

# Public Report - Módulo 2

**Aluno:** Vinícius Oliveira Fernandes

**Orientadora:** Cristina Gramani

---

Este módulo do projeto tem como objetivo aprofundar a análise sobre a imprevisibilidade das recessões econômicas a partir de dados históricos, e o desenvolvimento do modelo de Simulação de Montecarlo.

O trabalho foi estruturado em cinco sprints:

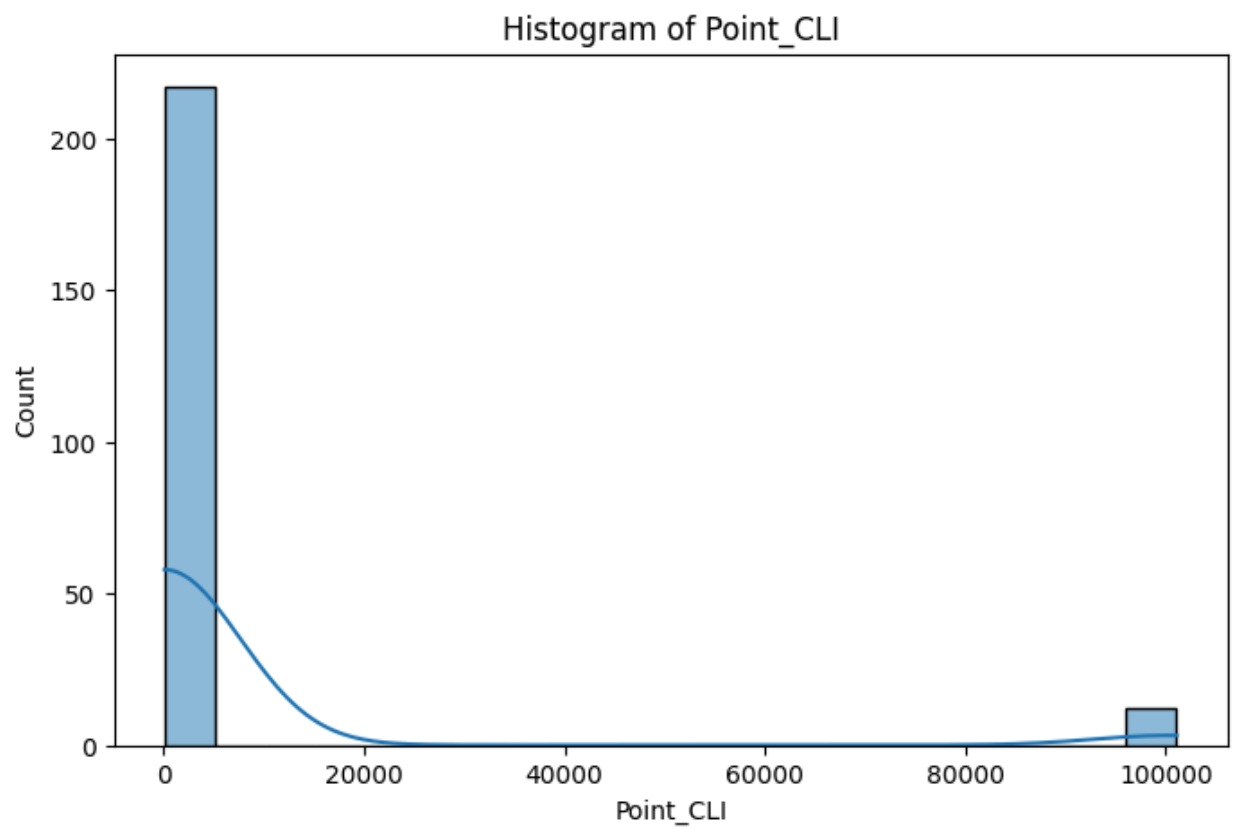
1. Coleta e Análise exploratória dos indicadores econômicos
2. Primeira Implementação da Simulação de Monte Carlo;
3. Refinamento dos parâmetros e cenários da simulação
4. Inferência dos resultados obtidos;
5. Documentação dos insights gerados.

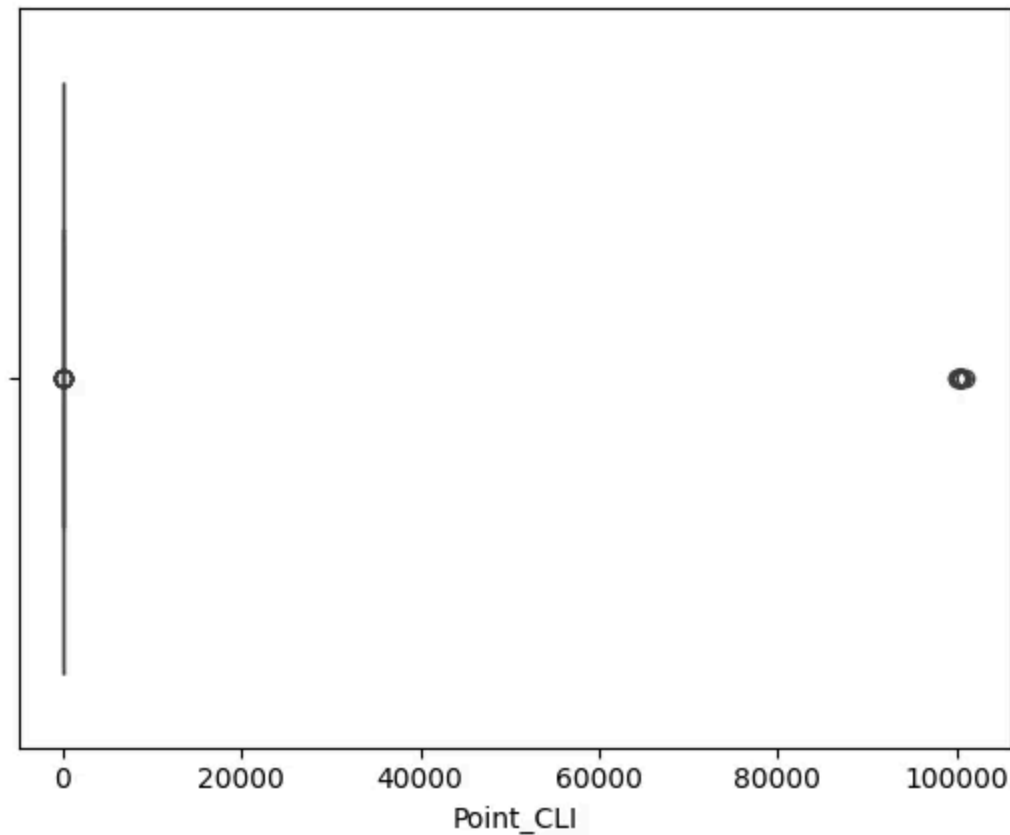
Neste contexto o desenvolvimento do modelo e suas premissas foram o principal objetivo do módulo, no qual o foco central foi investigar se esses indicadores possuem capacidade preditiva diante de choques econômicos, contribuindo para uma leitura mais probabilística dos ciclos recessivos.

