

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

GUSTAVO DE CARVALHO MACHADO

**MODELO DE GRAVIDADE DE TINBERGEN E SUA APLICAÇÃO AO BLOCO
DE PAÍSES BRICS**

MONOGRAFIA

MARIANA – MG

2020

GUSTAVO DE CARVALHO MACHADO

**MODELO DE GRAVIDADE DE TINBERGEN E SUA APLICAÇÃO AO BLOCO
DE PAÍSES BRICS**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Me. Guilherme Jorge da Silva

Mariana, MG

DEECO/ICSA/UFOP

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M149m Machado, Gustavo De Carvalho .
O modelo de Gravidade de Tinbergen e sua aplicação ao bloco de Países BRICS. [manuscrito] / Gustavo De Carvalho Machado. - 2020. 40 f.: il.: gráf., tab..

Orientador: Prof. Me. Guilherme Jorge da Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Graduação em Ciências Econômicas .

1. Tinbergen, Jan, 1903-1994. 2. Comércio internacional. 3. Economia. 4. Países do BRICS. I. Silva, Guilherme Jorge da. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 339



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS



FOLHA DE APROVAÇÃO

Gustavo de Carvalho Machado

Modelo de gravidade de Tinbergen e sua aplicação ao bloco de países BRICS

Monografia apresentada ao Curso de ciências econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em ciências econômicas

Aprovada em 11 de Dezembro de 2020

Membros da banca

Me. Guilherme Jorge da Silva - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Dra. Cristiane Márcia dos Santos - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr. Francisco Horácio Pereira de Oliveira - Universidade Federal de Ouro Preto

Me. Guilherme Jorge da Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 13/01/2021



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Jorge da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/01/2021, às 16:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0123435** e o código CRC **EDF13715**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.000316/2021-21

SEI nº 0123435

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente.” Von Oech

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente à minha mãe que esteve sempre ao meu lado acreditando nos meus sonhos e me dando aporte em todas as batalhas. Lutamos juntos!

Agradeço também à minha família por todo o apoio, em especial meu pai, avós, tios, irmão, primos, cunhada e sobrinhos. Obrigado por serem meu Porto Seguro.

Agradeço aos amigos feitos durante a caminhada. Em especial os amigos do Sinuquir S.A., do Truco ICOSA e os amigos do Buzão. Sem vocês possivelmente não teria chegado aqui.

Agradeço a todos os professores do curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas e à Universidade Federal de Ouro Preto por me proporcionarem um aprendizado de alta qualidade e com toda dedicação.

Agradeço ao meu orientador Mestre Guilherme Jorge pela paciência e pelos excelentes papos sobre Economia e sobretudo a vida.

RESUMO

O presente estudo objetiva-se a analisar comparativa e descritivamente o comércio bilateral entre o Brasil e os demais países membros do acrônimo BRICS com o enfoque no modelo gravitacional. No trabalho será abordado a evolução histórica das teorias de comércio internacional e sua importância para a análise dos fluxos comerciais entre os países, um aprofundamento histórico na teoria do Modelo gravitacional de Jan Tinbergen e uma análise e aplicação do modelo ao grupo de países Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. Busca-se analisar se os resultados encontrados condizem com a teoria abordada e em que aspectos pode ser utilizado como ferramenta para interpretação das relações comerciais entre os países estudados.

Palavras-chave: Comércio internacional; BRICS; Teoria da gravidade; Variáveis Macroeconômicas.

ABSTRACT

This work has the objective to analyze, compare and describe the bilateral trade between Brazil and the other member countries of the acronym BRICS with the focus on the gravitational model. The work will address the historical evolution of international trade Theories and their importance for the analysis of trade flows between countries, will have a historical deepening in the theory of the Gravitational Model by Jan Tinbergen and application of the same to the group of countries Brazil, Russia, India, China and South Africa. It seeks to analyse wheter the results found are consistent with the approached theory and in what aspects it can be used as a tool for the interpretation of commercial relations between the countries studied.

Keywords: International Trade; BRICS; Gravitational Theory; Macroeconomic Variables.

