

// laboratório codex 02 · macroeconomia

python + ia

>_ Laboratório Codex 02

Macroeconomia em Python, com IA

PIB, inflação e juro real, multiplicador, IS-LM, desemprego, câmbio e crescimento: os modelos da Macroeconomia em programas que você testa e explica.

// apostila do aluno II · trilha de exercícios

01 Medindo o PIB

03 O multiplicador

05 Desemprego e Okun

07 Crescimento (Solow)

02 Inflação e juro real

04 O modelo IS-LM

06 Câmbio e PPC

08 Política econômica



Prof. Caio Haffner

Mestre em Desenvolvimento Econômico · Unicamp

1 Como usar esta apostila

LEIA TUDO, NA ORDEM

Leia esta apostila **desde a primeira palavra** e faça tudo o que ela manda, na ordem. Não pule direto para os exercícios: cada página prepara a seguinte. Se ainda não fez a **Apostila I** (inclusive a página "PARE. Leia antes de tudo"), comece por ela.

Esta é a **continuação da Apostila I** (Laboratório Codex 01). Lá você instalou as ferramentas e aprendeu a conversar com o Codex. Aqui você vai **praticar**: cada exercício é um **modelo da Macroeconomia**, das contas nacionais à política econômica. Você programa o modelo, testa com números conhecidos e interpreta o resultado para o país.

1. Revisar

Checklist e lembretes da Apostila I

2. Medir

PIB e inflação

3. Modelos

Multiplicador e IS-LM

4. Economia

Emprego e câmbio

5. Decidir

Simulador de política

Os sinais desta apostila

Quando aparecer	O que significa
Cartão roxo · PROMPT	Texto para copiar e colar no Codex. Leia antes de enviar.
Quadrado tracejado · CHECKPOINT	O que você deve estar vendo. Se não estiver, pare e peça ajuda.
Caixa azul · DICA	Atalho, pergunta para pensar ou jeito mais fácil de fazer.
Caixa laranja · ATENÇÃO	Ponto em que muita gente erra (e a IA também).

Ao final, você deverá conseguir

Habilidade	Como saber que conseguiu	Ok
Medir a economia	Calcule o PIB e separe o crescimento nominal do real.	☐
Calcular a inflação	Acumule taxas mensais e calcule o juro real.	☐
Usar o multiplicador	Mostre o efeito de gastos e impostos na renda.	☐
Resolver o IS-LM	Encontre juros e renda e simule políticas.	☐
Ler o mercado de trabalho	Calcule a desocupação e aplique a Lei de Okun.	☐
Entender o câmbio	Separe câmbio nominal e real e use a PPC.	☐

1

REGRA DE OURO

Você é responsável pelo código que entrega, mesmo quando a IA o escreveu. **Não entregue código que você não consegue explicar.** E aqui vale mais uma: **todo modelo macroeconômico simplifica o país**; saiba dizer as hipóteses de cada um.

2

Antes de começar

A instalação está na **Apostila I** (Laboratório Codex 01, seções 3 a 7). Se alguma coisa abaixo não estiver pronta, volte lá antes de seguir.

O que precisa estar pronto	Onde está na Apostila I	Ok
VS Code instalado e abrindo	Seção 4	☐
Python funcionando no terminal (<code>python --version</code> ou <code>py --version</code>)	Seção 5	☐
Extensão do Codex instalada e com login feito	Seção 6	☐
Você sabe criar uma pasta de projeto e abrir no VS Code	Seção 7	☐

Crie a pasta desta apostila

- 1 Na pasta Documentos, crie uma pasta chamada `Laboratorio_Codex_MACRO`.
- 2 No VS Code, use **Arquivo** → **Abrir Pasta** e escolha essa pasta.
- 3 Abra o painel do Codex e confira que ele está conectado à sua conta.

**CHECKPOINT**

O Explorer mostra a pasta `Laboratorio_Codex_MACRO` e o Codex responde a um "olá".

**NÃO TEM A APOSTILA I?**

Peça ao professor o PDF do **Laboratório Codex 01 · Apostila do aluno**. As seções 3 a 7 levam cerca de 30 minutos.