## Entendimento dos Dados

- CLI
  - Dados de 2006 (2006-03-01) até 2025 (2025-03-01)
  - Especificações Estatísticas
    - Média: 5357.988024

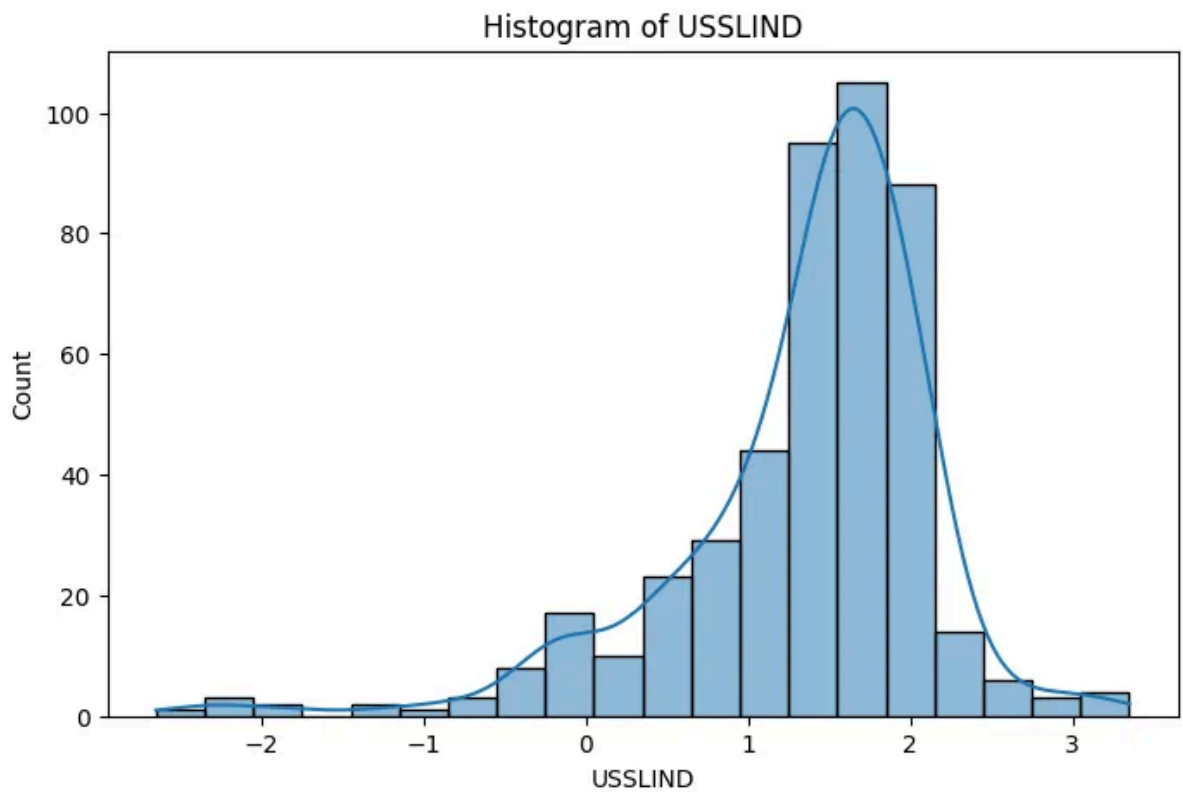
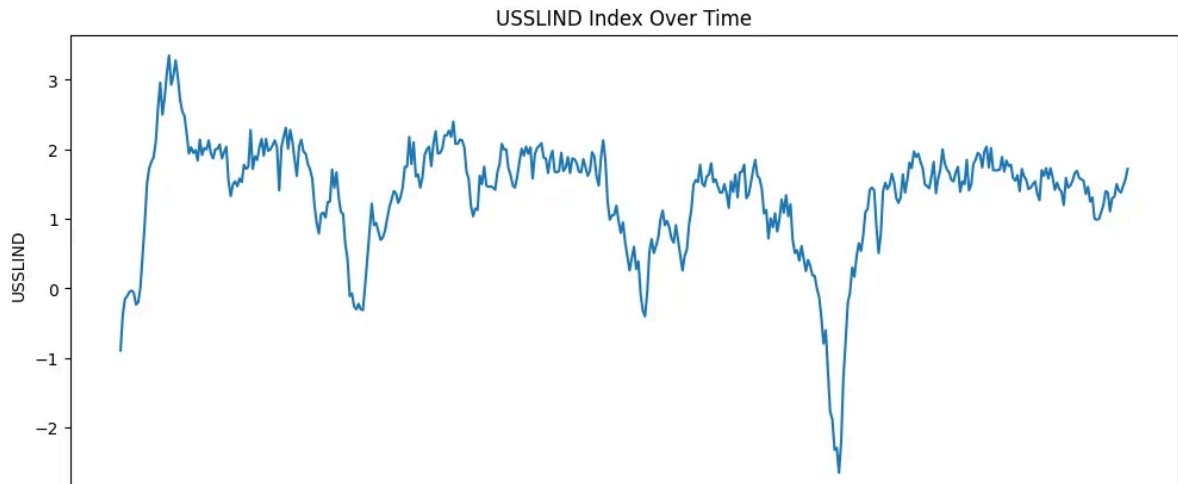
- Desvio Padrão: 22409.016195
- Valor Mínimo: 93.596980
- Quartis:
  - 25% → 99.465290
  - 50% → 100.066300
  - 75% → 100.673800

