

## ✓ Análise Macroeconômica: Dinâmica do Câmbio (USD/BRL) e Ciclos de Commodities

```
# !pip install python-bcb yfinance
```

```
# Bibliotecas importadas:
from bcb import sgs
import yfinance as yf
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.dates as mdates
from IPython.display import display, Markdown

# DOWNLOAD FATIADO (Histórico Completo do Plano Real)

texto_1 = f"""#### Conectando ao Banco Central do Brasil... Baixando histórico completo desde 1994..."""
display(Markdown(texto_1))

# A transição e o início (1994 a 2003) dados em Cruzeiro Real que limparemos depois
df_90s = sgs.get({'Cotação': 1}, start='1994-01-01', end='2003-12-31') # Fatia 1
df_00s = sgs.get({'Cotação': 1}, start='2004-01-01', end='2013-12-31') # Fatia 2
df_10s = sgs.get({'Cotação': 1}, start='2014-01-01', end='2023-12-31') # Fatia 3
df_20s = sgs.get({'Cotação': 1}, start='2024-01-01', end='2025-12-31') # Fatia 4

# Juntando todos os dataframes:
df_dolar = pd.concat([df_90s, df_00s, df_10s, df_20s])

# Removi o período do "Cruzeiro Real" (Jan a Jun de 1994) e deixei a partir de 01/07/1994 (Nascimento do Real)
df_dolar = df_dolar.loc['1994-07-01' : '2025-12-31']
```


**Conectando ao Banco Central do Brasil... Baixando histórico completo desde 1994...**

```
texto_2 = f"""#### HISTÓRICO COMPLETO DO REAL CARREGADO"""
display(Markdown(texto_2))
texto_3 = (f"Nascimento do Real: {df_dolar.index.min().date()}")
display(Markdown(texto_3))
texto_4 = (f"Dados Recentes: {df_dolar.index.max().date()}")
display(Markdown(texto_4))
texto_5 = (f"Total de Registros: {df_dolar.shape[0]}")
display(Markdown(texto_5))
```

HISTÓRICO COMPLETO DO REAL CARREGADO

Nascimento do Real: 1994-07-01  
Dados Recentes: 2025-12-31  
Total de Registros: 7908

```
display(df_dolar.head().T) # Visualizar o começo (Dólar a R$ 1,00!)  
display(df_dolar.tail().T) # Final de 2025 (Dólar a R$ 5,50!)
```

Date	1994-07-01	1994-07-04	1994-07-05	1994-07-06	1994-07-07	
Cotação	1.0	0.94	0.932	0.915	0.91	
Date	2025-12-24	2025-12-26	2025-12-29	2025-12-30	2025-12-31	
Cotação	5.535	5.5413	5.5739	5.5024	5.5024	

1. Resumo Executivo

O objetivo deste estudo é analisar o comportamento da taxa de câmbio **USD/BRL** (Dólar Comercial) desde a implementação do Plano Real (1994) até o cenário atual (2025), testando a hipótese da correlação inversa com as *Commodities*.

O Brasil, como um dos maiores exportadores globais de matéria-prima, historicamente apresenta uma moeda sensível aos preços internacionais de produtos como **Soja** e **Petróleo**. A teoria econômica sugere que:

*Quando o preço das commodities sobe, a entrada de dólares via exportação aumenta, o que tende a **valorizar o Real** (dólar cai).*

No entanto, esta análise busca evidenciar não apenas essa correlação, mas também o fenômeno recente de **"Descolamento" (Decoupling)** observado a partir de 2020.

2. A Evolução Histórica (1994-2025)

Abaixo, apresentamos a série histórica completa da moeda brasileira. Podemos observar ciclos distintos:

