

6

Análise de sensibilidade do gráfico χ^2 com tamanho de amostra variável

Neste capítulo, é apresentada uma análise de sensibilidade para o gráfico de controle qui-quadrado com TAV enfocando o *NMA*. A análise de sensibilidade foi realizada para verificar o impacto causado no *NMA* na presença de deslocamentos nos parâmetros β_*^0 , β_*^1 e σ_* . Foram considerados dois cenários, cada qual contemplando deslocamentos distintos nos parâmetros β_*^0 , β_*^1 e σ_* .

- Primeiro cenário - deslocamentos em β_*^0 e β_*^1 . Quatro combinações foram empregadas: $\delta_0 = 0,2$ e $\delta_1 = 0,025$; $\delta_0 = 0,4$ e $\delta_1 = 0,050$; $\delta_0 = 0,6$ e $\delta_1 = 0,075$; $\delta_0 = 0,8$ e $\delta_1 = 0,100$.
- Segundo cenário – deslocamentos fixos de $\delta_0 = 0,2$ em β_*^0 , $\delta_1 = 0,025$ em β_*^1 e deslocamentos variados de 1,2, 1,4, 1,6 e 1,8 em σ_* .

A análise de sensibilidade foi realizada fixando os valores dos tamanhos de amostras n_0 e n_1 e variando o tamanho de amostra n_2 . Para cada combinação envolvendo os tamanhos de amostras n_0 e n_1 , o tamanho de amostra n_2 assumiu valores entre $n_0 + 1$ e 30. Para limitar o número de combinações obtidas, foi estabelecido um limite máximo igual a 10 para n_0 . Procurou-se selecionar as combinações de n_0 e n_1 que ofereceram maiores amplitudes de p_0 . Ao todo, foram selecionadas nove combinações.

Nos dois cenários descritos acima, foram calculados os *NMA*'s para as nove combinações escolhidas. Rotinas em R (software estatístico R) foram escritas para a obtenção do *NMA*, através da eq. 4.4, quando o processo encontra-se fora de controle. Foi verificado que, em termos qualitativos, não houve distinção nos resultados obtidos, isto é, a variação no tamanho de amostra n_2 causou alterações semelhantes nos *NMA*'s, independentemente dos valores de n_0 e n_1 . Por este motivo, decidiu-se apresentar apenas os resultados referentes à combinação envolvendo $n_1 = 3$ e $n_0 = 6$. Nas próximas seções, são apresentados os resultados relativos ao *NMA* para os dois cenários.

6.1. Primeiro cenário

No primeiro cenário, os *NMA*'s foram calculados com deslocamentos nos parâmetros β_*^0 e β_*^1 . A Tabela 6.1 apresenta resultados do *NMA* obtidos através da variação do tamanho de amostra n_2 , $n_1 = 3$, $n_0 = 6$, e considerando as quatro combinações de deslocamentos: $\delta_0 = 0,2$ e $\delta_1 = 0,025$; $\delta_0 = 0,4$ e $\delta_1 = 0,050$; $\delta_0 = 0,6$ e $\delta_1 = 0,075$; $\delta_0 = 0,8$ e $\delta_1 = 0,100$. A Figura 6.1 mostra a evolução do *NMA* em função de n_2 para as quatro combinações de deslocamentos citadas.

A Figura 6.1 revela que, conforme esperado, o aumento nos deslocamentos δ_0 e δ_1 gera diminuição nos valores do *NMA*. Nota-se que o *NMA* apresenta comportamentos distintos para os quatro níveis de deslocamentos mencionados anteriormente. Na presença de menores deslocamentos ($\delta_0 = 0,2$ e $\delta_1 = 0,025$), à medida que n_2 cresce, percebe-se uma diminuição nos valores do *NMA*. Para estes deslocamentos, o *NMA* variou entre 34,41, correspondendo ao gráfico de controle qui-quadrado com TAV com o maior tamanho de amostra ($n_2 = 30$), e 59,51, correspondendo ao gráfico de controle qui-quadrado com TAV com o menor tamanho de amostra ($n_2 = 7$). Nas outras três combinações de deslocamentos δ_0 e δ_1 foi observado que os incrementos em n_2 não causaram decréscimo nos valores do *NMA*.

Para a combinação envolvendo os maiores deslocamentos ($\delta_0 = 0,8$ e $\delta_1 = 0,100$), o menor *NMA* (1,64) foi verificado para o gráfico com TAV com $n_2 = 9$, valor inferior ao *NMA* observado para o gráfico com $n_2 = 7$ (1,70). Para os gráficos com tamanho de amostra n_2 superiores a 9, verificou-se um aumento nos valores do *NMA* até 2,05, valor correspondente ao gráfico com TAV com n_2 igual a 30. Para a combinação envolvendo $\delta_0 = 0,4$ e $\delta_1 = 0,050$, o *NMA* variou entre 4,64, correspondendo ao gráfico de controle qui-quadrado com TAV com n_2 igual a 25, e 10,89, correspondendo ao gráfico de controle qui-quadrado com TAV com n_2 igual a 7 e, para $\delta_0 = 0,6$ e $\delta_1 = 0,075$, a variação do *NMA* foi de 2,34 (gráfico com $n_2 = 15$) a 3,30 (gráfico com $n_2 = 7$).