SUMÁRIO

1 - Introdução.....	8
2 - Teorias do Comércio Internacional	11
3 - Modelo da Gravidade.....	16
4 - BRICS	21
5 - Aplicação do Modelo aos BRICS	26
6 -Considerações Finais	33
7 - Referências Bibliográficas	35

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráficos

Gráfico 1 – Evolução do PIB dos membros dos BRICS entre os anos de 1996 e 2012	23
Gráfico 2 – Participação percentual (%) do PIB total dos países membros dos BRICS	28

Tabelas

Tabela 1 – Variação do PIB do mundo e regiões entre 2009 e 2012.....	24
Tabela 2 – PIB, em bilhões de dólares, dos países membros do BRICS.....	29
Tabela 3 – Distância, em Km, dos membros dos BRICS ao Brasil	30
Tabela 4 – Resultado da aplicação do modelo gravitacional	31
Tabela 5 – Intercâmbio comercial brasileiro em 2011	32

1 - INTRODUÇÃO

O comércio sempre possuiu importância *sine qua non* na sociedade. Desde os primórdios da civilização as relações de trocas entre os agentes econômicos se davam de alguma forma organizada. Inicialmente, de forma rudimentar, as relações de troca eram uma maneira de garantir as necessidades básicas e os bens em sua maioria com nenhum, ou pouco, valor agregado. Entretanto, para se pensar em comércio internacional é necessário entender que o conceito só é possível no momento em que se instaura a ideia de Estado Nação. Segundo Rezende Filho (2008), o comércio é uma atividade que remonta ao surgimento da humanidade. Desde os princípios da antiguidade, o comércio é uma prática comum entre as diversas civilizações. No entanto o conceito de comércio internacional exige a formação das nações, ou seja, dos países. Nesse sentido, o comércio internacional é um fenômeno após o Estado Moderno.

Várias teorias, e grandes estudiosos, durante os últimos séculos tentaram compreender e explicar o comércio internacional e as variáveis que influenciaram em sua dinâmica, como o desenvolvimento dos Estados e a modernização dos meios de produção influenciaram nas relações entre os países e entre os agentes econômicos e quais as variáveis que conseguem explicar o porquê e como se dá o comércio entre os Estados. Passando pelos Mercantilistas, Smith, Ricardo, Heckscher-Ohlin, Tinbergen e chegando até os dias atuais, com teóricos contemporâneos, os modelos vieram sendo aprimorados e refinados de acordo com as novas dinâmicas de comércio, e as novas estruturas de arranjos internacionais como é o caso dos mercados comuns, associações e blocos econômicos. Com uma nova dinâmica internacional, e a recente globalização, se fez necessário um refinamento matemático e estatístico para sua melhor análise e interpretação. Nos dias atuais os modelos possuem capacidade de estimar e explicar as variáveis com maior precisão da realidade. De acordo com Prates e Pereira (2019), compreender as razões que sustentam o comércio é de fundamental importância, pois permitem verificar padrões existentes.

“A globalização estimulou importantes transformações na economia mundial, entre elas estão as melhorias tecnológicas e outros fatores de competitividade que suscitam modificações na estrutura de comércio internacional. A percepção de que as economias estão avançando em diferentes velocidades é notável. A capacidade dos países de produzir e abastecer competitivamente um produto de interesse para as outras nações é essencial. Embora o desenvolvimento de competências internas ao país seja relevante para o seu crescimento, existem outras tendências que interferem nesse aspecto, como, por exemplo, as transformações na estrutura produtiva global.” (PAULA; MIRANDA: 2017, p.1006)

O presente trabalho busca fazer uma análise dos países BRICS¹, termo cunhado por Jim O’neal, na época economista do Banco Goldman & Sachs, em 2001 e, trazer seu percurso histórico e teórico, amparado no modelo gravitacional clássico proposto por Tinbergen na década de 1960. O trabalho será dividido em três partes. Inicialmente será exposta a metodologia e as hipóteses levantadas. Em seguida um capítulo trará uma análise histórica das teorias do Comércio Internacional, sua evolução desde os mercantilistas até os trabalhos mais recentes do século passado e mais profundamente da Teoria da Gravidade em sua forma elementar proposta por Tinbergen em 1962. Na segunda parte do trabalho será exposto a importância, história e dados econômicos do grupo de países denominados BRICS, e como sua influência no sistema internacional é de suma importância para a nova governança global e para as tomadas de decisão nos mais diversos âmbitos, em especial o econômico.

Para concluir serão expostos os cálculos e resultados, obtidos com o modelo gravitacional elementar de Tinbergen tomando o Brasil como país base no ano de 2011 em relação aos demais países dos BRICS (Rússia, Índia, China e África do Sul), e um comparativo do volume de comércio entre os países membros do grupo em relação ao Brasil. Apesar de todas as discordâncias em relação à fundamentação teórica do modelo da gravidade elementar, alguns autores afirmam que seus resultados respaldam as análises das relações de comércio internacional. Sendo o modelo uma alternativa inicial para a avaliação de relações comerciais entre as nações.