O CICLO DE TRABALHO COM A IA

Pedir um **plano** → ler → aprovar → **executar** → **testar** com contas feitas por você → **explicar** o código com suas palavras.



MÉTODO DE DEPURAÇÃO

Diagnóstico → explicação → solução → alteração → teste. **Peça o diagnóstico antes da correção.**



A VÍRGULA BRASILEIRA

No Python, o decimal é com **ponto** (**13.75**). Em todos os programas desta apostila, peça ao Codex para **aceitar vírgula ou ponto**. E digite os milhares **sem ponto** (**1000** , e não **1.000**): um programa que aceita vírgula ou ponto pode ler 1.000 como 1.



SEGURANÇA

Só aprove o que você entende.
Trabalhe só na pasta do projeto. Nunca coloque senhas ou chaves no código.

PROMPT UNIVERSAL DE DIAGNÓSTICO

serve para qualquer erro

Estou com este problema no meu projeto.

Erro/mensagem: [COLE A MENSAGEM]

Arquivo envolvido: [NOME DO ARQUIVO]

Antes de alterar qualquer coisa:

1. explique a causa provável;
2. diga como confirmar a causa;
3. proponha a menor correção;
4. aguarde minha autorização para alterar o arquivo.

4 Exercício 1 • Medindo o PIB

O PIB soma tudo o que um país produz num período. Pela ótica da despesa, ele é o consumo das famílias, o investimento, os gastos do governo e as exportações líquidas.



$$\text{PIB} = C + I + G + (X - M) \quad \cdot \quad \text{PIB real} = \text{PIB nominal} \div (\text{deflator} \div 100)$$

$$\text{Crescimento real} = \text{PIB real do ano} \div \text{PIB do ano-base} - 1$$

PROMPT 1

Crie um programa em Python chamado `pib.py`.

O usuário informa consumo (C), investimento (I), gastos do governo (G), exportações (X) e importações (M), em R\$ bilhões. O programa deve:

1. calcular o PIB pela ótica da despesa e a participação (%) de cada componente;
2. receber o PIB nominal de dois anos e o deflator do segundo ano (base 100 no primeiro);
3. calcular o crescimento nominal, o PIB real e o crescimento real;
4. explicar em uma frase a diferença entre crescimento nominal e real.

Antes de criar o arquivo, apresente um plano curto.

C 3.000 · I 900 · G 1.000 · X 700 · M 600

Você espera

O programa mostrou

PIB

Participação do consumo

Exportações líquidas (% do PIB)

PIB nominal 5.000 → 5.500 · deflator 100 → 104,5

Você espera

O programa mostrou

Crescimento nominal

PIB real do 2º ano

Crescimento real



PARA PENSAR

O PIB nominal cresceu 10%, mas a economia cresceu bem menos. Para onde foi a diferença?

5

Exercício 2 · Inflação acumulada e juro real

A inflação de um ano não é a soma das inflações mensais: ela é **composta**, como juros sobre juros. E o juro que importa de verdade é o **juro real**, descontada a inflação.



$$\text{acumulada} = (1 + i_1) \times (1 + i_2) \times \dots \times (1 + i_{12}) - 1 \quad \cdot \quad \text{juro}$$

$$\text{real} = (1 + \text{juro nominal}) \div (1 + \text{inflação}) - 1$$

Equação de Fisher: a conta exata. A aproximação "juro – inflação" erra mais quando as taxas são altas

PROMPT 2

Crie um programa em Python chamado inflacao.py.

O usuário informa a inflação de cada mês (em %, até uma linha vazia). O programa deve:

1. calcular a inflação acumulada (composta) e comparar com a soma simples;
2. anualizar uma taxa mensal informada (por exemplo, 0,5% ao mês);
3. calcular o juro real pela equação de Fisher e pela aproximação, para uma Selic e uma inflação informadas, mostrando a diferença.

Antes de escrever o código, apresente um plano curto.