- 1. **Estabilidade Artificial (1994-1998):** O início do Plano Real, com câmbio ancorado/fixo.
- 2. **A Flutuação e o Choque (1999-2002):** A liberação do câmbio e a disparada do dólar por risco político.
- 3. **O "Milagre" das Commodities (2003-2011):** Período de forte valorização do Real (dólar chegando a R\$ 1,56) impulsionado pelo crescimento da China.
- 4. **A Crise e o Novo Patamar (2014-Presente):** A perda do grau de investimento e a mudança estrutural do câmbio para patamares do Real mesmo em cenário externo favorável.

```

# Configuração de tamanho
plt.figure(figsize=(14, 6))
# Plotando a linha do Dólar
plt.plot(df_dolar.index, df_dolar['Cotação'], color='#005b44', label='Cotação do Dólar (R$)', lw=1.2)
plt.title("Histórico do Dólar: Do Plano Real (1994) aos Dias de Hoje", fontsize=14, fontweight='bold')
plt.ylabel("Preço em Reais (R$)", fontsize=12)
plt.grid(True, linestyle='-.', alpha=0.8)
plt.legend()

# EIXO X (Ano a Ano)
ax_d = plt.gca() # Pega o eixo atual (gca = Get Current Axis)
ax_d.xaxis.set_major_locator(mdates.YearLocator(1)) # localizador principal a cada 1 ano.
ax_d.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y')) # Aparecer apenas o ANO (4 dígitos).
plt.xticks(rotation=45)
plt.show()

# 1. Encontra o VALOR mínimo e encontra a DATA desse valor mínimo (idxmin = index do mínimo)
minimo_valor = df_dolar['Cotação'].min()
data_minima = df_dolar['Cotação'].idxmin()
# 2. Encontra o VALOR máximo e encontra a DATA desse valor máximo (idxmax = index do máximo)
maximo_valor = df_dolar['Cotação'].max()
data_maxima = df_dolar['Cotação'].idxmax()

texto_dol_min = f"""
### Recorde Histórico de Baixa
O menor valor já registrado na história do Real foi de **R$ {minimo_valor:.2f}**.
Esse evento ocorreu no dia **{data_minima.strftime('%d/%m/%Y')}**, durante o início do 'Milagre das Commodities'.

O presidente da época era: **Itamar Franco.**
"""

texto_dol_max = f"""
### Recorde Histórico de Alta
O maior valor já registrado desde o início da história do Real foi de **R$ {maximo_valor:.2f}**.
E essa alta histórica ocorreu no dia **{data_maxima.strftime('%d/%m/%Y')}**.

O presidente da época era: **Luis Inácio Lula da Silva.**
"""

display(Markdown(texto_dol_min))
display(Markdown(texto_dol_max))

```



#### Recorde Histórico de Baixa

O menor valor já registrado na história do Real foi de **R\$ 0.83**. Esse evento ocorreu no dia **14/10/1994**, durante o início do 'Milagre das Commodities'.

O presidente da época era: **Itamar Franco**.

#### Recorde Histórico de Alta

O maior valor já registrado desde o início da história do Real foi de **R\$ 6.21**. E essa alta histórica ocorreu no dia **02/01/2025**.

O presidente da época era: **Luis Inácio Lula da Silva**.

### 3. A Correlação com Commodities

Para validar a influência da balança comercial no preço da moeda, confrontamos o Dólar com dois dos principais produtos da pauta exportadora brasileira: **Soja** e **Petróleo**.

A Teoria dos "Termos de Troca"

Historicamente, existe uma **Forte Correlação Negativa** (Inversa). O gráfico abaixo demonstra que nos períodos de *Superciclo de Commodities* (linhas coloridas subindo), o Dólar (linha azul) tende a cair. Isso ocorre devido ao fluxo maciço de moeda estrangeira entrando no país.

```
# Baixando dados de Commodities (Yahoo Finance)...Soja (Soybean Futures) e Petróleo (Brent Crude)
# tickers: ZS=F (Soja), BZ=F (Petróleo Brent)
commodities = yf.download(['ZS=F', 'BZ=F'], start='2000-01-01', end='2025-12-31', auto_adjust=True)['Close']

# Renomeando as colunas para facilitar (de 'BZ=F' para 'Petroleo')
commodities.columns = ['Petroleo', 'Soja']

# Preenchendo falhas de feriados (ffill repete o valor do dia anterior)
commodities = commodities.ffill()

# UNIÃO DAS BASES # Removi qualquer linha que ainda tenha (NaN) para não quebrar o cálculo
df_commodities = df_dolar.join(commodities, how='inner')
df_commodities = df_commodities.dropna()

# Removi qualquer linha que ainda tenha buraco (NaN) para não quebrar o cálculo
df_commodities = df_commodities.dropna()

texto_6 = (f"##### Download das commodities concluído e base unificada! Total de dias em comum: {df_commodities.shape[0]}")
display(Markdown(texto_6))
```



