

2º semestre / 2016

Laboratório 4

Neste laboratório, iremos tratar das noções básicas de regressão linear multivariada, em especial, a interpretação, a comparação e a utilização de gráficos para melhor compreensão dos modelos multivariados. Continuaremos utilizando a base de dados `fair.dta`. Portanto, assegure-se de que a tenha carregada no *Stata* antes de executar as rotinas que seguem abaixo.

Parte I – Complementos de OLS Linear Múltiplo: Comparação de Modelos e Significância

Exercício 1. Com base nos modelos abaixo, já trabalhados em listas anteriores, faça o que se pede:

$$\begin{aligned} VOTE &= \beta_0 + \beta_1 GROWTH && \text{(I)} \\ VOTE &= \beta_0 + \beta_2 INFLATION && \text{(II)} \\ VOTE &= \beta_0 + \beta_1 GROWTH + \beta_2 INFLATION && \text{(III)} \end{aligned}$$

a) Faça uma tabela comparativa com todos os modelos. Mostre os β de cada variável independente, seus erros-padrão e seus p-valores. Não se esqueça de inserir os asteriscos para cada nível de significância.

Dica: no *Stata*, após cada regressão, salve os resultados com o comando:

```
estimates store <nome>
```

Para gerar a tabela comparativa, após salvar todos os resultados, digite o comando:

```
estout <nomes dos modelos>, cells( b( star fmt(3) ) se( par )  
p( par( [ ] ) ) ) legend
```

Obs: caso o *Stata* não reconheça o comando, instale o pacote `estout`.

Pela tabela de regressão é possível perceber a diferença dos efeitos de cada variável sobre o voto, seja de maneira isolada, em (I) e (II), ou conjunta (III). No *stata*:

```
. regress VOTE GROWTH  
. estimates store m1  
. regress VOTE INFLATION  
. estimates store m2  
. regress VOTE GROWTH INFLATION  
. estimates store m3
```

| | Modelo I betas | Modelo II betas | Modelo III betas |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| GROWTH | 0.654*** (0.161) [0.000] | | 0.643*** (0.165) [0.001] |
| INFLATION | | -0.439 (0.511) [0.397] | -0.176 (0.426) [0.683] |
| Intercepto | 51.860*** (0.882) [0.000] | 53.435*** (1.733) [0.000] | 52.334*** (1.456) [0.000] |
| R-Quadrado | 0.356 | 0.024 | 0.359 |
| N | 32 | 32 | 32 |

(ep) em parênteses e [p-valores] em colchetes

Significância Estatística:

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Entre parênteses estão os *erros-padrão* associados a cada coeficiente e entre colchetes estão os *p-valores*. Os asteriscos indicam significância a diferentes níveis: * (5%); ** (1%) e *** (0,1%).

b) Interprete os resultados obtidos para cada coeficiente em cada modelo.

No modelo (I), os votos aumentam em média 0,654 para cada aumento em 1 unidade de GROWTH. Como ‘ponto de partida’, os votos possuem, em média, 51,86 sem nenhum efeito do crescimento, isto é, crescimento zero. O *p-valor* desse estimador indica significância estatística a 0,1%.

No modelo (II), os votos caem em média 0,439 para cada aumento em 1 unidade de INFLATION. Como ‘ponto de partida’, os votos possuem, em média, 53,435 sem nenhum efeito da inflação, isto é, inflação zero. O *p-valor* desse coeficiente não indica significância estatística a nenhum nível pré-estabelecido.

No modelo (III), os votos aumentam em média 0,643 para cada aumento em 1 unidade de GROWTH, mantida INFLATION constante. Além disso, o modelo indica redução média de 0,176 nos votos para cada aumento em uma unidade de INFLATION, mantido GROWTH em níveis constantes. Na presença das duas variáveis no modelo, o ‘ponto de partida’ dos votos é de 52,334 sem nenhum efeito do crescimento ou da inflação. Para este modelo, somente o *p-valor* do crescimento indica significância estatística a 0,1% (além, obviamente, do intercepto).

c) De acordo com Gelman & Stern (2006), discuta se é possível comparar os modelos acima tendo como base as significâncias estatísticas dos coeficientes.

Somente com base nas significâncias estatísticas dos coeficientes não é possível comparar diferentes modelos. Somente com base nas significâncias estatísticas dos coeficientes não é possível saber qual modelo é melhor. Somente com as informações da tabela comparativa do item anterior não é possível saber se um modelo é melhor que outro.