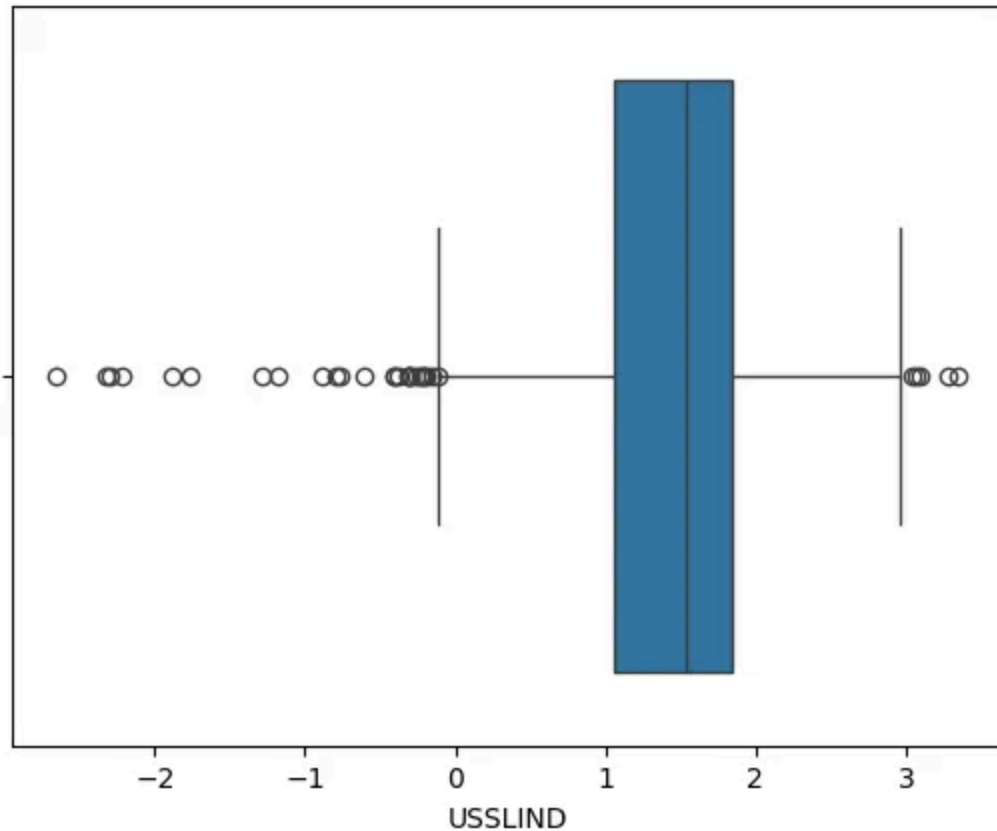




- A maioria dos valores do CLI está concentrada em uma faixa muito estreita (valores baixos), sugerindo um comportamento normal.
  - Há **um ponto extremamente discrepante**, com valor próximo de **100.000**, o que é visivelmente um **outlier severo**.
    - Isso provavelmente representa **erro de entrada** ou um dado que foi **corrigido/tratado** antes da análise estatística.
- **LEI Federal Reserve (USSLIND)**
  - Dados de 1982 (1982-01-01) até 2020 (2020-02-01)
  - Especificações Estatísticas
    - Média: 1.348974
    - Desvio Padrão: 0.808302
    - Valor Mínimo: -2.650000