[\*\*\*\*\*100%\*\*\*\*\*] 2 of 2 completed

**Download das commodities concluído e base unificada! Total de dias em comum: 4512**

```
with pd.option_context("float_format", "{:.2f}".format):
    display(commodities.head(10).T)
with pd.option_context("float_format", "{:.2f}".format):
    display(commodities.tail(10).T)

# A PROVA MATEMÁTICA (Correlação de Pearson)
# Veja a coluna 'Cotação' -> -1.0 = Movimento oposto (0 que queremos provar)
correlacao = df_commodities.corr()

with pd.option_context("float_format", "{:.2f}".format):
    display(correlacao)
```

Date	2000-09-15	2000-09-18	2000-09-19	2000-09-20	2000-09-21	2000-09-22	2000-09-25	2000-09-26	2000-09-27	2000-09-28	
Petroleo	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
Soja	493.75	484.00	484.25	483.25	486.50	491.00	496.50	496.50	492.50	497.00	
Date	2025-12-16	2025-12-17	2025-12-18	2025-12-19	2025-12-22	2025-12-23	2025-12-24	2025-12-26	2025-12-29	2025-12-30	
Petroleo	58.92	59.68	59.82	60.47	62.07	62.38	62.24	60.64	61.94	61.92	
Soja	1062.75	1058.25	1052.25	1049.25	1053.25	1051.50	1063.25	1058.75	1049.50	1046.25	
<div><div>Cotação</div><div>Petroleo</div><div>Soja</div></div> 											
Cotação	1.00	-0.41	-0.05								
Petroleo	-0.41	1.00	0.72								
Soja	-0.05	0.72	1.00								

Próximas etapas: [Gerar código com correlacao](#) [New interactive sheet](#)

```
# Criando a figura e o eixo principal (Dólar)
fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(14, 6))

# Plotando o Dólar no eixo da esquerda
ax1.plot(df_commodities.index, df_commodities['Cotação'], color='#005b44', linewidth=2, label='Dólar (R$)')
ax1.set_ylabel('Cotação do Dólar (R$)', color='#005b44', fontsize=12)
ax1.tick_params(axis='y', labelcolor='#005b44')

# Criando o eixo que compartilha a mesma data x
ax2 = ax1.twinx()
# Plotando a Commodity (Soja) no eixo da direita
ax2.plot(df_commodities.index, df_commodities['Soja'], color='#af5c00', linestyle='--', linewidth=1.5, alpha=0.7, label='Soja (Futuro)')
ax2.set_ylabel('Preço da Soja (US$)', color='#af5c00', fontsize=12)
ax2.tick_params(axis='y', labelcolor='#af5c00')
plt.title("A Teoria na Prática: Correlação Inversa (Dólar vs. Soja)", fontsize=16, fontweight='bold')
ax1.grid(True, linestyle='-.', alpha=0.7)

# EIXO X (Ano a Ano)
ax2 = plt.gca()
ax2.xaxis.set_major_locator(mdates.YearLocator(1))
ax2.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y'))
plt.show()
```