Parte II – Complementos de OLS Linear Múltiplo: Interpretação de Margens e Gráficos

Exercício 2. Neste exercício, faremos uma análise marginal do modelo (III). Isto é, estudaremos o comportamento de cada variável independente (em diferentes níveis), mantida fixa a outra variável independente (também em diferentes níveis), e seus efeitos sobre os votos. Para isso, faça o que se pede:

a) Reescreva a equação do modelo (III), substituindo os valores dos parâmetros obtidos na tabela de regressão.

$$VOTE = 52.33405 + 0.64281308 GROWTH - 0.17596952 INFLATION$$

b) Verifique manualmente o efeito sobre os votos do aumento de uma unidade de GROWTH, mantida a variável INFLATION em zero.

c) Agora, repita o procedimento feito no item b com o comando `margins` do *Stata* e o comando `marginsplot`.

Dica: no *Stata*, após rodar a regressão (III), digite o comando

```
display _b[_cons] + _b[GROWTH] * 1 + _b[INFLATION] * 0
```

Verifique se entendeu o que foi feito com a expressão acima. Em seguida, utilize o comando `margins` (a opção `at()` avalia os efeitos sobre o voto para cada nível especificado das variáveis independentes):

```
margins, at( GROWTH = (1) INFLATION = (0) )
```

Obs: Os valores avaliados para as variáveis independentes devem estar entre parênteses. Em seguida, digite `marginsplot` para uma visualização gráfica. Se você entendeu o mecanismo por trás desses comandos, você pode tentar verificar o efeito sobre os votos de diferentes níveis de crescimento e inflação.

Obs: Para que o `marginsplot` funcione corretamente, é necessário que o comando imediatamente anterior tenha sido um `margins`, pois o gráfico será gerado com base nos valores gerados com o `margins`. Caso contrário, o *Stata* acusará erro.

No *Stata*:

```
. display _b[ _cons ] + _b[ GROWTH ] * 1 + _b[ INFLATION ] * 0
52.976863
```

```
. margins, at( GROWTH = (1) INFLATION = (0) )
```

```
Adjusted predictions      Number of obs   =          32
Model VCE      : OLS
```

```
Expression   : Linear prediction, predict()
at           : GROWTH           =          1
              INFLATION        =          0
```

| | Delta-method | | | | |
|-------|--------------|-----------|-------|-------|----------------------|
| | Margin | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] |
| _cons | 52.97686 | 1.432729 | 36.98 | 0.000 | 50.0466 55.90712 |

e) Vamos agora tentar avaliar os dois momentos (ou cenários) anteriores simultaneamente. Para isso, avalie o efeito sobre os votos para o aumento em 1 e 2 unidades de crescimento, mantida a inflação em zero.

Dica: no *Stata*, digite o comando

```
margins, at( GROWTH = ( 1 2 ) INFLATION = (0) )
```

Em seguida, digite o comando `marginsplot` para a visualização gráfica.

```
. margins, at( GROWTH = ( 1 2 ) INFLATION = (0) )
```

```
Adjusted predictions          Number of obs   =          32
Model VCE      : OLS

Expression      : Linear prediction, predict()

1._at          : GROWTH          =          1
                 INFLATION      =          0

2._at          : GROWTH          =          2
                 INFLATION      =          0
```

| | Delta-method | | | | |
|-----|--------------|-----------|-------|-------|----------------------|
| | Margin | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] |
| _at | | | | | |
| 1 | 52.97686 | 1.432729 | 36.98 | 0.000 | 50.04666 55.90712 |
| 2 | 53.61968 | 1.428673 | 37.53 | 0.000 | 50.69771 56.54164 |



f) O que você percebe de diferente no gráfico gerado no *item d* em comparação com os gráficos dos itens anteriores?

O gráfico do *item d* apresenta as duas avaliações de impacto sobre os votos pelo aumento de 1 e 2 unidades de crescimento (mantida a inflação em zero). Diferentemente, os gráficos dos itens *b* e *c* apresentam os gráficos separadamente.

g) Agora, vamos tentar avaliar os efeitos sobre o voto em diferentes níveis de crescimento, mas mantendo a inflação sempre em sua média (ao invés de zero). Para isso, avalie diferentes níveis crescentes de GROWTH, mas especifique o comando (mean) para a inflação.

