

**COMBINANDO SUSTENTABILIDADE E
MODELOS QUANTITATIVOS - UMA
ANÁLISE PARA OS PAÍSES DO BRICS**

Simone Sartori

Prof^a. Lucila Maria de Souza Campos

Prof. Robert Samohyl



Agenda

1. Introdução
2. Método
3. Resultados
 - análise descritiva dos dados;
 - identificação dos modelos; e,
 - estimação e apresentação das previsões.
4. Considerações finais

Introdução

- **avaliação da sustentabilidade por meio de indicadores.**
 - Problemas com:
 - medição e cálculo,
 - estáticos,
 - não têm a profundidade de conceituação e explicação dos fenômenos que representam,
 - sem conhecimento de situações futuras.
 - **Dimensão tempo** realça a **perspectiva de longo prazo** das várias **dimensões de sustentabilidade...**
- ... que representadas por meio de modelos, podem ser utilizados para **extrapolar o tempo para a série passada ou atual no futuro.**

Introdução

No longo prazo:

- Captar as mudanças;
- Avaliar e prever cenários futuros;
- Avaliar e estimar consequências futuras.

A sustentabilidade consiste em dois elementos principais: o *Triple Bottom Line* e o tempo.

Objetivo: construir e analisar uma previsão de 10 anos a partir de um indicador de sustentabilidade - emissões de CO₂ para os países do BRICS.

Procedimentos Metodológicos

DADOS

- Período de 1980-2010, exceto Rússia (1992-2010).
- **Emissão de Co₂**
 - Unidade: milhões de toneladas;
 - Três combustíveis envolvidos - carvão, petróleo e gás natural;
 - Fonte: Administração de Informação de Energia (2012).
- **Produto Interno Bruto (PIB)**
 - Milhões de dólares;
 - Fonte: Banco Mundial (2012)

Procedimentos Metodológicos

Para analisar a série Emissão de CO₂

- Suavização Exponencial: decompor a série (tendência e sazonalidade)
- ARIMA: captar comportamento da auto-correlação.

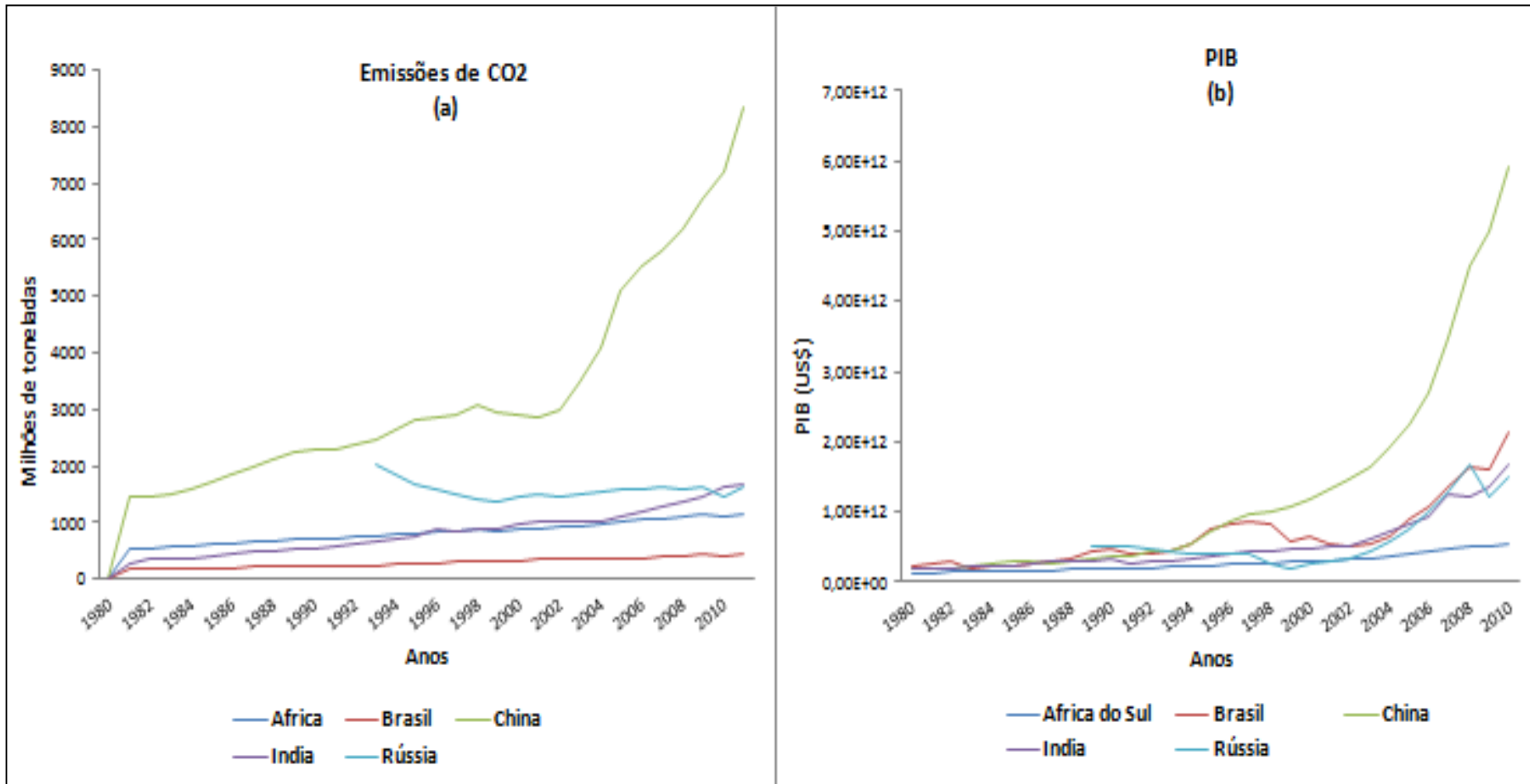
Para analisar o melhor, usou-se dos critérios de previsão