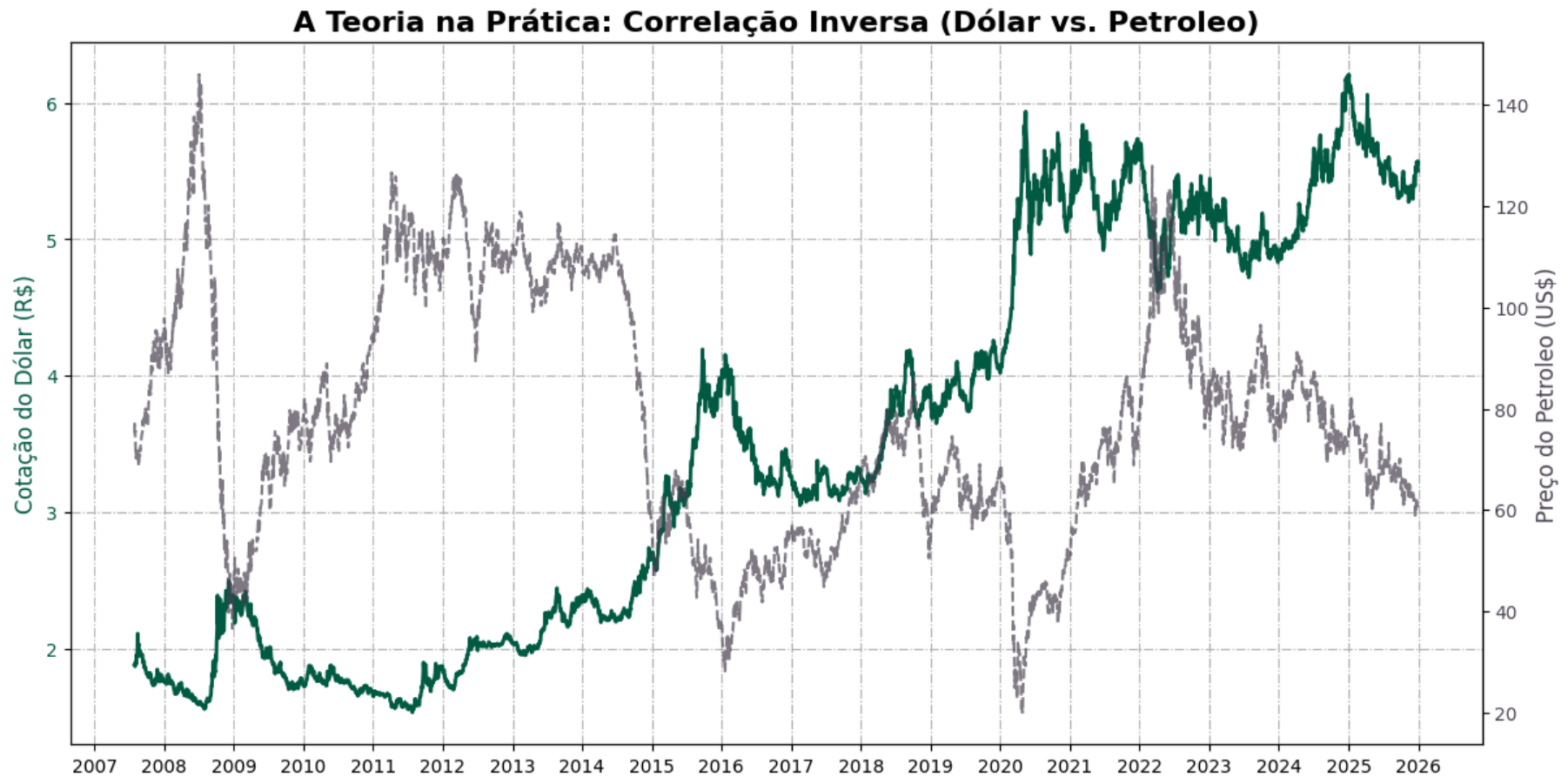
```
# Criando a figura e o eixo principal (Dólar)
fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(14, 7))

# Plotando o Dólar no eixo da esquerda
ax1.plot(df_commodities.index, df_commodities['Cotação'], color='#005b44', linewidth=2, label='Dólar (R$)')
ax1.set_ylabel('Cotação do Dólar (R$)', color='#005b44', fontsize=12)
ax1.tick_params(axis='y', labelcolor='#005b44')

# Criando o eixo que compartilha a mesma data x
ax2 = ax1.twinx()
# Plotando a Commodity (Petróleo) no eixo da direita
ax2.plot(df_commodities.index, df_commodities['Petroleo'], color='#4b4453', linestyle='--', linewidth=1.5, alpha=0.7, label='Petroleo (Futuro)')
ax2.set_ylabel('Preço do Petroleo (US$)', color='#4b4453', fontsize=12)
ax2.tick_params(axis='y', labelcolor='#4b4453')
plt.title("A Teoria na Prática: Correlação Inversa (Dólar vs. Petroleo)", fontsize=16, fontweight='bold')
ax1.grid(True, linestyle='-.', alpha=0.9)

# EIXO X (Ano a Ano)
ax2 = plt.gca()
ax2.xaxis.set_major_locator(mdates.YearLocator(1))
```

```
ax2.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y'))
plt.show();
```



#### 4. O Fenômeno do Descolamento (2020-2025)

A análise visual revela uma anomalia econômica importante a partir da pandemia de 2020.

Ao contrário do ciclo de 2003-2011, onde a alta das commodities derrubou o dólar, o período recente mostra um cenário onde **Soja e Petróleo atingiram máximas históricas, mas o Dólar NÃO caiu proporcionalmente**, mantendo-se em patamares elevados (acima de R\$ 5,00).