Tabela 6.1 – Cálculo do NMA para o gráfico de controle com TAV com deslocamentos na inclinação e no intercepto, $n_0 = 6$ e $n_1 = 3$.

n_2	p_0	w	$\delta_0 (\delta_1)$			
			0,2 (0,025)	0,4 (0,050)	0,6 (0,075)	0,8 (0,100)
7	0,250	0,575	59,51	10,89	3,30	1,70
8	0,400	1,022	57,26	9,53	2,95	1,66
9	0,500	1,386	55,28	8,48	2,71	1,64
10	0,571	1,695	53,50	7,66	2,56	1,64
11	0,625	1,962	51,88	7,02	2,46	1,65
12	0,667	2,197	50,39	6,50	2,40	1,67
13	0,700	2,408	49,00	6,09	2,36	1,69
14	0,727	2,599	47,71	5,76	2,34	1,72
15	0,750	2,773	46,50	5,50	2,34	1,74
16	0,769	2,933	45,36	5,28	2,35	1,77
17	0,786	3,081	44,29	5,11	2,36	1,79
18	0,800	3,219	43,27	4,98	2,38	1,82
19	0,813	3,348	42,31	4,87	2,40	1,84
20	0,824	3,469	41,40	4,79	2,43	1,87
21	0,833	3,584	40,53	4,73	2,46	1,89
22	0,842	3,692	39,71	4,69	2,50	1,91
23	0,850	3,794	38,93	4,66	2,53	1,93
24	0,857	3,892	38,19	4,65	2,56	1,95
25	0,864	3,985	37,48	4,64	2,60	1,97
26	0,870	4,074	36,80	4,65	2,63	1,99
27	0,875	4,159	36,16	4,66	2,67	2,00
28	0,880	4,241	35,55	4,68	2,71	2,02
29	0,885	4,319	34,97	4,71	2,74	2,04
30	0,889	4,394	34,41	4,74	2,78	2,05

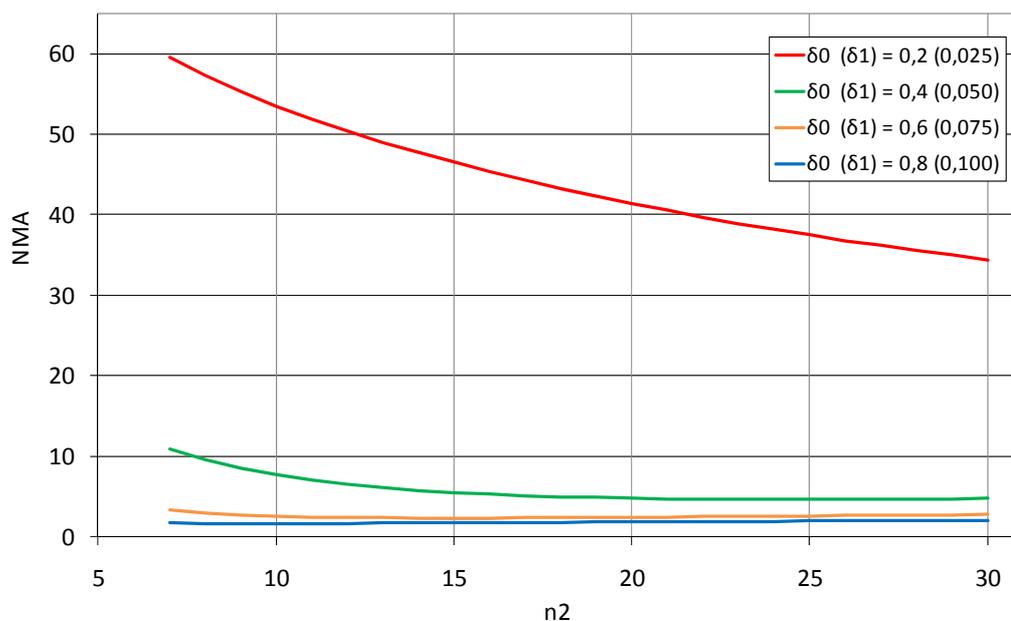


Figura 6.1 – Evolução do NMA em função de n_2 , δ_0 , δ_1 e com $n_0 = 6$ e $n_1 = 3$.