Uma vez que as relações econômicas internacionais se tornam cada vez mais complexas, e a estrutura multilateralista vem dominando o campo dessas relações, se faz imprescindível usar de técnicas cada vez mais sofisticadas com o intuito de proporcionar resultados que se aproximem ao máximo da realidade. É necessário

¹ Grupo que denomina o conjunto de países em desenvolvimento formado por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

cada vez mais buscar modelos que possuam grau de estimação elevados e que consigam minimizar ao máximo o erro, entretanto a hipótese levantada neste trabalho é que, mesmo em sua forma elementar, seminal, sem maior refinamento matemático e estatístico, o modelo da Gravidade proposto por Tinbergen em 1962 consegue com seus resultados propiciar uma interpretação coerente com o que pode ser observado na realidade. No caso em questão, propõe-se que o modelo conseguiria de fato prever em um bom grau de acerto o volume das relações comerciais entre o Brasil e os demais países dos BRICS.

Como metodologia será utilizado a fórmula elementar do modelo da Gravidade, modelo este baseado nas leis de Newton, em que o valor do comércio entre os países pode ser obtido pela soma de uma constante global (1 ou 0) pela razão da soma do PIB entre dois países pela distância entre eles.

Para fins metodológicos, o Produto Interno Bruto será a preços atuais e os dados foram retirados da base de dados da Organização Mundial do Trabalho no ano de 2011. Já as distâncias entre os países foram obtidas no CENTRE D'ETUDE PROSPECTIVES ET D'INFORMATIONS INTERNATIONALES, sendo as mesmas a distância de cruzeiro, ou seja, distância em linha reta entre o centro geográfico do Brasil e o centro geográfico dos demais países do BRICS.

O ano escolhido para o estudo, 2011, levou em consideração o fim do governo Lula (2003-2010), e primeiro ano do governo Dilma Roussef, período em que segundo Molin (2009) houve um estreitamento entre as relações do Brasil com os países emergentes – em especial a China – e uma maior cooperação Sul-Sul. O ano de 2011 também se mostra importante pois é subsequente à crise do Lehman Brothers e à crise dos países do sul da Europa.

2 - TEORIAS DO COMÉRCIO INTERNACIONAL

Quando se pensa sobre a história da civilização de início vêm a mente a ideia de relações de troca e consumo. É impossível se pensar em uma sociedade sem a ideia de produção e consumo. Pensando em uma sociedade que produz algo, em algum momento essa produção poderá gerar um excesso, o que chamamos de excedente, ou pode não se produzir o necessário para o consumo dessa sociedade o que chamamos de escassez. Nessa ideia de uma produção abundante e escassa nasce o conceito de comércio. Conceito que faz parte do cotidiano moderno mas que pode ser observado desde as sociedades mais antigas.

“A palavra comércio possui um significado quase intuitivo, apesar de técnico: é uma troca de bens, serviços ou fatores de produção, como o trabalho ou o capital, entre duas ou mais pessoas, estejam elas próximas geograficamente ou não. É praticamente um pré requisito do comércio que ele seja fundamentado por trocas voluntárias e vantajosas, caso contrário não haveria incentivo para comerciar. O comércio internacional, ou seja, a mercancia entre os diferentes países ou nações, costuma receber mais atenção e importância do que o comércio interno, porque os produtos e serviços estrangeiros podem ser discriminados por meio das políticas comerciais dos Estados Nacionais, enquanto o comércio interno tende a ser submetido a regras mais uniformes.” (ANDERSON, 2008)

Pela importância que lhe é atribuída o comércio vem sendo motivo de interesse e estudo desde a antiguidade. Segundo Mesquita (2013) a ideia de que a distribuição das riquezas sobre a Terra é desigual e que o comércio é uma maneira de ter acesso a produtos escassos é antiga. Segundo Platão, seria impossível fundar uma cidade num local onde não houvesse necessidade de importar nada e, para importar, seria necessário produzir não apenas aquilo de que necessita, mas também aquilo que é demandado por seus fornecedores.