**Interpretação do Analista:** Este comportamento indica uma mudança no peso dos fatores de precificação da moeda:

- **Fator Externo (Comercial):** Continua positivo (superávit comercial recorde).



- **Fator Interno (Risco):** Deteriorou-se. O "Risco Fiscal" (preocupação com as contas públicas) e a instabilidade política geraram um prêmio de risco que anulou o benefício da alta das commodities.

Em suma, **o fluxo financeiro (saída de dólares por aversão a risco) superou o fluxo comercial**, impedindo a apreciação do Real mesmo em cenário externo favorável.

## ✓ 5. Análise de Probabilidade e Regimes Econômicos (PDF & CDF)

Para entender a distribuição de frequência da moeda, aplicamos duas ferramentas estatísticas:

### Função Densidade de Probabilidade:

As barras azuis mostram onde o preço "passou mais tempo".

### Função de Distribuição Acumulada:

A linha vermelha mostra o acúmulo histórico.

**Insight Visual:** A distribuição é **Multimodal** (possui múltiplos picos), revelando que o Brasil teve três "regimes" cambiais distintos: a âncora cambial (R\$ 1,00), o período de estabilidade 2,50 e o novo patamar de risco 5,00 reais.

**Estatística Chave:** Os dados provam que um dólar acima de **R\$ 4,00** é um evento historicamente raro, ocorrendo em apenas **21%** do tempo desde o Plano Real. Isso classifica o momento atual (2020-2025) como um período de desvalorização severa e persistente.

```
# Configurando o tamanho
fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(14, 7))

# A PDF mostra onde os preços se concentram (Barras azuis)
sns.histplot(df_dolar['Cotação'], kde=True, stat="density", color="#0082ff", alpha=0.4, label='Frequência (PDF)', ax=ax1)
ax1.set_ylabel('Densidade de Probabilidade (Frequência)', color='#0082ff')
ax1.tick_params(axis='y', labelcolor='blue')

# A CDF mostra a probabilidade acumulada (Linha Vermelha)
ax2 = ax1.twinx()
sns.ecdfplot(df_dolar['Cotação'], color='red', linewidth=2, label='Acumulada (CDF)', ax=ax2)
ax2.set_ylabel('Probabilidade Acumulada (%)', color='red')
ax2.tick_params(axis='y', labelcolor='red')
plt.title('Análise Estatística: Distribuição Histórica do Dólar (1994-2025)', fontsize=14, fontweight='bold')
ax1.grid(True, linestyle='--', alpha=0.3)

# Adicionando linhas de referência (Percentis) para análise de risco
p80 = df_dolar['Cotação'].quantile(0.80)
plt.axvline(p80, color='#009700', linestyle='--', label=f'80% do tempo abaixo de R$ {p80:.2f}')
plt.legend(loc='upper right')
plt.show()

# Qual a probabilidade estatística do Dólar ser menor que R$ 4,00?
probabilidade = (df_dolar['Cotação'] < 4.00).mean() * 100
```