- Quartis:
  - 25% → 1.062500
  - 50% → 1.535000
  - 75% → 1.847500



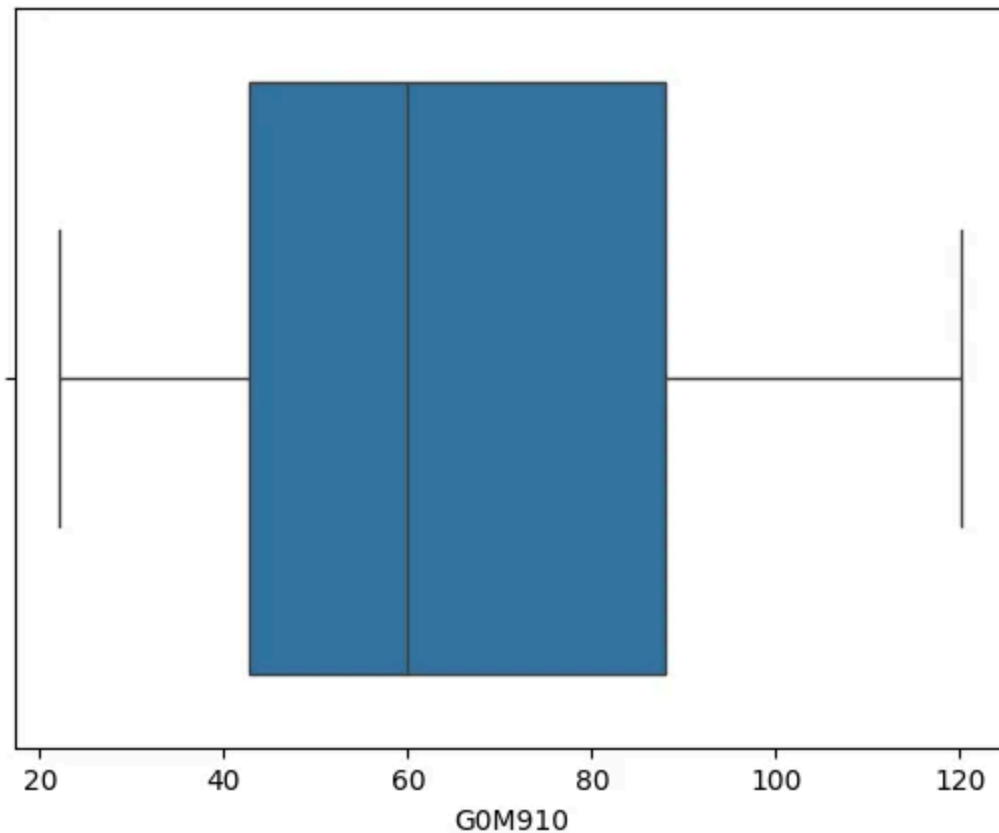


- A distribuição é **assimétrica à esquerda** (cauda negativa), mas com um **pico concentrado entre 1 e 2**, o que indica valores frequentemente positivos.
  - Pequena quantidade de valores negativos, considerados fora do padrão.
  - Vários outliers visíveis, especialmente do lado esquerdo (valores negativos).
  - Mediana está próxima de 1,5.
- *Outliers negativos são esperados em momentos de crise ou recessão.*
- **PIB per capita (EUA)**
  - Dados de 1960 até 2023
  - Especificações Estatísticas

- Média: 29136.216664
- Desvio Padrão: 22026.012318
- Valor Mínimo: 2999.864872
- Quartis:
  - 25% → 8394.554319
  - 50% → 24880.624841
  - 75% → 47408.769420

- **LEI – Conference Board (GOM910)**

- Dados mensais de 795 observações
- Especificações Estatísticas
  - Média: 66.288302
  - Desvio Padrão: 26.935913
  - Valor Mínimo: 22.200000
  - Quartis:
    - 25% → 42.800000
    - 50% → 60.000000
    - 75% → 88.050000

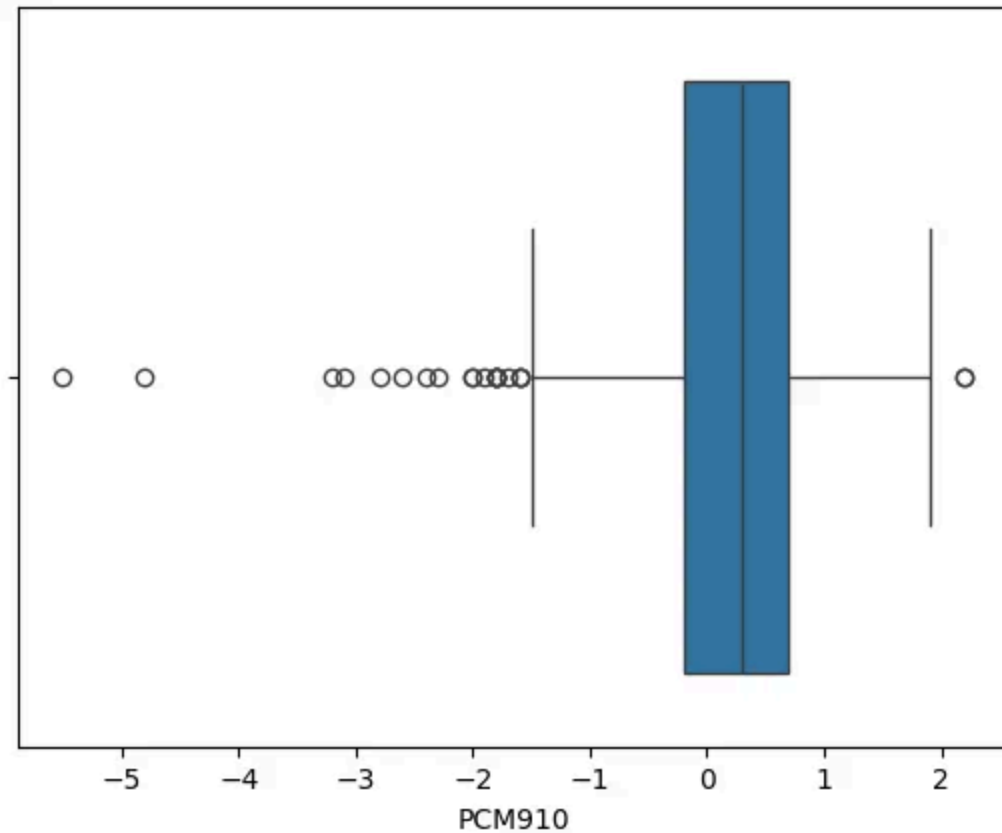


- Distribuição **simétrica**, sem outliers visíveis.
- Valores variam entre 20 e 120, com mediana próxima de 65.
- Essa é uma variável bem comportada do ponto de vista estatístico e pode ser usada diretamente em modelos preditivos sem transformação.

- **LEI – Conference Board (PCM910)**

- Dados mensais de 794 observações
- Especificações Estatísticas
  - Média: 0.192443
  - Desvio Padrão: 0.748630
  - Valor Mínimo: -5.500000

- Quartis:
  - 25% → -0.200000
  - 50% → 0.300000
  - 75% → 0.700000



- Distribuição assimétrica com **vários outliers negativos** (até -5%).
- A mediana está próxima de 0, sugerindo que em média o índice varia pouco mês a mês.
- Os outliers podem corresponder a eventos econômicos abruptos (choques de mercado, pandemias, crises).



