probabilística acumulada

Para cada uma das variáveis descritas anteriormente, calcularemos as distribuições acumuladas, somando o valor da frequência relativa da variável atual com o somatório anterior, assim:

Tempo entre as chegadas	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada
00:05	14	0,14	$0 + 0,14 = 0,14$
00:07	32	0,32	$0,14 + 0,32 = 0,46$
00:08	26	0,26	$0,46 + 0,26 = 0,72$
00:10	18	0,18	$0,72 + 0,18 = 0,90$
00:12	10	0,10	$0,90 + 0,10 = 1,00$
	100		

Tempo de atendimento	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada
00:05	11	0,11	$0 + 0,11 = 0,11$
00:06	19	0,19	$0,11 + 0,19 = 0,30$
00:08	28	0,28	$0,30 + 0,28 = 0,58$
00:10	27	0,27	$0,58 + 0,27 = 0,85$
00:12	15	0,15	$0,85 + 0,15 = 1,00$
	100		

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

6

## O MÉTODO DE MONTE CARLO - Continuação



### 3. Definindo um intervalo de números aleatórios para cada variável

Uma vez estabelecidas as probabilidades acumuladas, iremos *atribuir* um conjunto de números para representar cada valor ou resultado possível. Estes conjuntos são chamados de *intervalos de números aleatórios*, definidos a partir das probabilidades acumuladas encontradas no passo anterior. Vejamos, no nosso exemplo da agência bancária, como é calculado:

Tempo entre as chegadas	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada	Intervalo de números aleatórios
00:05	14	0,14	0,14	1 a 14
00:07	32	0,32	0,46	15 a 46
00:08	26	0,26	0,72	47 a 72
00:10	18	0,18	0,90	73 a 90
00:12	10	0,10	1,00	91 a 100

Tempo de atendimento	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada	Intervalo de números aleatórios
00:05	11	0,11	0,11	1 a 11
00:06	19	0,19	0,3	12 a 30
00:08	28	0,28	0,58	31 a 58
00:10	27	0,27	0,85	59 a 85
00:12	15	0,15	1	86 a 100

100

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

7

## TÉCNICA DE SIMULAÇÃO – Geração de Eventos Aleatórios



É fácil gerar números aleatórios de cabeça?

1. Cada estudante deve anotar um número entre 0 e 9 em um pedaço de papel.
2. Qual o número que **mais ocorreu?**

Como produzir números aleatórios ?

Dispositivos físicos (Ex. dados, roleta, moeda etc.)  
Tabela de números aleatórios (livros)  
Processos matemáticos

No Excel: “=ALEATORIO()” (gera um número aleatório maior ou igual a 0 e menor do que 1)



Uma outra forma ainda, seria colocar 100 bolinhas em uma urna e numerá-las com as demandas diárias, respeitando as freqüências relativas. Trinta bolinhas seriam marcadas com o número 10, outras 30 com o número 11 e as 40 restantes com o número 12. Cada vez que retirássemos uma bola da urna, ao acaso, estaríamos simulando a demanda de vitamina C.

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

8

# O MÉTODO DE MONTE CARLO -

## Continuação



### 4. Gerando os números aleatórios

Os números aleatórios podem ser gerados para problemas de simulação de várias formas. Se um problema é muito grande e o processo estudado envolve diversas tentativas de simulação, usamos planilhas eletrônicas e programas especializados para esta finalidade.

Forma Eletrônica

Se a simulação tiver que ser feita manualmente, assim como estamos fazendo neste momento, você pode utilizar uma tabela de dígitos aleatórios, como a que apresentamos, a seguir:

Forma Manual

# O MÉTODO DE MONTE CARLO -

## Continuação



82	31	30	65	35	62	41	77	99	78	25	70	62	92	03	75	74	99
10	55	24	17	41	47	72	09	46	77	13	70	83	47	43	05	95	29
30	30	75	96	75	09	75	26	70	48	16	09	07	81	20	55	48	11
54	41	38	01	89	98	39	84	93	90	22	57	15	77	05	14	22	95
72	22	75	44	24	11	92	45	60	05	26	25	45	76	64	59	92	33
94	64	18	24	44	26	92	05	41	36	74	75	91	66	72	87	05	20
26	49	27	59	57	72	70	94	58	98	49	25	37	28	96	47	47	36
07	36	60	05	51	60	95	33	42	45	65	28	13	08	45	35	92	52
33	26	92	13	38	81	59	43	22	24	47	53	63	77	89	12	37	40
38	97	33	47	59	36	17	35	86	11	75	40	81	94	64	52	15	51
89	79	08	36	44	36	39	61	79	11	77	87	19	38	43	87	15	56
20	48	53	46	76	40	97	05	13	87	02	63	71	73	93	93	36	81
70	09	75	36	86	56	01	83	75	23	37	63	86	67	30	58	55	14
99	87	69	60	18	80	68	25	46	50	63	65	70	59	11	93	34	65
60	94	91	54	74	90	64	57	13	60	75	86	17	50	88	71	28	51
01	88	02	71	60	42	33	62	85	75	34	76	95	89	25	52	22	13
22	09	33	44	17	07	50	35	81	73	97	32	93	11	50	94	55	29
40	38	59	56	63	31	15	31	40	07	41	20	80	53	55	41	35	74
42	12	32	13	47	95	32	09	32	25	25	82	12	65	90	17	26	27
99	07	73	13	40	47	00	13	93	11	64	77	57	61	19	75	57	56
77	30	96	10	92	26	16	73	59	07	98	46	06	99	78	27	22	27
33	10	97	87	10	17	28	47	79	00	42	89	03	33	25	95	51	72
85	15	68	54	26	52	36	64	21	08	54	94	33	92	26	88	60	12
45	96	84	71	77	63	54	71	58	51	28	13	77	44	85	07	97	01
63	46	32	92	39	48	68	77	83	98	37	00	90	95	88	55	51	03

## O MÉTODO DE MONTE CARLO -

### Continuação



#### 5. Simulando o experimento

Podemos simular a situação do atendimento na agência do nosso banco, utilizando os *números aleatórios* da Tabela 01. Vamos gerar, aleatoriamente, números para duas situações, no caso do nosso estudo:

- 1-) chegada à fila do caixa e
- 2-) tempo total de atendimento para cada cliente.

Você pode iniciar por qualquer número da tabela, mas, para exemplificar, pegaremos os números da primeira coluna para medir o tempo de chegada dos clientes e os da terceira coluna para medir o tempo de atendimento.

Situação 01

Cliente	Número Aleatório	Intervalo de chegada
1	82	00:10
2	10	00:05
3	30	00:07
4	54	00:08
5	72	00:08

Situação 02

Número Aleatório	Tempo de atendimento
30	00:06
24	00:06
75	00:10
38	00:08
75	00:10

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

11

## O MÉTODO DE MONTE CARLO -

### Continuação



Critérios usados para encontrar as 3 variáveis:

- 1ª – horário de chegada do cliente
- 2ª – Início do atendimento
- 3ª – Final do atendimento

Para sabermos se existe e qual é o tempo *médio* das filas, devemos criar uma planilha que simule a realidade com as informações que temos no momento. Portanto, devemos calcular os horários em que o cliente chega ao banco, quando inicia o atendimento, bem como também quando é liberado, para que permita ao caixa atender outra pessoa. Lembrando que estas variáveis podem ser calculadas utilizando os seguintes critérios:

- **chegada ao banco:** hora da última chegada de um cliente adicionada ao tempo de intervalo calculado, usando a tabela de números aleatórios;
- **início do atendimento:** é igual à hora final de atendimento do cliente anterior;
- **tempo de fila:** diferença entre a hora de início do atendimento e a chegada ao banco;
- **final do atendimento:** adiciona o tempo de atendimento calculado na geração de números aleatórios com a hora de início de atendimento.