Dica: no Stata, digite:

```
margins, at( GROWTH = ( 0 1 2 3 4 5 ) (mean) INFLATION )
```

Em seguida, digite marginsplot.

Obs: para estatísticas específicas como média, mediana ou qualquer outra (que não sejam valores definidos pelo usuário), deve-se inseri-las entre parênteses, antes da variável independente para a qual se deseja avaliar. Assim, nesse caso, como desejamos avaliar a inflação em sua média, necessitamos digitar (mean), entre parênteses e antes da variável INFLATION.

```
. margins, at( GROWTH = ( 0 1 2 3 4 5 ) (mean) INFLATION )

Adjusted predictions          Number of obs   =          32
Model VCE      : OLS

Expression      : Linear prediction, predict()

1._at          : GROWTH          =          0
                 INFLATION      =    2.656812 (mean)

2._at          : GROWTH          =          1
                 INFLATION      =    2.656812 (mean)

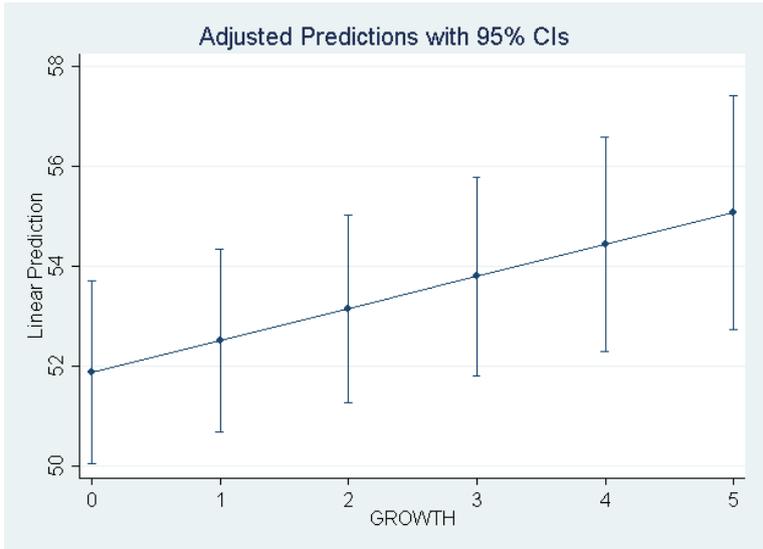
3._at          : GROWTH          =          2
                 INFLATION      =    2.656812 (mean)

4._at          : GROWTH          =          3
                 INFLATION      =    2.656812 (mean)

5._at          : GROWTH          =          4
                 INFLATION      =    2.656812 (mean)

6._at          : GROWTH          =          5
                 INFLATION      =    2.656812 (mean)
```

| | Delta-method | | | | |
|-----|--------------|-----------|-------|-------|----------------------|
| | Margin | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] |
| _at | | | | | |
| 1 | 51.86653 | .8942502 | 58.00 | 0.000 | 50.03759 53.69548 |
| 2 | 52.50935 | .8903447 | 58.98 | 0.000 | 50.68839 54.3303 |
| 3 | 53.15216 | .9166213 | 57.99 | 0.000 | 51.27746 55.02686 |
| 4 | 53.79497 | .9706316 | 55.42 | 0.000 | 51.80981 55.78014 |
| 5 | 54.43778 | 1.048097 | 51.94 | 0.000 | 52.29419 56.58138 |
| 6 | 55.0806 | 1.144264 | 48.14 | 0.000 | 52.74032 57.42088 |



h) Repita o procedimento do *item g*, mas avalie os diferentes níveis de crescimento, mantendo-se a inflação em sua mediana.