- Erro absoluto percentual médio (MAPE); e,
- Critério de Informação de AKaike (AIC)

Software R studio

O pacote forecast permite a escolha de um modelo de forma automática (auto.arima e ets).

Resultados



Resultados

Tab. 1: Taxas de crescimento (%) para as emissões de CO₂ e do PIB.

| | África | Brasil | China | Índia | Rússia |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Painel A - emissão de CO₂ em milhões de toneladas métricas | | | | | |
| Crescimento 1980-2000 | 65,18% | 85,47% | 96,74% | 244,39% | -25,81% |
| Crescimento 2000-2010 | 29,06% | 31,08% | 191,98% | 69,06% | 9% |
| Painel B - Produto Interno Bruto em milhões de dólares | | | | | |
| Crescimento 1980-2000 | 158,29% | 174,31% | 532,77% | 150,37% | -48,72% |
| Crescimento 2000-2010 | 76,84% | 232,41% | 394,84% | 254,82% | 472,76% |

Tab. 2: Coeficiente de correlação de Pearson

| Países | África | Brasil | China | India | Rússia |
|----------------------------------|--------|--------|-------|-------|--------|
| Coeficiente de Correlação | 0,98 | 0,87 | 0,97 | 0,93 | 0,12 |

Resultados

Tab. 3: Erro absoluto percentual médio (MAPE) e Critério de Informação de Akaike (AIC).

| | Brasil | | Rússia | | Índia | | China | | África do Sul | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|---------------|--------|
| | MAPE | AIC | MAPE | AIC | MAPE | AIC | MAPE | AIC | MAPE | AIC |
| ARIMA | 3.25 | 235.38 | 5.03 | 232.14 | 2.88 | 298.73 | 3.34 | 396.16 | 1.55 | 266.64 |
| Suaviz. Exponen. | 4.11 | 264.77 | 5.09 | 235.28 | 2.91 | 326.59 | 4.75 | 419.83 | 1.55 | 285.21 |

A situação ideal é quanto menor o AIC melhor o ajustamento do modelo.