Uma das primeiras Escolas de pensamento a formular uma teoria de comércio internacional foram os Mercantilistas. Corrente que predominava na época das grandes navegações. Os supracitados tinham como principal abordagem o uso do comércio para aumentar as exportações e, por conseguinte, reduzir as importações criando assim uma tendência de superávit comercial. Segundo Carvalho e Silva (2007) “a doutrina mercantilista, corrente de pensamento protecionista que prevaleceu entre o século XV e meados do século XVIII foi

resultado da expansão do comércio que se iniciou no final da Idade Média², tendo atingido seu ápice após o descobrimento da América e do caminho marítimo das Índias. Para os Mercantilistas, que enxergavam os benefícios do comércio de uma forma muito restrita, uma nação seria mais rica quanto maiores fossem o seu estoque de metais preciosos e a sua população.”

Já em 1776 com a publicação de *A Riqueza das Nações*, de Adam Smith, traz se a ideia de que a especialização de um fator de produção por um país pode ser vantajosa.

“A partir da segunda metade do século XVIII surgiram os debates sobre comércio internacional que influenciaram a teoria econômica moderna. Até aquela época, o conhecimento acerca do comércio exterior derivava apenas dos escritos da Escola Mercantilista, que justificavam o comércio internacional pela oportunidade que ele oferecia de se obter um excedente na balança comercial. O objetivo era o superávit comercial que deveria ser atingido a qualquer custo. [...] Smith (1985), publicado originalmente em 1776, desenvolveu a teoria das vantagens absolutas como a base do comércio internacional. A vantagem absoluta de um país na produção de um bem resulta de uma maior produtividade, ou seja, da utilização de uma menor quantidade de insumo para produzir esse bem enfrentando menores custos. O autor postulou que nem sempre é necessário que um país obtenha excedentes de comércio exterior para que as trocas comerciais internacionais sejam vantajosas, e que as trocas voluntárias entre países podem beneficiar todos os envolvidos na operação.” (COUTINHO et al. 2005, p.102)

O modelo de Smith contrariava as ideias da Escola Mercantilista pois não se acreditava na necessidade de um país sempre obter superávit comercial para obter vantagens nas relações de trocas comerciais.

“Smith aplicou suas ideias sobre a atividade econômica em um país à especialização e à troca entre países. Ele concluiu que os países deveriam se especializar em mercadorias nas quais tinham vantagem absoluta para exportá-las, e deveriam importar aquelas nas quais o parceiro comercial tinha absoluta vantagem. Cada país deveria exportar essas mercadorias que produziam mais eficientemente porque o trabalho absoluto requerido por unidade era menor do que o do possível parceiro comercial.” (APPLEYARD et al. 2010, p.24)

Mas a ciência não é estática e em 1817, conforme Mesquita (2013) o modelo clássico das vantagens comparativas descrito por David Ricardo foi além

² Período da história que durou de 476 d.C até 1453.

do bom senso intuitivo de Smith. Ricardo nos trouxe a ideia de que o que realmente interessa nas relações comerciais entre os Estados não são os custos absolutos da produção mas sim as diferenças relativas.

“Ricardo (1982) aprimorou a teoria de Smith, ao estender a possibilidade de ganhos de comércio também para países que não possuem vantagens absolutas em relação a outros. Segundo Ricardo, não é o princípio da vantagem absoluta que determina a direção e possibilidade de se beneficiar do comércio, mas a vantagem comparativa. [...] Dessa forma, o modelo de Ricardo prevê uma direção para o comércio exterior: os países exportarão os bens nos quais têm maior produtividade relativa do trabalho (têm vantagem comparativa na sua produção) e importarão os bens nos quais apresentam menor produtividade relativa do trabalho (não têm vantagem comparativa na sua produção).” (COUTINHO et al. 2005, p.102-103)

Gontijo (2007) supõe que o grande mérito do modelo Ricardiano foi trazer uma teoria de comércio internacional baseando-se nas ideias de uma vantagem comparativa entre os países. Esse princípio inicialmente solucionava os problemas referentes à abordagem Smithiana pois trazia um mecanismo automático de ajustamento da balança de pagamentos além de trazer a premissa de que todos os países, não importando a estrutura de custos de sua economia, ganhariam com o livre comércio. Entretanto, o modelo Ricardiano não estava completo uma vez que considerava apenas o trabalho como fator de produção. Nessa consoante que os suecos Eli Heckscher e Bertil Ohlin aprimoraram o modelo Ricardiano agregando, além do trabalho, o capital e a terra aos fatores de produção, além de supor que todos os países possuíam o mesmo grau de tecnologia.