Dica: no Stata, utilize a opção (median) antes de inflação.

```
. margins, at( GROWTH = ( 0 1 2 3 4 5 )    (median) INFLATION )

Adjusted predictions          Number of obs   =          32
Model VCE      : OLS

Expression   : Linear prediction, predict()

1. _at      : GROWTH      =          0
              INFLATION  =          2.159 (median)

2. _at      : GROWTH      =          1
              INFLATION  =          2.159 (median)

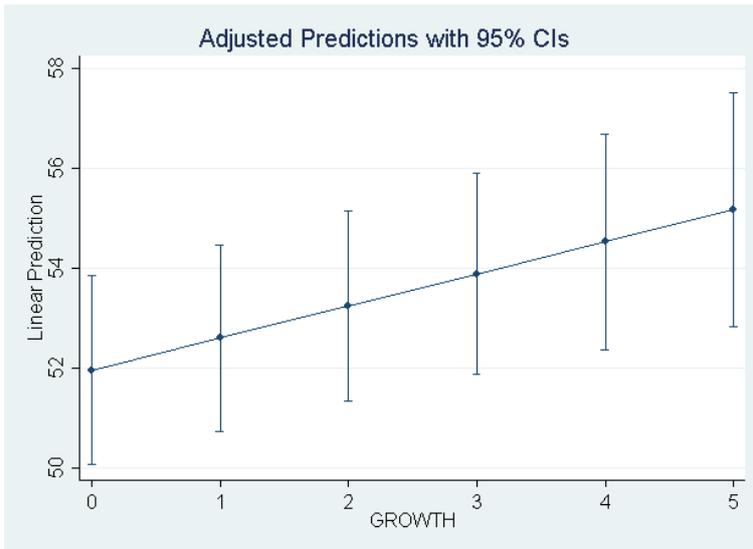
3. _at      : GROWTH      =          2
              INFLATION  =          2.159 (median)

4. _at      : GROWTH      =          3
              INFLATION  =          2.159 (median)

5. _at      : GROWTH      =          4
              INFLATION  =          2.159 (median)

6. _at      : GROWTH      =          5
              INFLATION  =          2.159 (median)
```

| | Delta-method | | | | |
|-----|--------------|-----------|-------|-------|----------------------|
| | Margin | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] |
| _at | | | | | |
| 1 | 51.95413 | .9228457 | 56.30 | 0.000 | 50.0667 53.84156 |
| 2 | 52.59695 | .9130189 | 57.61 | 0.000 | 50.72961 54.46428 |
| 3 | 53.23976 | .932745 | 57.08 | 0.000 | 51.33208 55.14744 |
| 4 | 53.88257 | .9802415 | 54.97 | 0.000 | 51.87775 55.88739 |
| 5 | 54.52538 | 1.051753 | 51.84 | 0.000 | 52.37431 56.67646 |
| 6 | 55.1682 | 1.142779 | 48.28 | 0.000 | 52.83095 57.50544 |



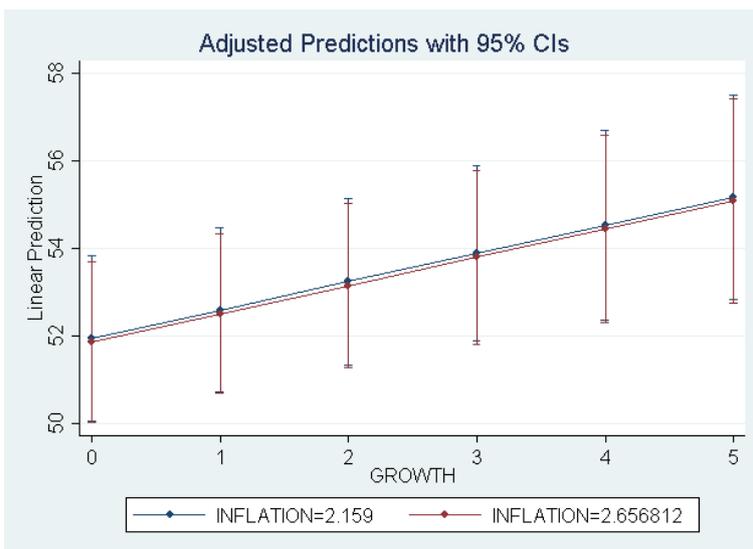
i) O que você pode concluir sobre os gráficos gerados nos *itens g e h*? Para auxiliar em sua resposta, tente plotar as duas curvas em um mesmo gráfico.

Dica: no *Stata*, avalie simultaneamente com a opção `at(.)at(.)`:

```
margins, at( GROWTH = ( 0 1 2 3 4 5 ) (mean) INFLATION ) at(
GROWTH = ( 0 1 2 3 4 5 ) (median) INFLATION )
```

Para o comando `marginsplot`, adicionaremos uma opção extra para que o *Stata* entenda que deva considerar a escala de `GROWTH` em seu *eixo x* e plotar as duas séries em uma mesma dimensão (não separá-las em dois gráficos distintos):

```
marginsplot, xdimension( at(GROWTH) ) plotdimension(
at(INFLATION) )
```



Analisando as duas curvas dos *itens g e h* em um mesmo gráfico, é possível perceber que são paralelas. Com isso, pode-se concluir que a alteração no nível-base da variável mantida constante apenas desloca a curva para cima ou para baixo.

j) Desejamos agora entender a variação da inflação e seu efeito sobre os votos, mantido o crescimento em níveis constantes. Para isso, repita todos os procedimentos dos *itens* de *g* a *i*, mas trocando as variáveis crescimento por inflação e vice-versa.