Critérios usados para encontrar as 3 variáveis:

- 1ª – horário de chegada do cliente
- 2ª – Início do atendimento
- 3ª – Final do atendimento

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

12

## O MÉTODO DE MONTE CARLO -



### Continuação

Cliente	Número Aleatório	Intervalo de chegada	Chegada no banco	Início de atendimento	Tempo na fila	Número Aleatório	Tempo de atendimento	Final de atendimento
1	82	00:10	10:10	10:10	00:00	30	00:06	10:16
2	10	00:05	10:15	10:16	00:01	24	00:06	10:22
3	30	00:07	10:22	10:22	00:00	75	00:10	10:32
4	54	00:08	10:30	10:32	00:02	38	00:08	10:40
5	72	00:08	10:38	10:40	00:02	75	00:10	10:50
6	94	00:12	10:50	10:50	00:00	18	00:06	10:56
7	26	00:07	10:57	10:57	00:00	27	00:06	11:03
8	7	00:05	11:02	11:03	00:01	60	00:10	11:13
9	33	00:07	11:09	11:13	00:04	92	00:12	11:25
10	38	00:07	11:16	11:25	00:09	33	00:08	11:33
11	89	00:10	11:26	11:33	00:07	8	00:05	11:38
12	20	00:07	11:33	11:38	00:05	53	00:08	11:46
13	70	00:08	11:41	11:46	00:05	75	00:10	11:56
14	99	00:12	11:53	11:56	00:03	69	00:10	12:06
15	60	00:08	12:01	12:06	00:05	91	00:12	12:18
16	1	00:05	12:06	12:18	00:12	2	00:05	12:23
17	22	00:07	12:13	12:23	00:10	33	00:08	12:31
18	40	00:07	12:20	12:31	00:11	59	00:08	12:39
19	42	00:07	12:27	12:39	00:12	32	00:08	12:47
20	99	00:12	12:39	12:47	00:08	73	00:10	12:57
21	77	00:10	12:49	12:57	00:08	96	00:12	13:09
22	33	00:07	12:56	13:09	00:13	97	00:12	13:21
23	85	00:10	13:06	13:21	00:15	68	00:10	13:31
24	45	00:07	13:13	13:31	00:18	84	00:10	13:41
25	63	00:08	13:21	13:41	00:20	32	00:08	13:49
Média		00:08:02			00:06:50		00:08:43	

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

13

## O MÉTODO DE MONTE CARLO -



### Continuação

Observamos que, apesar do tempo médio de espera na fila ser menor que 7 minutos, perto de uma hora da tarde, o tempo aumentou significativamente, chegando a passar limite máximo exigido pelo PROCON de 15 minutos. Outro ponto importante observado é que o tempo médio de atendimento é ligeiramente maior que o de chegada dos clientes, propiciando uma situação de esperas em filas ao longo do dia.

É importante que você considere, ao tomar sua decisão, que um número tão reduzido de tentativas em uma simulação, pode trazer distorções em relação ao tempo médio real esperado de chegada e atendimento. Para isso, é indicado fazer várias simulações com o auxílio de planilhas eletrônicas, encontrando, posteriormente, a média dos tempos médios de cada simulação, visando estabilizar os números do estudo e conseguir um retorno adequado das condições simuladas.

Quando optamos por uma quantidade maior de experimentos, fazemos com que a média das variáveis simuladas se aproxime do valor esperado calculado através da estatística. De qualquer forma, é importante mostrar a você que é necessariamente mais seguro tomar decisões sobre a contratação ou não de mais um funcionário, bem como de melhorar um processo de atendimento, utilizando informações mais precisas, e não apenas a sua intuição de gestão.

A resposta para o nosso exemplo é: a ampliação da gama de serviços oferecidos pelas caixas eletrônicas, ou até uma melhoria no processamento das operações feitas no caixa pode contribuir para a redução no tempo de atendimento e, conseqüentemente, no tempo de espera nas filas.

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

14

## ATIVIDADE 1



Voltemos ao caso da agência de banco que você gerenciou durante os estudos deste roteiro. O que aconteceria com o tempo médio de espera na fila, se, fosse o 5º dia útil do mês, quando a maioria das pessoas vêm fazer o pagamento de suas contas no caixa da agência? Admita, para este caso, que a distribuição de frequências para o tempo entre chegadas dos clientes e do atendimento seguem a tabela, a seguir:

	A	B	C	D	E
1	Tempo entre as chegadas	Ocorrências		Tempo de atendimento	Ocorrências
2	00:04	64		00:05	56
3	00:06	52		00:06	54
4	00:07	36		00:08	38
5	00:09	28		00:10	30
6	00:11	20		00:12	22
7	Soma	200		Soma	200

Usando a mesma linha de números aleatórios proposta no caso anterior e simulando para os mesmos 25 clientes, calcule o tempo médio de espera na fila e diga se a situação ficou pior ou melhor que anteriormente.