De acordo com Krugman e Obstfeld (2010), a teoria de Heckscher-Ohlin difere do modelo ricardiano por distinguir o comércio internacional do comércio inter-regional e na identificação dos fatores que determinam a existência de vantagens comparativas. De acordo com os mesmos, as vantagens comparativas são oriundas dos diferentes níveis de estoques relativos dos distintos fatores de produção, influenciando os custos de produção desses bens.

Com o desenvolvimento e o aprimoramento das teorias de comércio, em um sistema global em constante mudança, novas teorias e formas de interpretá-las surgiram e se fazia necessário cada vez mais entender a dinâmica de comércio internacional e aplicar suas teorias nas trocas comerciais entre os países.

“Existem várias teorias para explicar o comércio entre os países, mas a maioria delas tem um ponto em comum: os países vão exportar aquilo que produzem com maior eficiência e abundância, e importar o que são menos eficientes. Dessa forma, todos sairiam ganhando e proporcionariam abundância de todos os bens para seus consumidores. Porém na prática não é tão simples. Apesar dos benefícios do comércio internacional, muitos países adotam políticas, chamadas políticas comerciais, que visam proteger o mercado interno da concorrência dos produtos estrangeiros.” (CORRÊA et al. 2018, p.312)

No início do século XX vários países aplicaram barreiras comerciais à produtos estrangeiros com o intuito de garantir a produção interna. O mundo, entretanto, passou por diversas guerras e acontecimentos que marcariam o início de uma abertura comercial e a novos modelos de governança global. Os países se conectavam cada vez mais uns aos outros e novos modelos de produção surgiam criando cada vez mais uma interdependência entre os Estados.

Sarquis (2011) afirma que desde a instauração de Bretton Woods, em 1944, e do Plano Marshall, conhecido como Plano de Recuperação Europeu do pós guerra, de 1948, observou-se, em todo mundo, uma tendência de forma acelerada de uma liberação comercial. O comércio entre os estados e o crescimento econômico trouxeram oportunidades em escala cada vez mais global, o que propiciou aos estudos de comércio um novo ímpeto.

No início dos anos 1960, 1962 mais precisamente, o holandês Jan Tinbergen traz o conceito seminal do modelo da Gravidade, ou Gravitacional. Contudo, as estimações de equações gravitacionais aplicadas aos modelos de comércio internacional não eram teoricamente embasadas, o que levou o modelo a ser desacreditado no meio acadêmico e científico. Entretanto, à partir dos anos 1980, com as contribuições de Anderson (1979), o modelo começou a ser aperfeiçoado e passou a ser utilizado para os mais diversos campos de estudo. Modelo o qual nos aprofundaremos no próximo capítulo.

Mutuamente com a evolução das teorias de comércio o sistema global também evoluiu, novos atores tomaram a frente na balança de poder, novos estados-nação surgiram, houve melhorias na logística de transporte e escoamento da produção, novas tecnologias foram introduzidas e o mundo passou a ser mais conectado – o que ficou conhecido como globalização – o fenômeno incitou a criação de novos mecanismos de cooperação, organismos, associações e isso trouxe novos elementos para a teoria econômica, em especial para a Teoria do Comércio Internacional.

Mesquita (2013) afirma que o comércio internacional é uma das vertentes de estudo em que mais se necessita um entrosamento e cooperação entre as nações. Mesmo que, em algumas situações, ações unilaterais de um determinado país possam ser vantajosas, os estudos empíricos demonstram que essas vantagens podem ser anuladas ou minimizadas por ações equivalentes adotadas pelos demais países. Para o autor a cooperação é capaz de gerar um equilíbrio superior em relação às ações unilaterais. O comércio tende a ser vantajoso para ambos os países quando a cooperação é mútua.

3 - MODELO DA GRAVIDADE

Segundo Pizzol, (2010) mensurar a taxa potencial de comércio entre os países é uma das formas de se perceber se o comércio efetivo entre dois Estados já atingiu o seu ponto de máxima ou se ainda existe a possibilidade para incremento. Além disso essa mensuração constitui-se uma das grandes áreas de pesquisa do comércio internacional. Miranda (2017) completa que o aumento contínuo dos fluxos comerciais entre os países acrescido ao avanço da liberalização vivenciada nas últimas décadas, sobretudo após os anos 1950, gerou a necessidade de se destacar, cada vez mais, a importância dos fatores que promovam o comércio internacional e seu entendimento.