# Inferências e Transformação

Indicador	Outliers?	Correção Necessária?	Notas Importantes
<b>Point_CLI</b>	Sim (bem relevante)	Sim (normalização)	Outlier distorce completamente a escala
<b>USSLIND</b>	Sim	Não, se contextualizado	Outliers refletem crises econômicas
<b>PCM910</b>	Sim (pouco)	Avaliar contexto	Variações percentuais fortes em choques econômicos
<b>GOM910</b>	Não	Não	Estável e simétrica

A partir da concatenação em um só dataframe destes dados houve a normalização dos dados de utilizando o MinMaxScaler ( $X' = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ ). O único indicador que não passou pela normalização após testes, foi o PIB. A normalização estava bagunçando muito as simulações que foram rodadas.

## 2008

Período de 24 meses

### CLI

Data	CLI
2007-06-01 00:00:00	101.7681
2007-07-01 00:00:00	101.7095
2007-08-01 00:00:00	101.6182
2007-09-01 00:00:00	101.5185
2007-10-01 00:00:00	101.4225
2007-11-01 00:00:00	101.3274
2007-12-01 00:00:00	101.2353

2008-01-01 00:00:00	101.1377
2008-02-01 00:00:00	101.0243
2008-03-01 00:00:00	100.8861
2008-04-01 00:00:00	100.7035
2008-05-01 00:00:00	100.448
2008-06-01 00:00:00	100.0939
2008-07-01 00:00:00	99.62764
<b>2008-08-01 00:00:00</b>	<b>99.04966</b>
<b>2008-09-01 00:00:00</b>	<b>98.37462</b>
<b>2008-10-01 00:00:00</b>	<b>97.64918</b>
<b>2008-11-01 00:00:00</b>	<b>96.9623</b>
<b>2008-12-01 00:00:00</b>	<b>96.39452</b>
<b>2009-01-01 00:00:00</b>	<b>96.00105</b>
<b>2009-02-01 00:00:00</b>	<b>95.81349</b>
<b>2009-03-01 00:00:00</b>	<b>95.84404</b>
<b>2009-04-01 00:00:00</b>	<b>96.07906</b>
<b>2009-05-01 00:00:00</b>	<b>96.46297</b>
<b>2009-06-01 00:00:00</b>	<b>96.93582</b>

Os únicos “ofensores” que estariam abaixo do primeiro quartil (25%) contendo os valores históricos mais baixos são os dados do começo de 2009 até o meio do mesmo ano (aproximadamente 6 meses). Este período pode ser considerado como o “pós fato” da recessão em si, nos quais a economia já realmente está sofrendo com o evento de recessão em si.

## LEI - Conference Board

Date	GOM910	PCM910	P6M910
2007-06	97,1	-0,2	-3,5
2007-07	96,9	-0,2	-3,7

2007-08	96,5	-0,4	-5,3
2007-09	95,9	-0,6	-6,7
2007-10	95,5	-0,4	-8,5
2007-11	94,7	-0,8	-9,9
<b>2007-12</b>	<b>93,8</b>	<b>-1,0</b>	<b>-11,3</b>
<b>2008-01</b>	<b>92,7</b>	<b>-1,2</b>	<b>-11,6</b>
<b>2008-02</b>	<b>91,6</b>	<b>-1,2</b>	<b>-11,7</b>
<b>2008-03</b>	<b>90,3</b>	<b>-1,4</b>	<b>-10,8</b>
<b>2008-04</b>	<b>89,8</b>	<b>-0,6</b>	<b>-12,7</b>
<b>2008-05</b>	<b>89,0</b>	<b>-0,9</b>	<b>-12,7</b>
<b>2008-06</b>	<b>88,6</b>	<b>-0,4</b>	<b>-13,7</b>
<b>2008-07</b>	<b>86,6</b>	<b>-2,3</b>	<b>-18,2</b>
<b>2008-08</b>	<b>85,6</b>	<b>-1,2</b>	<b>-21,0</b>
<b>2008-09</b>	<b>83,9</b>	<b>-2,0</b>	<b>-24,7</b>
<b>2008-10</b>	<b>81,2</b>	<b>-3,2</b>	<b>-24,2</b>
<b>2008-11</b>	<b>79,1</b>	<b>-2,6</b>	<b>-24,5</b>
2008-12	76,9	-2,8	-23,9
2009-01	75,4	-2,0	-18,5
2009-02	74,4	-1,3	-13,2
2009-03	73,2	-1,6	-6,6
2009-04	73,3	0,1	-1,8
2009-05	73,7	0,5	2,7
2009-06	74,3	0,8	8,1

Explicação rápida de cada especificação dentro do LEI:

G0M910	Nível do índice LEI no mês atual	Estado atual do índice
PCM910	Variação percentual mensal do LEI	Mudança econômica mês a mês
P6M910	Variação percentual acumulada nos últimos 6 meses	Tendência econômica no médio prazo

O LEI já é perceptivamente mais sensível do que os outros indicadores, tendo em vista sua adaptabilidade em relação à variações abruptas. Neste sentido os indicadores de variação: PCM910 (variação mensal) e P6M910 (variação de 6 meses), acabam se destacando na identificação de flutuações "anômálicas" e neste caso é possível perceber que os primeiros indícios de desaceleração econômica, e possibilidade de bolha, perto do final de 2007, já começam a ser identificados, mês de dezembro por exemplo:

Date	GOM910	PCM910	P6M910
2007-12	93,8	-1,0	-11,3

## US LEI Federal Reserve Bank

2007-06-01	0.70
2007-07-01	0.51
2007-08-01	0.55
2007-09-01	0.40
2007-10-01	0.61
2007-11-01	0.43
2007-12-01	0.25
2008-01-01	0.41
<b>2008-02-01</b>	<b>0.32</b>
<b>2008-03-01</b>	<b>0.19</b>
<b>2008-04-01</b>	<b>0.18</b>
<b>2008-05-01</b>	<b>0.00</b>
<b>2008-06-01</b>	<b>-0.12</b>
<b>2008-07-01</b>	<b>-0.41</b>
<b>2008-08-01</b>	<b>-0.79</b>
<b>2008-09-01</b>	<b>-0.60</b>
<b>2008-10-01</b>	<b>-1.18</b>