Nota

MAPE: Erro absoluto percentual médio

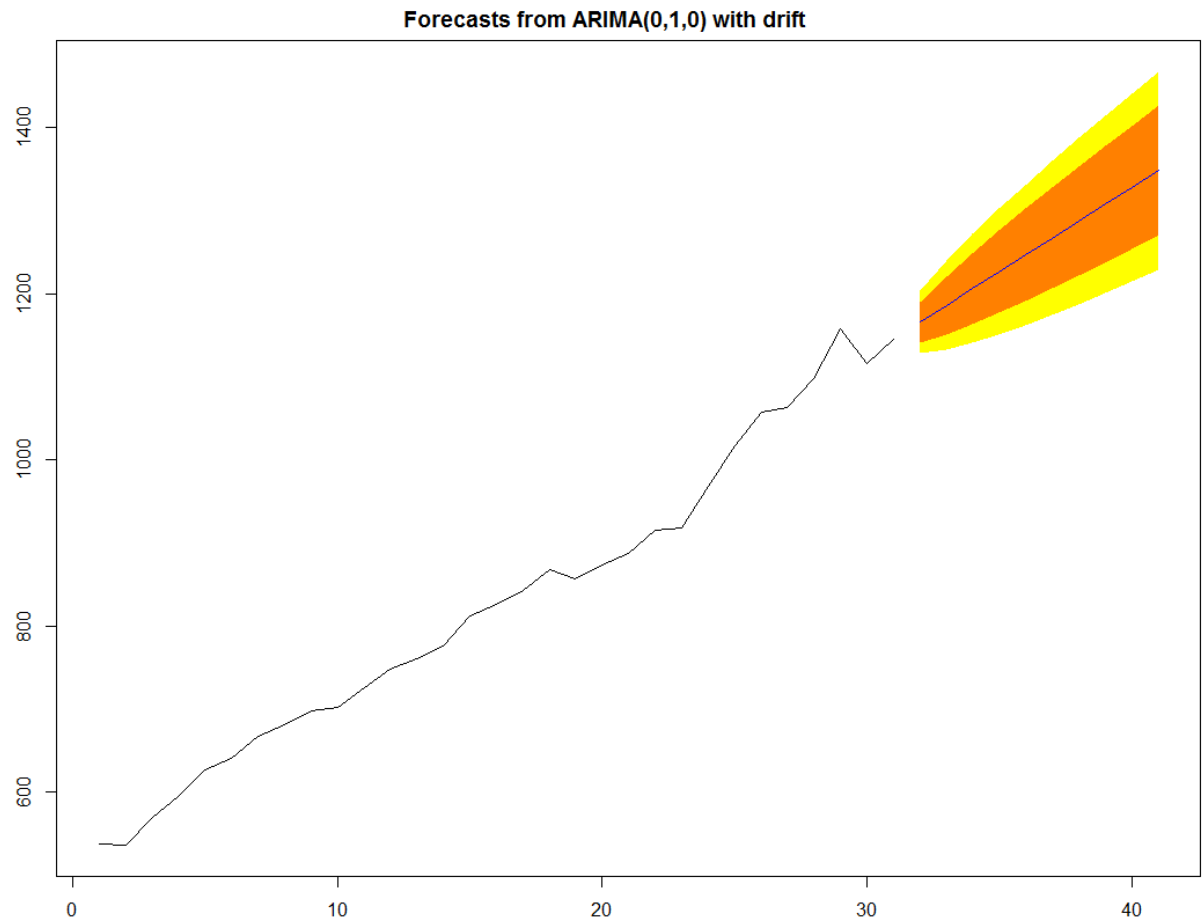
AIC: Critério de Informação Akaike (AIC)

Resultados

Fig. 2: Previsão para África do Sul

| Ano | Emissão |
|------|----------|
| 2010 | 1145.160 |
| 2011 | 1165.428 |
| 2012 | 1185.696 |
| 2013 | 1205.964 |
| ... | ... |
| 2019 | 1327.571 |
| 2020 | 1347.838 |