Inflação mensal de um ano (exemplo, em %): 0,16 · 0,83 · 0,56 · 0,43 · 0,26 · 0,24 · 0,26 · -0,11 · 0,48 · 0,09 · 0,18 · 0,33.

Resultado	Você espera	O programa mostrou
Inflação acumulada (composta)		
Soma simples		
0,5% ao mês, anualizada		
Juro real: Selic 15%, inflação 4,5%		



CONFIRA A IA

É comum a IA somar as taxas em vez de multiplicar os fatores $(1 + i)$. Confira o acumulado de três meses na calculadora.

6

Exercício 3 · O multiplicador keynesiano

Quando o governo gasta R\$ 100 a mais, a renda sobe **mais** do que R\$ 100: quem recebe gasta uma parte, que vira renda de outra pessoa, e assim por diante. É o **multiplicador**.



$$C = C_0 + c \cdot (Y - T) \quad \cdot \quad Y = (C_0 + I + G - c \cdot T) \div (1 - c) \quad \cdot$$

multiplicador $k = 1 \div (1 - c)$

c: propensão marginal a consumir (PMgC)

PROMPT 3

Crie um programa em Python chamado multiplicador.py.

O usuário informa o consumo autônomo (C_0), a propensão marginal a consumir (c), o investimento (I), os gastos do governo (G) e os impostos (T). O programa deve:

1. calcular a renda de equilíbrio e o multiplicador;
2. simular o efeito de R\$ 100 a mais de gastos do governo e de R\$ 100 a mais de impostos;
3. simular os dois juntos (orçamento equilibrado) e explicar o resultado;
4. mostrar uma tabela do multiplicador para $c = 0,6; 0,75; 0,8$ e $0,9$.

Antes de escrever o código, apresente um plano curto.

C_0 200 · c 0,8 · I 300 · G 400 · T 250

Você espera

O programa mostrou

Renda de equilíbrio

Multiplicador

Efeito de $G + 100$

Efeito de $T + 100$

G e $T + 100$ juntos



PARA PENSAR

Por que aumentar os impostos em R\$ 100 reduz a renda **menos** do que aumentar os gastos em R\$ 100 a eleva?

7 Exercício 4 · O modelo IS-LM

O IS-LM junta o mercado de bens (curva IS) e o mercado de dinheiro (curva LM). O cruzamento das duas dá, ao mesmo tempo, a **renda** e a **taxa de juros** da economia.

★ IS: $Y = 3.500 - 100 \cdot r$ (de $C = 200 + 0,8 \cdot (Y - 250)$, $I = 300 - 20 \cdot r$, $G = 400$)
LM: $M/P = 0,5 \cdot Y - 50 \cdot r$, com $M/P = 1.500 \rightarrow Y = 3.000 + 100 \cdot r$
r: taxa de juros (%) · Y: renda (R\$ bilhões)

PROMPT 4

Crie um programa em Python chamado `islm.py`.

A partir dos parâmetros do consumo, do investimento ($I = I_0 - d \cdot r$), do governo e da demanda

por moeda ($M/P = k \cdot Y - h \cdot r$), o programa deve:

1. montar as equações da IS e da LM e mostrá-las na tela;
2. calcular o equilíbrio (r e Y) e o investimento nesse ponto;
3. simular uma política fiscal (mais gastos) e uma política monetária (mais moeda), mostrando o novo equilíbrio de cada uma.

Antes de escrever o código, apresente um plano curto.

	Juros (r)	Renda (Y)	Investimento
Equilíbrio inicial			
G + 40			
M/P + 100			

i PARA PENSAR

Com $G + 40$, o multiplicador do Exercício 3 previa renda 200 maior. O IS-LM mostra só 100. Para onde foi a diferença? (Pista: efeito deslocamento, ou *crowding out*.)