<b>2008-11-01</b>	<b>-1.77</b>
<b>2008-12-01</b>	<b>-1.88</b>
<b>2009-01-01</b>	<b>-2.32</b>
<b>2009-02-01</b>	<b>-2.29</b>
2009-03-01	-2.65
2009-04-01	-2.21
2009-05-01	-1.29
2009-06-01	-0.77

USLIND, também é uma extensão do LEI, mas ele serve para prever como a economia de um estado vai crescer nos próximos seis meses. Ele faz isso olhando para um outro índice chamado "índice coincidente", que mostra a situação atual da economia do estado. Ou seja, o USLIND tenta antecipar se a economia vai melhorar ou piorar no curto prazo.

Os dados do USLIND indicam uma desaceleração econômica no começo de 2008. Esse indicativo pode ser considerado pré-recessão pois o "boom" de recessão no período foi um pouco mais tarde. Em cunho previsivo, foi até que relevante dentro do período em si.

---

## 2020

Período de 12 meses

### CLI

2020-01-01 00:00:00	99.1925
2020-02-01 00:00:00	99.17662
<b>2020-03-01 00:00:00</b>	<b>97.49301</b>
<b>2020-04-01 00:00:00</b>	<b>93.59698</b>
2020-05-01 00:00:00	95.07487
2020-06-01 00:00:00	97.06987

2020-07-01 00:00:00	98.29512
2020-08-01 00:00:00	98.77375
2020-09-01 00:00:00	98.97484
2020-10-01 00:00:00	99.21239
2020-11-01 00:00:00	99.47532
2020-12-01 00:00:00	99.8277
2021-01-01 00:00:00	100.0862

O CLI apenas “sentiu” o período de maior incidência do impacto e da surpresa da pandemia. No mês de março, na qual foi identificado o nível alto de incidência e casos pelo mundo. Depois em Abril, o caos tomou conta do mercado (é possível notar a baixa de 93.5 pontos), a partir da surpresa do impacto da doença. Até o final de setembro, o índice se manteve abaixo do primeiro quartil histórico, determinando um período de “recessão”.

### LEI (Conference Board):

Date	GOM910	PCM910	P6M910
2020-02	112,9	0,0	-15,8
2020-03	107,5	-4,8	-11,6
2020-04	101,6	-5,5	-9,3
2020-05	103,5	1,9	-7,6
2020-06	105,8	2,2	3,0
2020-07	107,5	1,6	16,6
2020-08	108,5	0,9	13,8
2020-09	109,1	0,6	10,3
2020-10	109,7	0,5	8,5
2020-11	110,4	0,6	6,6
2020-12	111,1	0,6	7,5
2021-01	112,0	0,8	8,6
2021-02	112,0	0,0	8,7

2021-03	113,1	1,0	9,2
---------	-------	-----	-----

A mesma tendência é perceptível no LEI, na qual o período de março até setembro é ainda um período ofensivo, em termos econômicos, para o índice geral (*GOM910*), no entanto as flutuações mensais (*PCM910*) e as de 6 em seis meses (*P6M910*) refletem a uma variação abrupta alguns meses antes da definição de estado pandêmico, e também nos meses de maior incerteza e surpresa econômica com a chegada do Vírus (Abril, Março e Maio), também no período exato de maior incerteza econômica.

## Premissa Definida para as Simulações

### Definição do que poderia se enquadrar em uma recessão:

- Alto Percentual de queda nos indicadores financeiros definidos como inputs do modelo
  - Análise dos quartis e seleção dos 0.25 mínimos de cada indicador como identificação de uma mudança na tendência
- “Flag” definida a partir de premissa na análise dos dados históricos de cada indicador, assim como análise do comportamento desses indicadores dentro de uma recessão.

### Atribuição da Simulação de Monte Carlo: Simular possíveis trajetórias futuras para estes indicadores baseado em padrões históricos.

- **Execução das Simulações de Monte Carlo → Para cada situação, nesse caso de países, simulado, verificar se ocorre uma recessão.**
- **“Probabilidade” de uma recessão →** Com base nos resultados das simulações, é feito o cálculo da probabilidade de uma recessão.

## Pré simulação

### Definição dos limiares (thresholds)

- Definição dos **limiares (thresholds)** de cada indicador com base no **1º quartil (25%)** da sua distribuição histórica.
- Esses valores servem como **referência para detectar níveis economicamente "baixos"** que indicam uma recessão.

Obs: Apesar desses thresholds estarem calculados, a função `is_recession` usa valores fixos (`cli < 100`, `g0 < 100`, `pcm < 0.25`) ao invés dos thresholds; Isso foi feito por ter evidenciado resultados ruins nas rodadas de simulação

Função de definição dos marcadores de recessão:

```
def is_recession(cli, g0, pcm):
    return (
        cli < limiar_025 and
        g0 < limiar_025 and
        pcm < limiar_025
    )
```

## Marcadores mensais

```
returns = df_merged[['Point_CLI', 'G0M910', 'PCM910']].pct_change().dropna()
```

- A intenção é pegar a **variação percentual mensal (retorno)** dos três indicadores econômicos.
  - Isso representa o comportamento histórico de cada variável ao longo do tempo.
  - A distribuição desses retornos é usada para simular o comportamento futuro.



## Na simulação

Função da simulação:

```
def monte_carlo_simulation(current_values, num_months, num_simulations=1000
```

Motorzinho da simulação:

- Cada simulação começa com os valores atuais dos indicadores ( `current_values` ).
- Inicializa a flag `recession_occurred` como `False` .