6.2. Segundo cenário

No segundo cenário, foram considerados deslocamentos variados no parâmetro σ_* , deslocamentos fixos iguais a 0,025 no parâmetro β_*^1 e 0,20 no parâmetro β_*^0 . A Tabela 6.2 apresenta os *NMA*'s para os tamanhos de amostra $n_1 = 3$, $n_0 = 6$, n_2 entre 7 e 30 e deslocamentos (γ) em σ_* iguais a 1,2, 1,4, 1,6 e 1,8. A Figura 6.2 mostra a evolução do *NMA* em função de n_2 para os referidos valores de deslocamentos no parâmetro σ_* .

Tabela 6.2 – Cálculo do *NMA* para o gráfico de controle com TAV com deslocamentos variados no desvio-padrão, deslocamentos fixos de 0,025 na inclinação e 0,2 no intercepto, $n_0 = 6$ e $n_1 = 3$.

n_2	p_0	w	γ			
			1,2	1,4	1,6	1,8
7	0,250	0,575	20,00	9,95	6,16	4,36
8	0,400	1,022	19,42	9,74	6,07	4,32
9	0,500	1,386	18,91	9,56	5,99	4,28
10	0,571	1,695	18,46	9,40	5,92	4,25
11	0,625	1,962	18,05	9,25	5,86	4,22
12	0,667	2,197	17,67	9,12	5,80	4,19
13	0,700	2,408	17,32	8,99	5,75	4,16
14	0,727	2,599	17,00	8,88	5,70	4,14
15	0,750	2,773	16,70	8,77	5,65	4,11
16	0,769	2,933	16,42	8,67	5,61	4,09
17	0,786	3,081	16,16	8,57	5,56	4,07
18	0,800	3,219	15,91	8,49	5,53	4,05
19	0,813	3,348	15,68	8,40	5,49	4,03
20	0,824	3,469	15,46	8,32	5,45	4,02
21	0,833	3,584	15,25	8,25	5,42	4,00
22	0,842	3,692	15,05	8,18	5,39	3,98
23	0,850	3,794	14,86	8,11	5,36	3,97
24	0,857	3,892	14,68	8,04	5,33	3,95
25	0,864	3,985	14,51	7,98	5,30	3,94
26	0,870	4,074	14,35	7,92	5,28	3,93
27	0,875	4,159	14,19	7,87	5,25	3,91
28	0,880	4,241	14,05	7,81	5,23	3,90
29	0,885	4,319	13,91	7,76	5,20	3,89
30	0,889	4,394	13,77	7,72	5,18	3,88

Neste cenário, para todos os quatro valores de γ analisados, percebeu-se que o *NMA* decresceu à medida que o tamanho de amostra n_2 empregado nos gráficos com TAV aumentou. O *NMA* variou entre 13,77 a 20,00 quando houve deslocamento igual a 1,2 no parâmetro σ_* . Os deslocamentos de 1,4 e 1,6 em σ_* fizeram com que os *NMA*'s variassem, respectivamente, entre 7,72 e 9,95 e

entre 5,18 e 6,16. O maior deslocamento em σ_* (1,8), como esperado, ocasionou os menores *NMA*'s, que assumiram valores de 3,88 até 4,36.

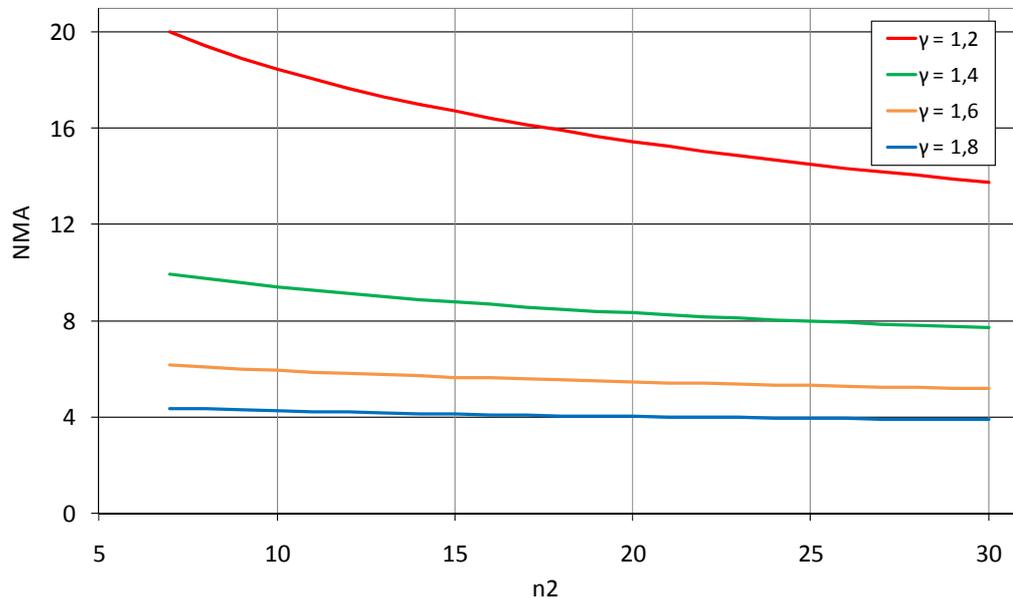


Figura 6.2 – Evolução do NMA em função de n_2 , γ e com $\delta_0 = 0,2$, $\delta_1 = 0,025$, $n_0 = 6$ e $n_1 = 3$.