15,65%

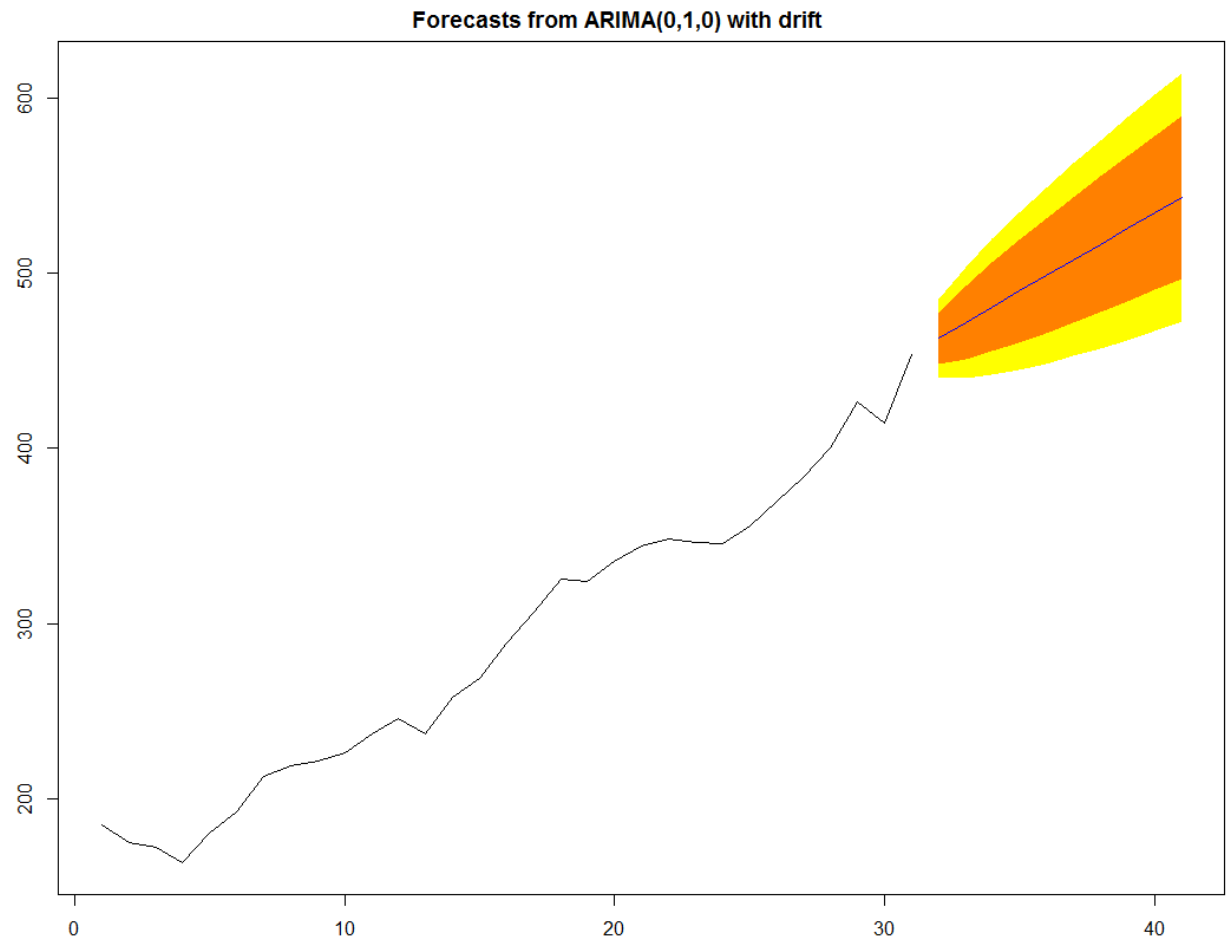


Resultados

Fig. 3: Previsão para Brasil

| Ano | Emissão |
|------|----------|
| 2010 | 453.8704 |
| 2011 | 462.8106 |
| 2012 | 471.7508 |
| 2013 | 480.6911 |
| ... | ... |
| 2019 | 534.3324 |
| 2020 | 543.2726 |