Mais um nível de aleatoriedade adicionado, um **choque** aleatório é aplicado em cada mês:

- Um vetor de retornos ( `shock` ) é sorteado aleatoriamente da série histórica ( `returns` ).
- Esse vetor contém variações percentuais para `Point_CLI` , `GOM910` e `PCM910` .
- Os valores dos indicadores são atualizados multiplicando pelo fator de choque:  
novo valor=valor atual×(1+retorno simulado)  
$$\text{novo valor} = \text{valor atual} \times (1 + \text{retorno simulado})$$
- Isso simula o comportamento futuro dos indicadores com base nos padrões históricos de volatilidade.

## Pós Fato:

- Após a aplicação de cada choque mensal, o código verifica se os indicadores **caíram abaixo dos limiares de recessão**.
- Se isso ocorrer em **qualquer mês** da simulação, o flag `recession_occurred` é ativado.

- Cada simulação termina com `True` (se houve recessão) ou `False` (caso contrário).
- Ao final, o retorno é uma lista com 100.000 valores booleanos.
- Como `True` é tratado como `1` e `False` como `0`, a **média da lista** retorna a **proporção de simulações** que indicaram recessão.
- Isso representa a **probabilidade estimada** de uma recessão ocorrer nos próximos `n` meses.

## Reporte dos Resultados

### United States - 2008 (Crise do SubPrime)

Utilizando os primeiros quartis de cada um dos indicadores como threshold para definição de recessão ou não (baseado na identificação das tendências e variações dos dados históricos):

- **Probabilidade estimada de 12 meses, 61% de indício de recessão:**
  - Dados históricos 12 meses → 2007-06-12 até 2008-06-12

```
def is_recession(cli, g0, pcm, uslin):
    return (
        cli < cli_threshold_for_2008 and
        g0 < g0_threshold_for_2008 and
        pcm < pcm_threshold_for_2008 and
        uslin < uslin_threshold_for_2008
    )

returns_2008 = us_2008[['Point_CLI', 'G0M910', 'PCM910', 'USSLIND']].pct_change().dropna()
cli_returns_2008 = returns_2008[['Point_CLI']]

current_values_2008 = us_2008[['Point_CLI', 'G0M910', 'PCM910', 'USSLIND']].iloc[-1].values
returns_2008 = monte_carlo_simulation(current_values_2008, 12)
prob_recession_2008 = np.mean(returns_2008)
print(f"Estimated probability of recession in next months: {prob_recession_2008:.2%}")

/tmp/ipykernel_5270/4076599425.py:8: RuntimeWarning: invalid value encountered in multiply
  values *= (1 + shock)
Estimated probability of recession in next months: 61.02%
```

- **Utilizando dados históricos apenas do ano de 2007 → Probabilidade de recessão em 6 meses: 89,32%**

- Dados históricos 12 meses → 2007 inteiro

```
us_2008 = df_merged[df_merged['year'].str.contains('2007')]
us_2008
```

Year	Country	GDP per capita (current US\$)	Point CLI	GOM910	PC910	USSLIND	Recession
2007-01	United States	4805.227452	101.5442	97.2	0.8175021	1.28	0
2007-02	United States	28134.216604	101.6238	97.2	0.714266	1.09	0
2007-03	United States	28134.216604	101.7011	97.6	0.760234	1.34	0
2007-04	United States	28134.216604	101.7384	97.8	0.819326	1.04	0
2007-05	United States	28134.216604	101.7409	97.3	0.774266	1.21	0
2007-06	United States	28134.216604	101.7681	97.1	0.888312	0.79	0
2007-07	United States	28134.216604	101.7095	96.9	0.888312	0.51	0
2007-08	United States	28134.216604	101.6485	96.5	0.882338	0.50	0
2007-09	United States	28134.216604	101.5185	95.9	0.838304	0.46	0
2007-10	United States	28134.216604	101.4225	95.5	0.882338	0.41	0
2007-11	United States	28134.216604	101.3274	94.7	0.816990	0.43	0
2007-12	United States	28134.216604	101.2353	93.8	0.584816	0.25	0

Aqui são definidos os limites (thresholds) de cada indicador com base no 1º quartil (25%) da sua distribuição histórica. Esses valores servem como referência para detectar níveis economicamente "baixos" que indicam uma recessão.

```
cli_threshold_for_2008 = us_2008['Point CLI'].quantile(0.25)
g1_threshold_for_2008 = us_2008['GOM910'].quantile(0.25)
pc9_threshold_for_2008 = us_2008['PC910'].quantile(0.25)
ussl_threshold_for_2008 = us_2008['USSLIND'].quantile(0.25)
```

```
def is_recession(cli, g1, pc9, ussl):
    return (
        cli < cli_threshold_for_2008 and
        g1 < g1_threshold_for_2008 and
        pc9 < pc9_threshold_for_2008 and
        ussl < ussl_threshold_for_2008
    )
```

```
returns_2008 = us_2008[['Point CLI', 'GOM910', 'PC910', 'USSLIND']].pct_change().dropna()
cli_returns_2008 = returns_2008['Point CLI']
```

```
current_values_2008 = us_2008[['Point CLI', 'GOM910', 'PC910', 'USSLIND']].iloc[-1].values
returns_2008 = monte_carlo_simulation(current_values_2008, 6)
prob_recession_2008 = np.mean(returns_2008)

print(f"Estimated probability of recession in next months: {prob_recession_2008:.2%}")
```

```
99.99999999999999
RuntimeWarning: Invalid value encountered in multiply
values *= (1 + shock)
Estimated probability of recession in next months: 80.32%
```

A partir de algumas rodadas e investigação, foi identificado que ao utilizar os quartis de uma amostra menor, os resultados são melhores.