8

Exercício 5 · Desemprego e a Lei de Okun

A taxa de desocupação mede quem procura trabalho e não encontra. A **Lei de Okun** liga o desemprego ao PIB: com o desemprego abaixo do natural, a economia produz acima do seu potencial.



$$\begin{aligned} \text{desocupação} &= \text{desocupados} \div \text{força de trabalho} \cdot \\ \text{participação} &= \text{força de trabalho} \div \text{pessoas em idade de} \\ &\quad \text{trabalhar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Okun: hiato do produto (\%)} &\approx -2 \times (u - u_{\text{natural}}) \cdot \Delta u \approx \\ &-0,5 \times (\text{crescimento} - \text{crescimento potencial}) \end{aligned}$$

Coeficientes de Okun simplificados, para fins didáticos

PROMPT 5

Crie um programa em Python chamado `emprego.py`.

O usuário informa as pessoas em idade de trabalhar, a força de trabalho e os ocupados (em milhões), a taxa natural de desemprego, o crescimento do PIB e o crescimento potencial.

O programa deve:

1. calcular os desocupados, a taxa de desocupação, a taxa de participação e o nível de ocupação;
2. estimar o hiato do produto pela Lei de Okun e dizer se a economia está aquecida ou fria;
3. estimar a variação do desemprego no ano pela segunda forma da lei.

Antes de escrever o código, apresente um plano curto.

Idade de trabalhar 175 · força de trabalho 108 · ocupados 101,5 (milhões)

Você espera

O programa mostrou

Taxa de desocupação

Taxa de participação

Hiato (u natural 7,5%)

Δu (PIB 1%, potencial 2,5%)

9

Exercício 6 · Câmbio nominal, câmbio real e PPC

O dólar caiu de R\$ 5,40 para R\$ 5,30. Mas, se a inflação aqui foi maior que lá fora, os produtos brasileiros ficaram ainda mais caros para os estrangeiros. O **câmbio real** mostra isso.



câmbio real $q = E \times P^* \div P \cdot \text{variação real} = (E_1 \div E_0) \times (1 + \pi^*) \div (1 + \pi) - 1$

câmbio pela paridade do poder de compra (PPC) $= E_0 \times (1 + \pi) \div (1 + \pi^*)$

E: reais por dólar · π : inflação no Brasil · π^* : inflação nos EUA

PROMPT 6

Crie um programa em Python chamado `cambio.py`.

O usuário informa o câmbio no início e no fim do ano e a inflação do Brasil e dos EUA.

O programa deve calcular a variação nominal e a variação real do câmbio, dizer se houve

valorização ou desvalorização real do real e calcular o câmbio que manteria a paridade

do poder de compra. Explique o que acontece com as exportações em cada caso.

Antes de escrever o código, apresente um plano curto.

E 5,40 → 5,30 · inflação Brasil 4,5% · EUA 3%

Você espera

O programa mostrou

Variação nominal

Variação real

Câmbio pela PPC



PARA PENSAR

Com o real mais valorizado em termos reais, quem ganha e quem perde: o exportador de café ou a família que viaja para fora?

Desafio extra · O crescimento de longo prazo (Solow)

Por que alguns países são mais ricos? O **modelo de Solow** mostra que poupar mais aumenta a renda por pessoa, mas só até certo ponto.

PROMPT 7

desafio

Crie um programa em Python chamado `solow.py`.

Com produção por trabalhador $y = k^\alpha$, poupança s , depreciação δ e crescimento da população n ,

o capital por trabalhador muda assim: $k(t+1) = k(t) + s \cdot k(t)^\alpha - (n + \delta) \cdot k(t)$.

Com $\alpha = 0,3$, $s = 0,25$, $\delta = 0,05$, $n = 0,01$ e k inicial = 2, o programa deve:

1. simular 200 anos e mostrar k , y e o consumo $c = (1 - s) \cdot y$ a cada 10 anos;
2. calcular o estado estacionário $k^* = (s \div (n + \delta))^{1/(1 - \alpha)}$ e comparar com a simulação;
3. testar poupanças de 0,10 a 0,50 e achar a que dá o maior consumo (a regra de ouro).

Pergunta

Resposta

k^* e y^* ($s = 0,25$)

Anos para chegar a 90% de k^*

Poupança da regra de ouro

Use o Codex como professor

Escolha um dos seus programas e use os três prompts abaixo. Anote no diário de prompts o que aprendeu.