17,39%

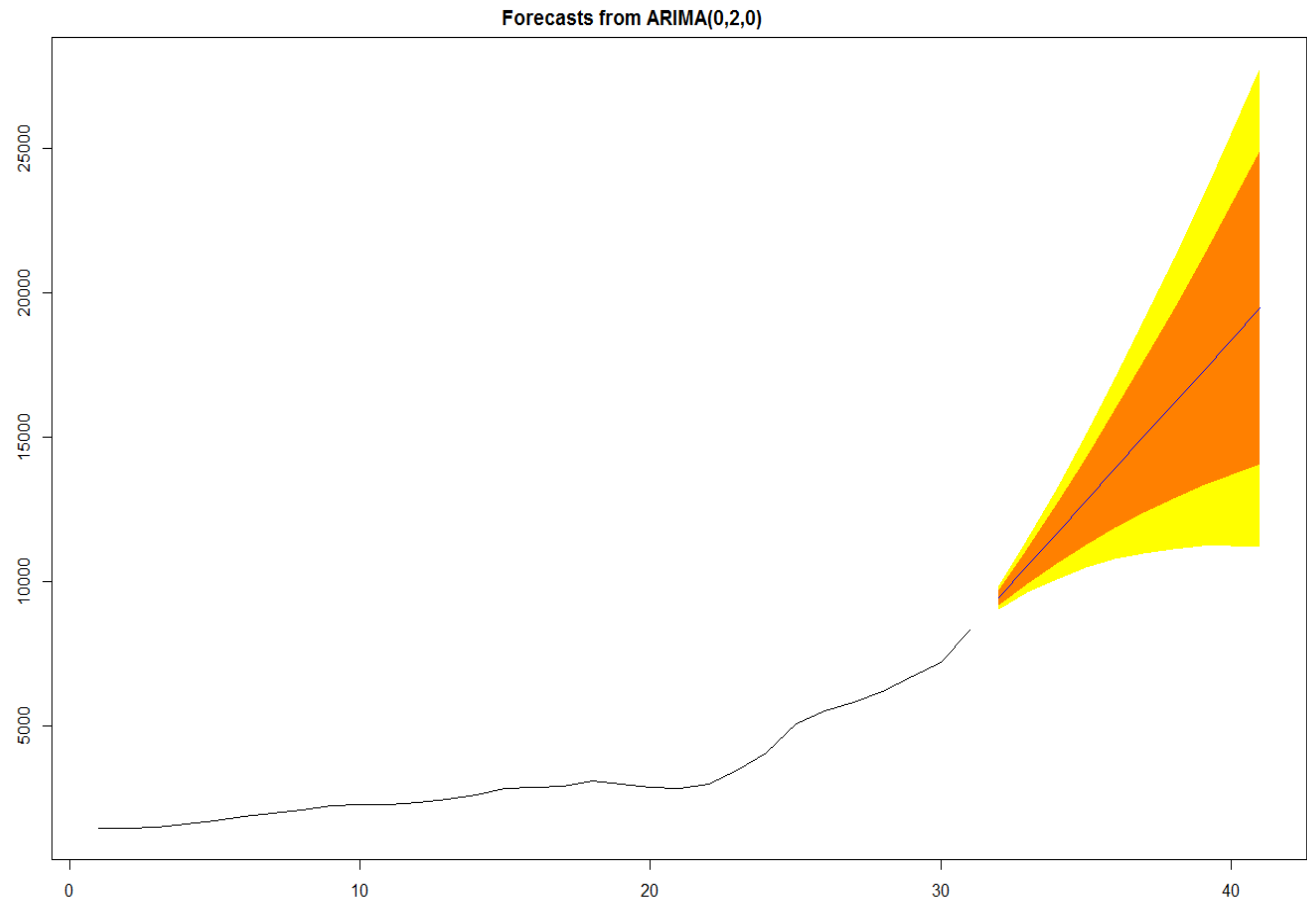


Resultados

Fig. 4: Previsão para China

| Ano | Emissão |
|------|----------|
| 2010 | 8320.963 |
| 2011 | 9437.04 |
| 2012 | 10553.12 |
| 2013 | 11669.19 |
| ... | |
| 2019 | 18365.66 |
| 2020 | 19481.73 |