Como “bônus” rodei também uma bateria de testes com um limiar amplo para a recessão de 2020:

- **Resultado de 9% de indício de recessã**

```

United States - 2020

us_2020 = df_merged[df_merged['Year'].str.contains('2019|2020-01|2020-02|2020-03|2020-04')]
us_2020
66

Year Country GDP per capita (current US$) Point_CLI GOM910 PCM910 USOLLND Recession
720 2019-01 United States 65004.081129 99.60376 112.8 0.688312 1.000000 1
721 2019-02 United States 29136210664 99.54659 112.2 0.768224 1.100000 0
722 2019-03 United States 29136210664 99.61287 112.9 0.763360 1.200000 0
723 2019-04 United States 29136210664 99.34056 113.7 0.760280 1.400000 0
724 2019-05 United States 29136210664 99.28463 112.8 0.761299 1.200000 1
725 2019-06 United States 29136210664 99.26499 112.9 0.727273 1.100000 0
726 2019-07 United States 29136210664 99.13070 112.8 0.727273 1.200000 0
727 2019-08 United States 29136210664 99.08875 112.7 0.761299 1.200000 1
728 2019-09 United States 29136210664 99.07130 112.4 0.671322 1.200000 1
729 2019-10 United States 29136210664 99.03285 112.9 0.662128 1.400000 1
730 2019-11 United States 29136210664 99.13037 112.8 0.761299 1.000000 1
731 2019-12 United States 29136210664 99.17299 112.5 0.671322 1.000000 1
732 2020-01 United States 64411.371716 99.76320 112.9 0.768224 1.170000 0
733 2020-02 United States 29136210664 99.17682 112.9 0.714286 1.700000 0
734 2020-03 United States 29136210664 97.49301 107.3 0.690909 1.348714 1
735 2020-04 United States 29136210664 99.39388 107.0 0.690909 1.348714 1

current_values_2020 = us_2020[['Point_CLI', 'GOM910', 'PCM910', 'USOLLND']].iloc[-1].values
gb_threshold_for_2020 = us_2020['GOM910'].quantile(0.25)
pcr_threshold_for_2020 = us_2020['PCM910'].quantile(0.25)
66

returns_2020 = us_2020[['Point_CLI', 'GOM910', 'PCM910', 'USOLLND']].pct_change().dropna()
cli_returns_2020 = returns_2020[['Point_CLI']]
66

def is_recession(cli, gb, pcm, usollnd):
    return (
        cli < cli_threshold_for_2020 and
        gb < gb_threshold_for_2020 and
        pcm < pcm_threshold_for_2020 and
        usollnd < cli_threshold_for_2020
    )
66

current_values_2020 = us_2020[['Point_CLI', 'GOM910', 'PCM910', 'USOLLND']].iloc[-1].values
returns_2020 = monte_carlo_simulation(current_values_2020, 12)
prob_recession_2020 = np.mean(returns_2020)
print(f"Estimated probability of recession in next months: {prob_recession_2020:.2%}")
66

/tmp/ipykernel_5220/467058245.py:8: RuntimeWarning: invalid value encountered in multiply
  values *= (1 + shock)
Estimated probability of recession in next months: 9.04%

```

## United States – 2020 (Pandemia)

- Janela de 6 meses:
  - 2019-12 | 2020-01 | 2020-02 | 2020-03 | 2020-04 | 2020-05

```

current_values_2020 = us_2020[['Point_CLI', 'GOM910', 'PCM910']].iloc[-1].values

returns_2020 = monte_carlo_simulation(current_values_2020)
prob_recession_2020 = np.mean(returns_2020)

print(f"Estimated probability of recession in next months: {prob_recession_2020:.2%}")
[94] ✓ 2m 9.3s

... /tmp/ipykernel_28238/4168068882.py:8: RuntimeWarning: invalid value encountered in multiply
  values *= (1 + shock)
Estimated probability of recession in next months: 20.68%

```

- Janela de 9 Meses:
  - 2019-09 | 2019-10 | 2019-11 | 2019-12 | 2020-01 | 2020-02 | 2020-03 | 2020-04 | 2020-05

```

current_values_2020 = us_2020[['Point_CLT', 'GOM910', 'PCM910']].iloc[-1].values

returns_2020 = monte_carlo_simulation(current_values_2020)
prob_recession_2020 = np.mean(returns_2020)

print(f"Estimated probability of recession in next months: {prob_recession_2020:.2%}")
✓ 2m 11.6s

/tmp/ipykernel_28238/4168068882.py:8: RuntimeWarning: invalid value encountered in multiply
  values *= (1 + shock)
Estimated probability of recession in next months: 3.21%

```

- **Janela de 12 Meses:**

- 2019-07 | 2019-08 | 2019-09 | 2019-10 | 2019-11 | 2019-12 | 2020-01 | 2020-02 | 2020-03 | 2020-04 | 2020-05 | 2020-06

```

current_values_2020 = us_2020[['Point_CLT', 'GOM910', 'PCM910']].iloc[-1].values

returns_2020 = monte_carlo_simulation(current_values_2020)
prob_recession_2020 = np.mean(returns_2020)

print(f"Estimated probability of recession in next months: {prob_recession_2020:.2%}")
✓ 2m 10.3s

/tmp/ipykernel_28238/4168068882.py:8: RuntimeWarning: invalid value encountered in multiply
  values *= (1 + shock)
Estimated probability of recession in next months: 1.47%

```

- **Janela de 24 Meses:**

- 2019 and 2020

```

current_values_2020 = us_2020[['Point_CLT', 'GOM910', 'PCM910']].iloc[-1].values

returns_2020 = monte_carlo_simulation(current_values_2020)
prob_recession_2020 = np.mean(returns_2020)

print(f"Estimated probability of recession in next months: {prob_recession_2020:.2%}")
✓ 2m 12.4s

/tmp/ipykernel_28238/4168068882.py:8: RuntimeWarning: invalid value encountered in multiply
  values *= (1 + shock)
Estimated probability of recession in next months: 0.07%

```