EXPLICAR

Explique este código linha por linha para um estudante de Macroeconomia que conhece o conteúdo, mas nunca programou em Python. Não reescreva o código.

REVISAR O CONTEÚDO

Revise meu programa como um professor de Macroeconomia.

Não faça alterações. Confira se os conceitos e as contas estão corretos

(as fórmulas, as unidades (% ao mês $\times$ % ao ano, R\$ bilhões), o sinal de cada política e as hipóteses) e liste os riscos de entrada inválida.

TESTAR

Crie uma tabela de casos de teste para este programa, com o resultado esperado de cada caso: um caso normal, um caso-limite, valores com centavos ou decimais e uma entrada inválida.



CONFIRA A TABELA DE TESTES

Os "resultados esperados" que a IA escreve também podem estar errados. Confira pelo menos dois na calculadora.

Junte os exercícios num programa que responde à pergunta de todo ministro da Fazenda e de todo presidente do Banco Central: **o que acontece com a economia se eu mudar a política?**

Requisitos

- ☐ Ler os parâmetros da economia (consumo, investimento, governo, moeda)
- ☐ Calcular o equilíbrio IS-LM e o multiplicador simples
- ☐ Simular política fiscal (G e T) e monetária (M/P)
- ☐ Mostrar o efeito deslocamento da política fiscal
- ☐ Calcular o juro real com uma inflação informada (Fisher)
- ☐ Escrever uma recomendação em linguagem simples



MAIS PERTO DA REALIDADE

Na economia aberta, parte do gasto vaza para as importações e o governo tributa uma parte da renda: $k = 1 \div (1 - c \cdot (1 - t) + m)$. Com $c = 0,8$, $t = 0,25$ e $m = 0,1$, o multiplicador cai de 5 para 2.

PROMPT A

planejamento

Quero criar em Python um simulador de política econômica baseado no modelo IS-LM. Ele recebe os parâmetros da economia, calcula o equilíbrio e compara uma política fiscal e uma política monetária que aumentem a renda na mesma quantidade. Antes de escrever código, proponha as funções (reaproveitando os exercícios 2, 3 e 4) e os testes com os números desta apostila. Não escreva o código ainda.

PROMPT B

implementação

Agora implemente em `politica.py` e termine com uma recomendação escrita pelo programa, com os números.

Economia do Exercício 4	Juros	Renda	Investimento
Fiscal: $G + 40$			
Monetária: $M/P + 100$			
As duas juntas			

13 Entrega e reflexão

Diário de prompts

#	O que pedi (resumo)	O que a IA fez	Precisei corrigir?
1			
2			
3			

O que entregar

Item	Entregue
Pasta do projeto com os arquivos .py dos exercícios e da atividade final	☐
As tabelas de teste desta apostila preenchidas	☐
Um erro de conteúdo que a IA cometeu (ou que você encontrou) e como foi corrigido	☐
O diário de prompts (acima) e a reflexão final (abaixo)	☐
Registro da auditoria humana (opcional, vale ponto extra)	☐

Reflexão individual

1. Qual modelo ficou mais claro depois que você o programou?

2. Em que momento a IA errou uma fórmula (por exemplo, somou inflações em vez de compor)?

3. Por que a política fiscal tem efeito menor no IS-LM do que no multiplicador simples?

4. Que notícia econômica desta semana você consegue explicar com um destes modelos?

14 Como você será avaliado

Critério	0	1	2	3
Conteúdo da disciplina	Conceitos errados	Acertou alguns	Acertou quase todos	Todos corretos e conferidos
Uso do Codex	Não conseguiu	Só copiou	Usou com alguma compreensão	Usou de forma crítica
Programação	Não funciona	Funciona em parte	Funciona	Funciona e está bem organizado
Testes	Não testou	Um teste	Vários testes	Testes e casos-limite
Depuração	Não identificou	Precisou da solução pronta	Identificou com ajuda	Diagnosticou e corrigiu
Explicação	Não explica	Explica pouco	Explica a lógica	Explica a lógica e o significado para o país

Total máximo: 18 pontos, convertidos para a escala da disciplina.