### Solução

	A	B	C	D	E	F	G
2	Tempo entre as chegadas	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência		Tempo de atendimento	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência
3	00:04	64	3,20		00:05	56	2,55
4	00:06	52	2,60		00:06	54	2,45
5	00:07	36	1,80		00:08	38	1,73
6	00:09	28	1,40		00:10	30	1,36
7	00:11	20	1,00		00:12	22	1,00
8	Soma	200			Soma	200	
9			=B7/\$B\$7				=F7/\$F\$7
10							

1. construir as colunas de distribuição de probabilidades

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

15

## ATIVIDADE 1 –Continuação



2. Construa a distribuição probabilística acumulada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Tempo entre as chegadas	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada		Tempo de atendimento	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada
2	00:04	64	0,32	0,32		00:05	56	0,28	0,28
3	00:06	52	0,26	0,58		00:06	54	0,27	0,55
4	00:07	36	0,18	0,76		00:08	38	0,19	0,74
5	00:09	28	0,14	0,90		00:10	30	0,15	0,89
6	00:11	20	0,10	1,00		00:12	22	0,11	1,00
7	Soma	200				Soma	200		
8									
9									

3. Definindo um intervalo de números aleatórios para cada variável

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Tempo entre as chegadas	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada	Intervalo de números aleatórios					
2	00:04	64	0,32	0,32	0 até 32					
3	00:06	52	0,26	0,58	33 até 58					
4	00:07	36	0,18	0,76	59 até 76					
5	00:09	28	0,14	0,90	77 até 90					
6	00:11	20	0,10	1,00	91 até 100					
7	Soma	200								
8										
9										
10	Tempo de atendimento	Ocorrências	Probabilidade de ocorrência	Probabilidade acumulada	Intervalo de números aleatórios					
11	00:05	56	0,28	0,28	0 até 28					
12	00:06	54	0,27	0,55	29 até 55					
13	00:08	38	0,19	0,74	56 até 74					
14	00:10	30	0,15	0,89	75 até 89					
15	00:12	22	0,11	1,00	90 até 100					
16	Soma	200								

**ATIVIDADE 1 –Continuação**

4. Gerando números aleatórios e  
5. Simulando o experimento



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Cliente	Número Aleatório	Intervalo de Chegada	Chegada no banco	Início de atendimento	Tempo na fila	Número Aleatório	Tempo de atendimento	Final de atendimento	10:00:00					
2	1	82	00:09	10:09	10:10	00:01	30	00:06	10:16						
3	2	10					24								
4	3	30					75								
5	4	54					38								
6	5	72					75								
7	6	94					18								
8	7	26					27								
9	8	7					60								
10	9	33					92								
11	10	38					33								
12	11	89					8								
13	12	20					53								
14	13	70					75								
15	14	99					69								
16	15	60					91								
17	16	1					2								
18	17	22					33								
19	18	40					59								
20	19	42					32								
21	20	99					73								
22	21	77					96								
23	22	33					97								
24	23	85					68								
25	24	45					84								
26	25	63					32								
27															
28							<=CONT.S								