Vale ressaltar que outros quatro cenários foram analisados. Entretanto, qualitativamente os resultados obtidos foram semelhantes aos resultados encontrados nos dois cenários que foram incluídos no trabalho. Por esse motivo, optou-se por não apresentá-los. A seguir são descritos os quatro cenários.

1. Deslocamentos (δ_0) de 0,2, 0,4, 0,6 e 0,8 em β_*^0 .
2. Deslocamentos (δ_1) de 0,025, 0,050, 0,075 e 0,100 em β_*^1 .
3. Deslocamento fixo ($\delta_0 = 0,2$) em β_*^0 e deslocamentos variados (γ) de 1,2, 1,4, 1,6 e 1,8 em σ_* .
4. Deslocamento fixo ($\delta_1 = 0,025$) em β_*^1 e deslocamentos variados (γ) de 1,2, 1,4, 1,6 e 1,8 em σ_* .

6.3. Comparação entre os dois cenários

A comparação realizada nesta seção englobou duas situações específicas dos dois cenários, a saber:

- Primeira situação – situação referente ao primeiro cenário (seção 6.1), onde os parâmetros β_*^0 e β_*^1 sofreram deslocamentos iguais a 0,2 e 0,025.
- Segunda situação – situação referente ao segundo cenário (seção 6.2), onde o parâmetro σ_* sofreu deslocamento igual a 1,2 e os parâmetros β_*^0 e β_*^1 sofreram deslocamentos iguais a 0,2 e 0,025.

A Figura 6.3 mostra a evolução do *NMA* em função de n_2 para as duas situações mencionadas. Nitidamente, nota-se que os valores do *NMA* foram fortemente afetados em decorrência da presença do deslocamento ($\gamma = 1,2$) no parâmetro σ_* , que pode ser considerado de pequena magnitude. Em todos os gráficos de controle qui-quadrado com TAV estudados, independente do tamanho de amostra n_2 utilizado, na situação com deslocamento em σ_* a emissão de um sinal se deu de forma bem mais rápida, apresentando *NMA*'s com valores quase três vezes menores.

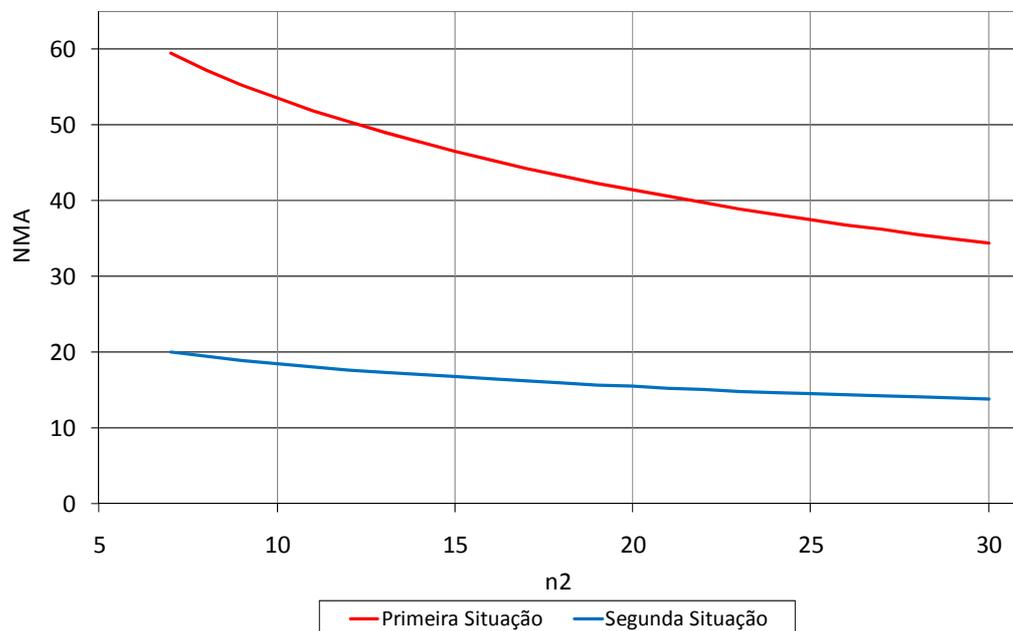


Figura 6.3 – Evolução do *NMA* em função do tamanho de amostra n_2 para as duas situações em estudo.