As contas desta apostila

PIB	$C + I + G + (X - M)$
Inflação acumulada	$\pi(1 + i) - 1$
Juro real	$(1 + i)/(1 + \pi) - 1$
Multiplicador	$1/(1 - c)$
IS-LM	$IS = LM$
Okun	$hiato \approx -2(u - u_n)$

Comandos

TERMINAL

```
python arquivo.py    # executa um
programa
Ctrl + C             # interrompe um
programa travado
```

Glossário

PIB

Valor de tudo o que o país produz num período.

Deflator

Índice de preços usado para tirar a inflação do PIB.

Juro real

Juro descontada a inflação.

Multiplicador

Quanto a renda sobe para cada real a mais de gasto.

Curva IS

Juros e renda que equilibram o mercado de bens.

Curva LM

Juros e renda que equilibram o mercado de moeda.

Efeito deslocamento

Investimento privado que cai quando os juros sobem.

Hiato do produto

Diferença (%) entre o PIB e o seu potencial.

Câmbio real

Câmbio corrigido pela inflação dos dois países.

1

LEMBRE-SE

A IA é uma ferramenta. Conhecimento, julgamento, validação e responsabilidade continuam sendo de quem programa, e de quem usa os modelos para entender a economia do país.

Todo material produzido com IA precisa de auditoria humana. Sempre. A IA escreve rápido e com segurança, mas pode errar uma conta, inventar uma regra ou usar um dado desatualizado. E ela escreve o erro com a mesma confiança do acerto.

Esta apostila foi escrita com ajuda de IA e revisada pelo professor, conta por conta. Mesmo assim, algum erro pode ter escapado. Agora o auditor é você: encontre, comprove e relate.



REGRA DO LABORATÓRIO: IA SEMPRE PASSA POR AUDITORIA HUMANA

A IA não sabe quando errou: o texto errado sai tão convincente quanto o certo.

Quem assina o resultado é uma pessoa: você no trabalho, o analista no relatório, o professor na apostila.

Auditar não é desconfiar da ferramenta. É a etapa que transforma um rascunho da IA num material confiável.

Vale para tudo: código, contas, textos, gráficos e esta apostila.

O que procurar

Tipo de erro	Exemplo	Como conferir
Conta ou número	Um total que não fecha, uma porcentagem errada	Refaça na calculadora
Regra da disciplina	Fórmula trocada, conceito mal explicado	Compare com o livro ou o material da aula
Referência	"Veja a seção 9", quando o assunto está na 11	Vá até a seção indicada
Prompt	Um prompt que faz o Codex errar sempre do mesmo jeito	Rode o prompt duas vezes
Dado desatualizado	Selic, IPCA, regra de imposto	Confira no site oficial (Banco Central, IBGE, Receita Federal)
Texto	Frase confusa, erro de português	Leia o trecho em voz alta

Como auditar com o Codex

PROMPT DE AUDITORIA

use com cuidado

Vou colar um trecho da minha apostila de [DISCIPLINA].

Atue como revisor. Não reescreva o texto.

1. refaça cada conta e mostre o cálculo;
2. aponte afirmações que podem estar erradas ou desatualizadas;
3. para cada problema, diga como eu posso confirmar sozinho.

Trecho: [COLE AQUI]



A IA TAMBÉM ERRA NA AUDITORIA

O Codex pode apontar erros que não existem. Só relate o que você confirmou com uma conta, uma fonte oficial ou um teste.

Registro da auditoria

#	Seção e página	O que está escrito	O que deveria ser	Como confirmei
1				
2				
3				

Como enviar

- 1 Preencha a tabela acima.
- 2 Envie cada erro pelo formulário: **laboratorio-codex.pages.dev/auditoria**
- 3 Aguarde a confirmação do professor.



O QUE VOCÊ GANHA

Cada erro confirmado vale **+1 ponto extra** na avaliação (até 3 pontos), e o seu nome entra na **lista de revisores** da próxima versão da apostila. Se duas pessoas relatarem o mesmo erro, vale o primeiro envio.