21/09/2012 Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade 17

**ATIVIDADE 1 - Continuação**

4. Gerando números aleatórios e  
5. Simulando o experimento



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Cliente	Número Aleatório	Intervalo de Chegada	Chegada no banco	Início de atendimento	Tempo na fila	Número Aleatório	Tempo de atendimento	Final de atendimento	10:00:00					
2	1	82	00:09	10:09	10:10	00:01	30	00:06	10:16						
3	2	10	00:04	10:13	10:16	00:03	24	00:05	10:21						
4	3	30	00:04	10:17	10:22	00:05	75	00:10	10:32						
5	4	54	00:06	10:23	10:32	00:09	38	00:06	10:38						
6	5	72	00:07	10:30	10:40	00:10	75	00:10	10:50						
7	6	94	00:11	10:41	10:50	00:09	18	00:05	10:55						
8	7	26	00:04	10:45	10:57	00:12	27	00:05	11:02						
9	8	7	00:04	10:49	11:03	00:14	60	00:08	11:11						
10	9	33	00:06	10:55	11:13	00:18	92	00:12	11:25						
11	10	38	00:06	11:01	11:25	00:24	33	00:06	11:31						
12	11	89	00:09	11:10	11:33	00:23	8	00:05	11:38						
13	12	20	00:04	11:14	11:38	00:24	53	00:06	11:44						
14	13	70	00:07	11:21	11:46	00:25	75	00:10	11:56						
15	14	99	00:11	11:32	11:56	00:24	69	00:08	12:04						
16	15	60	00:07	11:39	12:06	00:27	91	00:12	12:18						
17	16	1	00:04	11:43	12:18	00:35	2	00:05	12:23						
18	17	22	00:04	11:47	12:23	00:36	33	00:06	12:29						
19	18	40	00:06	11:53	12:31	00:38	59	00:08	12:39						
20	19	42	00:06	11:59	12:39	00:40	32	00:06	12:45						
21	20	99	00:11	12:10	12:47	00:37	73	00:08	12:55						
22	21	77	00:09	12:19	12:57	00:38	96	00:12	13:09						
23	22	33	00:06	12:25	13:09	00:44	97	00:12	13:21						
24	23	85	00:09	12:34	13:21	00:47	68	00:08	13:29						
25	24	45	00:06	12:40	13:31	00:51	84	00:10	13:41						
26	25	63	00:07	12:47	13:41	00:54	32	00:06	13:47						
27															
28															

21/09/2012 Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade 18

ATIVIDADE 1 - Continuação										imes CATANDUVA · SP					
4. Gerando números aleatórios e															
5. Simulando o experimento															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Cliente	Número Aleatório	Intervalo de Chegada	Chegada no banco	Início de atendimento	Tempo na fila	Número Aleatório	Tempo de atendimento	Final de atendimento	10:00:00					
2	1	82	00:09	10:09	10:10	00:01	30	00:06	10:16						
3	2	10	00:04	10:13	10:16	00:03	24	00:05	10:21						
4	3	30	00:04	10:17	10:22	00:05	75	00:10	10:32						
5	4	54	00:06	10:23	10:32	00:09	38	00:06	10:38						
6	5	72	00:07	10:30	10:40	00:10	75	00:10	10:50						
7	6	94	00:11	10:41	10:50	00:09	18	00:05	10:55						
8	7	26	00:04	10:45	10:57	00:12	27	00:05	11:02						
9	8	7	00:04	10:49	11:03	00:14	60	00:08	11:11						
10	9	33	00:06	10:55	11:13	00:18	92	00:12	11:25						
11	10	38	00:06	11:01	11:25	00:24	33	00:06	11:31						
12	11	89	00:09	11:10	11:33	00:23	8	00:05	11:38						
13	12	20	00:04	11:14	11:38	00:24	53	00:06	11:44						
14	13	70	00:07	11:21	11:46	00:25	75	00:10	11:56						
15	14	99	00:11	11:32	11:56	00:24	69	00:08	12:04						
16	15	60	00:07	11:39	12:06	00:27	91	00:12	12:18						
17	16	1	00:04	11:43	12:18	00:35	2	00:05	12:23						
18	17	22	00:04	11:47	12:23	00:36	33	00:06	12:29						
19	18	40	00:06	11:53	12:31	00:38	59	00:08	12:39						
20	19	42	00:06	11:59	12:39	00:40	32	00:06	12:45						
21	20	99	00:11	12:10	12:47	00:37	73	00:08	12:55						
22	21	77	00:09	12:19	12:57	00:38	96	00:12	13:09						
23	22	33	00:06	12:25	13:09	00:44	97	00:12	13:21						
24	23	85	00:09	12:34	13:21	00:47	68	00:08	13:29						
25	24	45	00:06	12:40	13:31	00:51	84	00:10	13:41						
26	25	63	00:07	12:47	13:41	00:54	32	00:06	13:47						
27			00:06:41	<--MÉDIA(B1:B25)		00:25:55		00:07:48							
28							17	<--CONT.SE(F2:F26;">=00:15")							
21/09/2012															19