106,44%

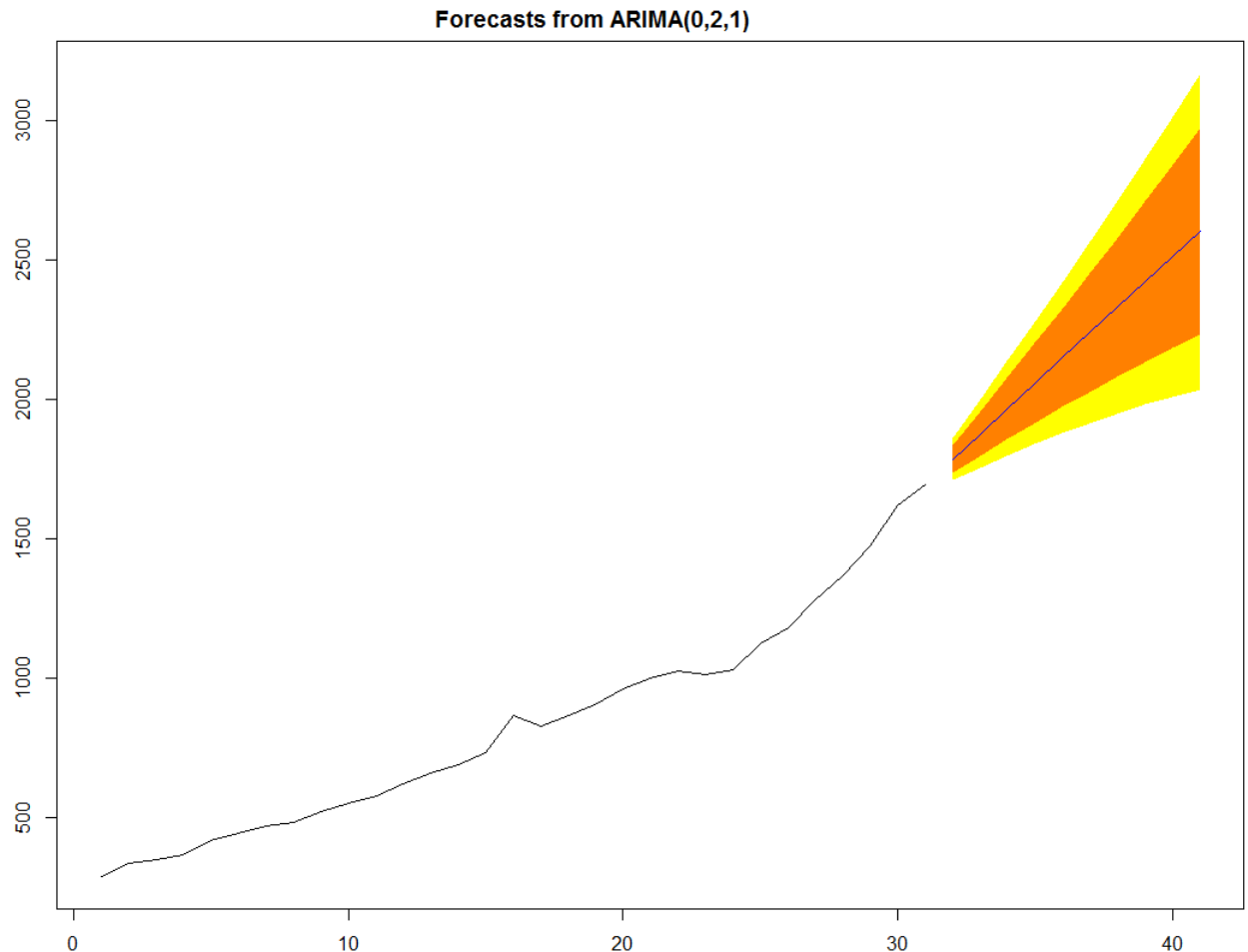


Resultados

Fig. 5: Previsão para Índia

| Ano | Emissão |
|------|----------|
| 2010 | 1695.623 |
| 2011 | 1786.337 |
| 2012 | 1877.052 |
| 2013 | 1967.766 |
| ... | ... |
| 2019 | 2512.053 |
| 2020 | 2602.767 |