Obs: assegure-se de que entendeu esse tipo de análise e os mecanismos de avaliação de efeitos marginais, pois, para as próximas aulas, utilizaremos a mesma lógica para avaliar a variação em modelos com interação.

Primeiramente, vamos manter o crescimento em sua *média* e variar a inflação de 0 a 5:

```
. margins, at( INFLATION = ( 0 1 2 3 4 5 ) (mean) GROWTH )

Adjusted predictions          Number of obs   =          32
Model VCE      : OLS

Expression   : Linear prediction, predict()

1. _at      : GROWTH      =          .628 (mean)
              INFLATION   =              0

2. _at      : GROWTH      =          .628 (mean)
              INFLATION   =              1

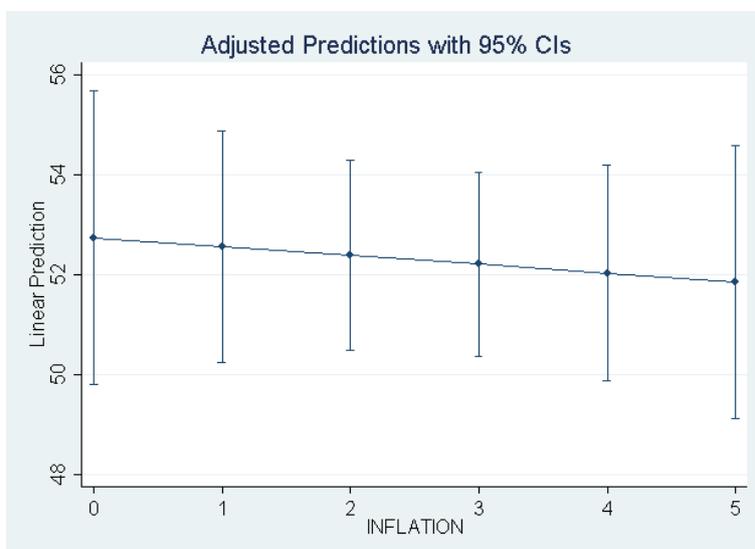
3. _at      : GROWTH      =          .628 (mean)
              INFLATION   =              2

4. _at      : GROWTH      =          .628 (mean)
              INFLATION   =              3

5. _at      : GROWTH      =          .628 (mean)
              INFLATION   =              4

6. _at      : GROWTH      =          .628 (mean)
              INFLATION   =              5
```

| _at | Delta-method | | | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|-----|--------------|-----------|-------|-------|----------------------|----------|
| | Margin | Std. Err. | t | | | |
| 1 | 52.73774 | 1.439071 | 36.65 | 0.000 | 49.79451 | 55.68097 |
| 2 | 52.56177 | 1.134677 | 46.32 | 0.000 | 50.24109 | 54.88244 |
| 3 | 52.3858 | .9312877 | 56.25 | 0.000 | 50.4811 | 54.29049 |
| 4 | 52.20983 | .9001871 | 58.00 | 0.000 | 50.36874 | 54.05092 |
| 5 | 52.03386 | 1.056699 | 49.24 | 0.000 | 49.87267 | 54.19505 |
| 6 | 51.85789 | 1.33646 | 38.80 | 0.000 | 49.12452 | 54.59126 |