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

## ATIVIDADE 2 e 3



A indústria de bolos confeitados DOCE PRESENTE tem sua produção baseada em uma política de capacidade constante de fabricação, ou seja, escolhe produzir durante todo o ano a mesma quantidade mensal de 1100 unidades, que é a sua capacidade máxima de produção. Em função da alta concorrência neste mercado, a empresa tem uma demanda ao longo do ano baseada na seguinte distribuição probabilística

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	F	G
1	Intervalo Inicial	Intervalo Final	Demanda	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	1	Estoque	Produção	Números aleatórios	Demanda	Estoque Final	Venda	Perdida
2	1	10	900	10%	10%	2	Janeiro	0	1100	25	1000	100	0
3			1000	18%		3	Fevereiro	100	1100	13	1000	200	0
4			1200	22%		4	Março		1100	16			
5			1300	25%		5	Abril		1100	22			
6			1500	15%		6	Maior		1100	26			
7			1600	10%		7	Junho		1100	74			
8						8	Julho		1100	49			
9						9	Agosto		1100	65			
10						10	Setembro		1100	47			
11						11	Outubro		1100	75			
12						12	Novembro		1100	77			
13						13	Dezembro		1100	2			

Considere, para os cálculos, que a margem de contribuição unitária de cada bolo é R\$ 20,00, e que o custo de estocagem unitário para cada bolo, na câmara fria da indústria, gira em torno de R\$ 3,00.

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

20

## ATIVIDADE 2 –Continuação



Qual a margem de contribuição total que a empresa deixaria de ganhar durante todo o ano por não ter o produto disponível para venda no momento certo?

### SOLUÇÃO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Estoque	Produção	Números aleatórios	Demanda	Estoque Final	Venda Perdida			
1										
2	Janeiro	0	1100	25	1000	100	0			
3	Fevereiro	100	1100	13	1000	200	0			
4	Março	200	1100	16	1000	300	0			
5	Abril	300	1100	22	1000	400	0			
6	Maió	400	1100	26	1000	500	0			
7	Junho	500	1100	74	1300	300	0			
8	Julho	300	1100	49	1200	200	0			
9	Agosto	200	1100	65	1300	0	0			
10	Setembro	0	1100	47	1200	0	-100			
11	Outubro	0	1100	75	1300	0	-200			
12	Novembro	0	1100	77	1500	0	-400			
13	Dezembro	0	1100	2	900	200	0			=B13+C13-E13-F13
14										
15		=F12								
16										=SE(B13+C13-E13>=0;B13+C13-E13;0)
17										=PROCV(D13;ATIV2.13B!\$A\$2:\$C\$7;3)
18										

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

21

## ATIVIDADE 2 –Continuação



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		Estoque	Produção	Números aleatórios	Demanda	Estoque Final	Venda Perdida	Margem de Contribuição	Custo de Estocagem	Margem de Contribuição Perdida				
1														
2	Janeiro	0	1100	25	1000	100	0	20.000,00	300,00	0,00				
3	Fevereiro	100	1100	13	1000	200	0	20.000,00	600,00	0,00				
4	Março	200	1100	16	1000	300	0	20.000,00	900,00	0,00				
5	Abril	300	1100	22	1000	400	0	20.000,00	1200,00	0,00				
6	Maió	400	1100	26	1000	500	0	20.000,00	1500,00	0,00				
7	Junho	500	1100	74	1300	300	0	26.000,00	900,00	0,00				
8	Julho	300	1100	49	1200	200	0	24.000,00	600,00	0,00				
9	Agosto	200	1100	65	1300	0	0	26.000,00	0,00	0,00				
10	Setembro	0	1100	47	1200	0	100	22.000,00	0,00	2.000,00				
11	Outubro	0	1100	75	1300	0	200	22.000,00	0,00	4.000,00				
12	Novembro	0	1100	77	1500	0	400	22.000,00	0,00	8.000,00				
13	Dezembro	0	1100	2	900	200	0	18.000,00	600,00	0,00				
14										14.000,00	Soma			
15														
16														
17														
18														
19														
20														

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

22

### ATIVIDADE 3



Caso aumentemos a capacidade de produção da indústria de bolos em 20%, o aumento de margem de contribuição recebido seria maior que os gastos com estoques?