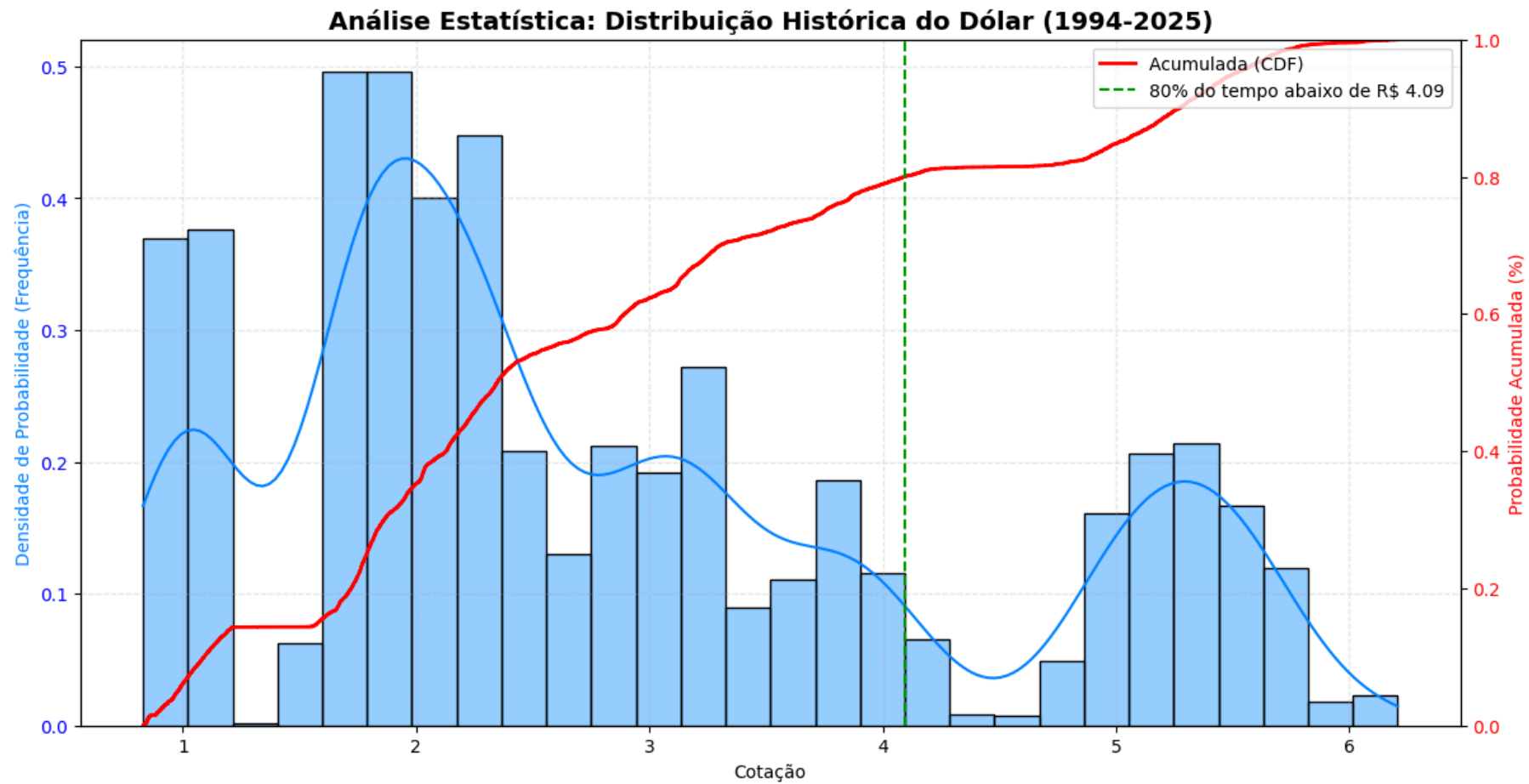
```
estatistica_historica = (f"Estatística Histórica:\nEm {probabilidade:.1f}% de todo o período analisado, o Dólar custou menos que R$ 4,00.")

texto_final = f"""
### Conclusão Estatística
A análise da Função de Distribuição Acumulada (CDF) revela um dado histórico crucial:

> **Em {probabilidade:.1f}% de todo o período analisado (1994-2025), o Dólar custou MENOS que R$ 4,00.**

Isso confirma que o patamar atual é uma anomalia estatística de cauda longa (evento raro).
"""

display(Markdown(texto_final))
```



### Conclusão Estatística

A análise da Função de Distribuição Acumulada (CDF) revela um dado histórico crucial:

**Em 78.9% de todo o período analisado (1994-2025), o Dólar custou MENOS que R\$ 4,00.**

Isso confirma que o patamar atual é uma anomalia estatística de cauda longa (evento raro).

```
texto_conclusao = f"""
# 📄 Relatório: A Anatomia do Câmbio (1994-2025)

## 1. O Espectro Histórico (Volatilidade Extrema)
Ao analisarmos 30 anos de dados diários, identificamos os extremos que definiram nossa economia:

O Piso Histórico: O Real atingiu seu valor mais forte de R${minimo_valor:.2f} em {data_minima.strftime('%d/%m/%Y')}.

Contexto: **Governo Itamar Franco** (Pós-lançamento do Plano Real).
```

O Teto Histórico: A moeda atingiu sua máxima nominal de R\${maximo\_valor:.2f} em {data\_maxima.strftime('%d/%m/%Y')}.

Contexto: **\*\*Governo Lula\*\*** (Reflexo de riscos fiscais e cenário global desafiador).

---