Em seguida, vamos manter o crescimento em sua *mediana* e variar a inflação de 1 a 5:

```
. margins, at( INFLATION = ( 0 1 2 3 4 5 ) (median) GROWTH )

Adjusted predictions          Number of obs   =          32
Model VCE      : OLS

Expression      : Linear prediction, predict()

1._at          : GROWTH          =          2.245 (median)
                 INFLATION       =              0

2._at          : GROWTH          =          2.245 (median)
                 INFLATION       =              1

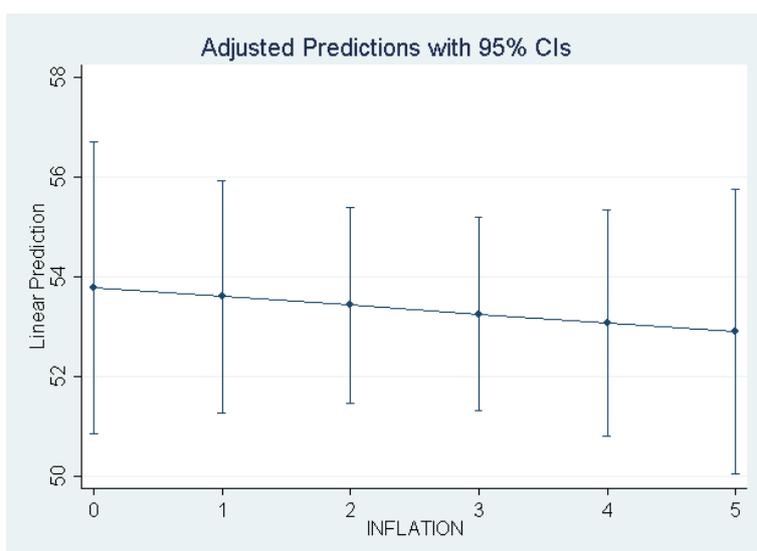
3._at          : GROWTH          =          2.245 (median)
                 INFLATION       =              2

4._at          : GROWTH          =          2.245 (median)
                 INFLATION       =              3

5._at          : GROWTH          =          2.245 (median)
                 INFLATION       =              4

6._at          : GROWTH          =          2.245 (median)
                 INFLATION       =              5
```

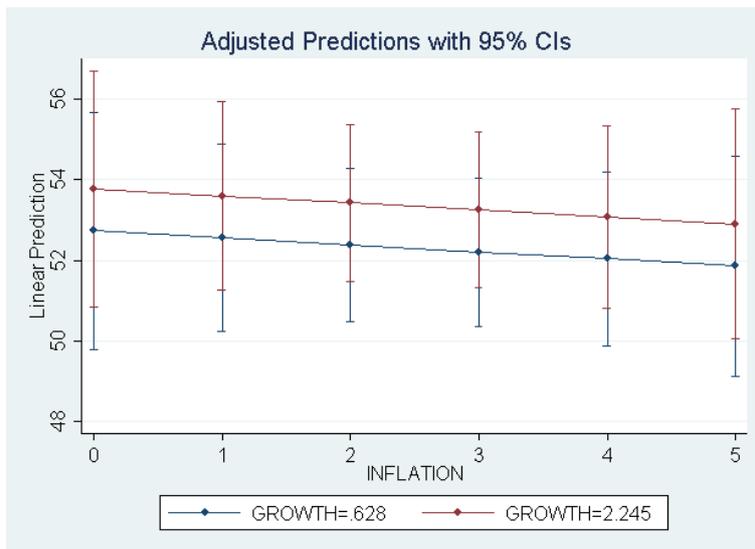
| | Delta-method | | | | [95% Conf. Interval] | |
|-----|--------------|-----------|-------|-------|----------------------|----------|
| | Margin | Std. Err. | t | P> t | | |
| _at | | | | | | |
| 1 | 53.77717 | 1.430583 | 37.59 | 0.000 | 50.85129 | 56.70304 |
| 2 | 53.6012 | 1.13978 | 47.03 | 0.000 | 51.27009 | 55.93231 |
| 3 | 53.42523 | .9564844 | 55.86 | 0.000 | 51.469 | 55.38146 |
| 4 | 53.24926 | .9454436 | 56.32 | 0.000 | 51.31561 | 55.18291 |
| 5 | 53.07329 | 1.111801 | 47.74 | 0.000 | 50.7994 | 55.34718 |
| 6 | 52.89732 | 1.393404 | 37.96 | 0.000 | 50.04749 | 55.74715 |



Em seguida, vamos avaliar as duas curvas em um mesmo gráfico. Para isso:

```
margins, at( INFLATION = ( 0 1 2 3 4 5 ) (mean) GROWTH ) at(
INFLATION = ( 0 1 2 3 4 5 ) (median) GROWTH )
```

```
. marginsplot, xdimension( at(INFLATION) ) plotdimension( at(GROWTH) )
```



Da mesma maneira como foi dito no *item i*, ao se alterar o nível-base da variável mantida constante, apenas deslocamos a curva para cima ou para baixo.