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	Custo de Estocagem	Margem de Contribuição Perdida	Estoque	Produção Aumentada em 20%	Novo Estoque Final	Nova Venda Perdida	Nova Margem de Contribuição	Novo Custo de Estocagem	Nova Margem de Contribuição Perdida
1									
2	300,00	0,00	0	1.320	320	0	20.000,00	960,00	0
3	600,00	0,00	320	1.320	640	0	20.000,00	1.920,00	0
4	900,00	0,00	640	1.320	960	0	20.000,00	2.880,00	0
5	1200,00	0,00	960	1.320	1.280	0	20.000,00	3.840,00	0
6	1500,00	0,00	1.280	1.320	1.600	0	20.000,00	4.800,00	0
7	900,00	0,00	1.600	1.320	1.620	0	26.000,00	4.860,00	0
8	600,00	0,00	1.620	1.320	1.740	0	24.000,00	5.220,00	0
9	0,00	0,00	1.740	1.320	1.760	0	26.000,00	5.280,00	0
10	0,00	2.000,00	1.760	1.320	1.880	0	24.000,00	5.640,00	0
11	0,00	4.000,00	1.880	1.320	1.900	0	26.000,00	5.700,00	0
12	0,00	8.000,00	1.900	1.320	1.720	0	30.000,00	5.160,00	0
13	600,00	0,00	1.720	1.320	2.140	0	18.000,00	6.420,00	0
14	6.600,00	14.000,00					274.000,00	52.680,00	0,00
15				=C13*1,2	=M12+L13-E13		=E13*20)-(N13*20)		=M13*3
16				Aumento da Margem de Contribuição		14.000,00			
17				Aumento no Custo de Estocagem		46.080,00			
18									

A medida evitaria a perda das vendas, gerando um ganho de margem de contribuição de R\$ 14.000,00, porém o custo de armazenagem no ano sairia de R\$ 6.600,00 para R\$ 52.680,00, inviabilizando a proposta de aumento da capacidade, a menos que haja prospecção de novos mercados consumidores para o produto.

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

23

### ATIVIDADES DE AVALIAÇÃO 01 e 02



A clínica popular SANTO AGOSTINHO realiza a consulta de cada um de seus pacientes em um tempo médio de 15 minutos, sendo o valor de cada consulta igual a R\$ 20,00. O horário de chegada diário de pessoas na clínica pode ser representado no quadro de distribuição probabilística, a seguir

	A	B	C	D	E
	Intervalo Inicial	Intervalo Final	Tempo entre as chegadas	Probabilidade	Probabilidade Acumulada
1					
2	1	20	00:05	20%	20%
3			00:10	30%	
4			00:15	15%	
5			00:20	15%	
6			00:25	10%	
7			00:30	10%	

A clínica funciona de 8:00 às 17:00, e quando tem pacientes aguardando consulta após o horário de encerramento das atividades, estes são orientados a retornarem no dia seguinte. Construa uma simulação pelo método de Monte Carlo, utilizando (caso necessário) da segunda até a quarta linha da tabela de números aleatórios apresentada no nosso

roteiro de estudos (da esquerda para a direita). Apresentamos, para facilitar a montagem do problema, as duas primeiras linhas da tabela-padrão de simulação, que irá conduzi-lo à resolução deste caso.

	A	B	C	D	E	F
	Números Aleatórios	Tempo desde a última chegada	Hora da chegada	Hora de início da consulta	Hora do fim da consulta	Tempo de espera
1						
2	10	00:05	08:05	08:05	08:20	00:00
3	55	00:15	08:20	08:20	08:35	00:00
4	24					
5	17					

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

24

## Atividade 01



Qual o tempo médio de espera dos pacientes para serem atendidos na clínica?