45,70%

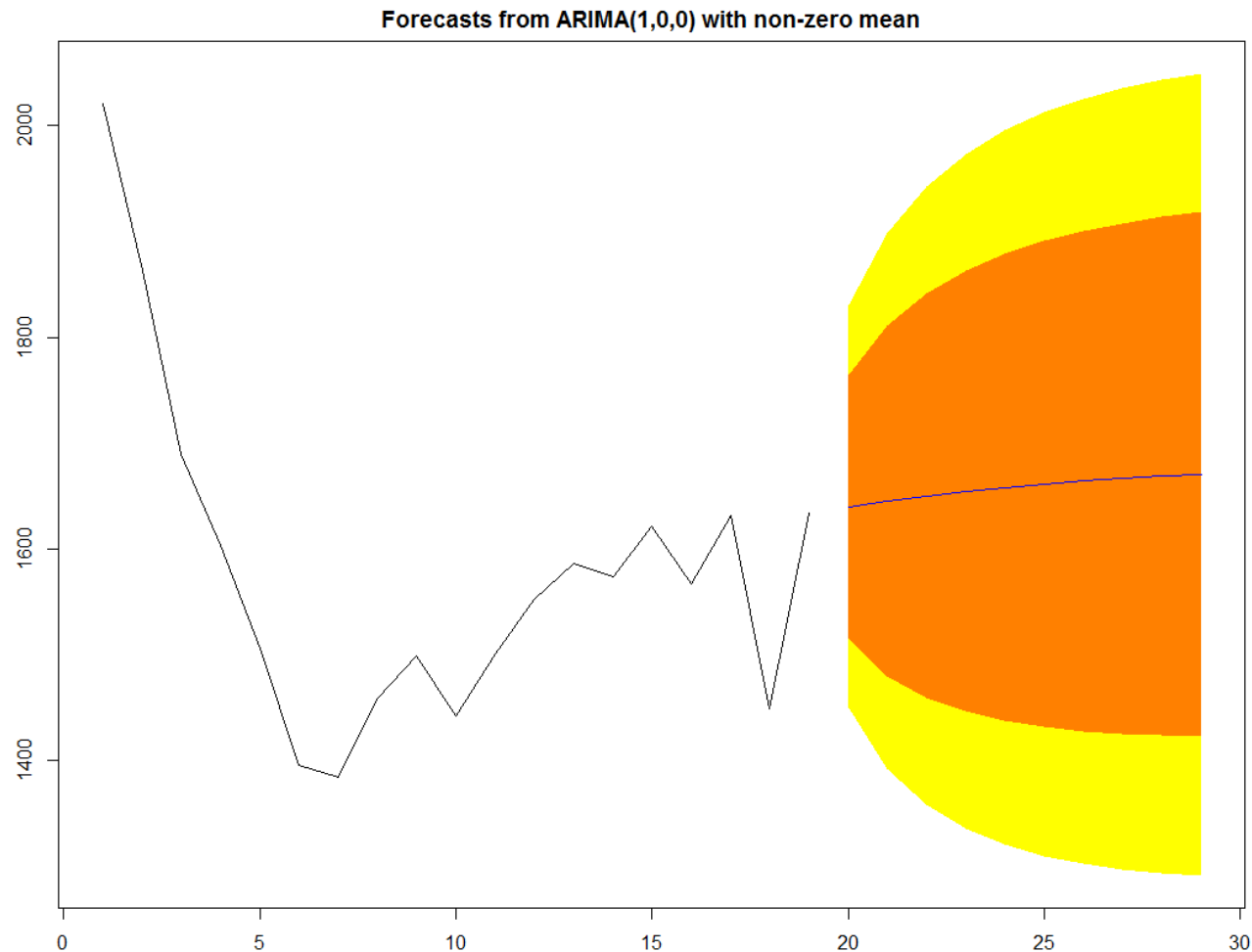


Resultados

Fig. 6: Previsão para Rússia

| Ano | Emissão |
|-------------|-----------------|
| 2010 | 1633.804 |
| 2011 | 1640.004 |
| 2012 | 1645.427 |
| 2013 | 1650.170 |
| ... | ... |
| 2019 | 1668.450 |
| 2020 | 1670.308 |

1,85%



Resultados

- As **emissões de CO₂** tendem a **subir** nos próximos anos
- A **China, a Rússia e a Índia** são os países que mais contribuem nas emissões de CO₂.
- Em 2010, os BRICS representaram (IEA, 2012):
 - um quarto do PIB mundial,
 - 33% do uso global de energia e
 - 37% de emissões de CO₂ provenientes da queima de combustível

Considerações finais

- **Os indicadores:**
 - podem ser estimados e comparados
 - São capazes de mostrar alterações à longo prazo.
- **Focar na prevenção da poluição**
- **Limitação**
 - Reunir os dados para um período mais longo, especialmente para a Rússia.
- **Trabalhos futuros**
 - Análise da sustentabilidade por meio do uso de outros métodos para fazer previsões de longo prazo.

Obrigada

Simone Sartori, Msc.

Simone.eng.prod@gmail.com

Lucila Maria de Souza Campos, Dra.

lucila@deps.ufsc.br

Robert Samohyl, Dr.

samohyl@yahoo.com