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Números Aleatórios	Tempo desde a última chegada	Hora da chegada	Hora de início da consulta	Hora do fim da consulta	Tempo de espera		
2	35	00:25	08:05	08:05	08:20	00:00	08:00	00:15
3	55	00:15	08:20	08:20	08:35	00:00		
4	24	00:10	08:30	08:35	08:50	00:05		
5	17	00:05	08:35	08:50	09:05	00:15		
6	41	00:10	08:45	09:05	09:20	00:20		
7	47	00:10	08:45	09:20	09:35	00:25		
8	72	00:20	09:15	09:35	09:50	00:20		
9	9	00:05	09:20	09:50	10:05	00:30		
10	46	00:10	09:30	10:05	10:20	00:35		
11	77	00:20	09:50	10:20	10:35	00:30		
12	13	00:05	09:55	10:35	10:50	00:40		
13	70	00:20	10:15	10:50	11:05	00:35		
14	81	00:25	10:40	11:05	11:20	00:25		
15	47	00:10	10:50	11:20	11:35	00:30		
16	43	00:10	11:00	11:35	11:50	00:35		
17	5	00:05	11:05	11:50	12:05	00:45		
18	95	00:30	11:35	12:05	12:20	00:30		
19	29	00:10	11:45	12:20	12:35	00:35		
20	30	00:10	11:55	12:35	12:50	00:40		
21	30	00:10	12:05	12:50	13:05	00:45		
22	75	00:20	12:05	13:05	13:20	00:40		
23	96	00:30	12:55	13:20	13:35	00:25		
24	75	00:20	13:15	13:35	13:50	00:20		
25	9	00:05	13:20	13:50	14:05	00:30		
26	75	00:20	13:40	14:05	14:20	00:25		
27	26	00:10	13:50	14:20	14:35	00:30		
28	70	00:20	14:10	14:35	14:50	00:25		
29	48	00:10	14:20	14:50	15:05	00:30		
30	76	00:05	14:25	15:05	15:20	00:40		
31	8	00:05	14:30	15:20	15:35	00:50		
32	7	00:05	14:35	15:35	15:50	01:00		
33	81	00:25	15:30	15:50	16:05	00:50		
34	20	00:05	15:05	16:05	16:20	01:00		
35	55	00:15	15:20	16:20	16:35	01:00		
36	48	00:10	15:30	16:35	16:50	01:05		
37	11	00:05	15:35	16:50	17:05	01:15		
38	54	00:15	15:50	17:05	17:20	01:15		
39	41	00:10	16:00	17:20	17:35	01:20		
40	38	00:10	16:10	17:35	17:50	01:25		
41	1	00:05	16:15	17:50	18:05	01:35		
42	80	00:15	16:40	18:05	18:20	01:25		
43	96	00:30	17:10	18:20	18:35	01:10		
44	39	00:10	17:20	18:35	18:50	01:15		
45	84	00:25	17:45	18:50	19:05	01:05		
46	91	00:30	18:15	19:05	19:20	00:50		
47	90	00:25	18:40	19:20	19:35	00:40		
48	22	00:10	18:50	19:35	19:50	00:45		
49	57	00:15	19:05	19:50	20:05	00:45		
50	15	00:05	19:10	20:05	20:20	00:55		
51	77	00:20	19:30	20:20	20:35	00:50		
52	5	00:05	19:35	20:35	20:50	01:00		
53	14	00:05	19:40	20:50	21:05	01:10		
54	22	00:10	19:50	21:05	21:20	01:15		
55	95	00:30	20:20	21:20	21:35	01:00		
56					00:34	<=MÉDIA(F2:F37)	Consultas perdidas	5
57							Faturamento perdido por dia	100,00 <=J56*20

21/09/2012

25

## Atividade 2



Qual o valor diário de faturamento que é perdido pela clínica, trabalhando dentro de seus parâmetros atuais de estrutura? Considere para o cálculo, o atendimento de clientes que chegam até as 16h45min.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
48	22	00:10	18:50	19:35	19:50	00:45						
49	57	00:15	19:05	19:50	20:05	00:45						
50	15	00:05	19:10	20:05	20:20	00:55						
51	77	00:20	19:30	20:20	20:35	00:50						
52	5	00:05	19:35	20:35	20:50	01:00						
53	14	00:05	19:40	20:50	21:05	01:10						
54	22	00:10	19:50	21:05	21:20	01:15						
55	95	00:30	20:20	21:20	21:35	01:00						
56						00:34	<=MÉDIA(F2:F37)	Consultas perdidas		5		
57								Faturamento perdido por dia		100,00	<=J56*20	

=CONT.SES(D2:D55;>17:00";C2:C55;"<16:45")

21/09/2012

Bertolo – Estatística Aplicada à Contabilidade

26