Nesse contexto de se entender as relações comerciais entre os países que, em 1962, Jan Tinbergen baseando seu trabalho no modelo de Isaac Newton propôs que, da mesma forma que corpos de massas semelhantes se atraem, no comércio internacional economias com proporções parecidas tendem a efetuar um maior intercâmbio entre eles. Segundo Gujarati e Porter (2011), o modelo gravitacional de Isaac Newton diz que cada partícula existente no universo atrai todas as demais partículas com uma força determinada (F) diretamente proporcional (K) ao produto de suas massas (M^1 e M^2), e inversamente proporcional ao quadrado de sua distância (r). O que pode ser matematicamente expresso por:

$$F = k \left[\frac{M^1 \times M^2}{r^2} \right]$$

Onde, de modo análogo:

F: Representa o valor de comércio entre os países;

K: Representa a constante global de comércio;

M: Representa o Produto Interno Bruto dos Países;

R: Representa a distância entre os países.

A analogia feita por Tinbergen ao modelo da gravidade de Newton não possuía uma base teórica fundamentada em princípios econômicos e seu modelo não era bem aceito pela comunidade científica da época, contudo várias contribuições foram sendo acrescentadas ao modelo de Tinbergen com o intuito de propiciar uma maior fundamentação teórica e aumentar sua aplicabilidade para as teorias de comércio internacional. Segundo Krugman e Obstfeld (2010), a adaptação da lei gravitacional de Newton para as relações econômicas internacionais pressupõe que o comércio é diretamente proporcional ao Produto Interno Bruto (PIB) dos países (o que seria análogo às massas dos corpos), e inversamente proporcional a distância entre eles. Isso implica que as relações de comércio são dadas pelo porte do país, assim, economias mais robustas tendem a ter uma maior relação de comércio entre si. A distância, no caso, exerce um papel de obstáculo pois quanto mais distante são os países maior os custos de transporte, o que levaria a um menor intercâmbio comercial entre os países. Dessa forma, a distância é uma variável que influencia negativamente no comércio.

“Reconhece-se que o comércio internacional tem grande importância para o desenvolvimento e crescimento dos países. Neste sentido, um grande número de estudos se dedica a esse tema. Desde os Mercantilistas, algumas teorias, ao longo da história, têm sido desenvolvidas a fim de explicar as causas e as vantagens de relações econômicas internacionais, a exemplo do Modelo Gravitacional. Esse modelo foi desenvolvido em 1962, pelo físico Jan Tinbergen, que utilizou a lei da gravidade de Isaac Newton para identificar o efeito das barreiras protecionistas ao comércio. Esse modelo afirma que o comércio entre os países é diretamente proporcional ao PIB, e inversamente proporcional à distância entre eles.” (PRATES; PEREIRA. 2015, p. 106)

Inicialmente o modelo era baseado em fundamentações nas teorias neoclássicas em que o comércio se dava em concorrência perfeita. Essas fundamentações levaram o modelo a não alcançar os resultados os quais se eram esperados. Entretanto, o modelo passou por refinamentos teóricos no decorrer dos anos que possibilitou sua aplicação nos mais diversos campos de estudo econômico.

“As tentativas de fundamentação do modelo de gravidade por meio das teorias neoclássicas de concorrência perfeita e retorno constante de escala não obtiveram resultados satisfatórios. Foi a partir da tentativa de se desenvolver o modelo baseado nas novas teorias de comércio internacional de concorrência imperfeita e retornos crescentes de escala que foi possível justificar o modelo teoricamente. A justificativa viria através de dois grupos de variáveis: i) PIB e população como proxy do tamanho relativo dos países na determinação do comércio, e ii) distância geográfica e adjacência entre países como proxy dos custos de transporte.” (MURILLO; DIAS. 2017. apud DAL PIZZOL, 2010, p.2)

Ainda, segundo Paula e Silva (2015), ao analisar o comércio internacional sob a ótica do modelo da gravidade deve-se postular que o volume de comércio existente entre dois países é nada mais que uma função crescente de suas rendas (que no caso entende-se como o produto interno bruto dos países) e uma função decrescente da distância entre os dois países. Seguindo essa premissa, Anderson (1979) foi o primeiro a fornecer microfundamentos para o modelo propondo basicamente uma explicação teórica para a equação que tinha como contexto a análise do comércio de commodities.

“Em princípios da década de 1980, o modelo gravitacional era considerado fraco em relação a fundamentação da teoria econômica, com o surgimento de novas teorias de comércio passou a ter maior embasamento. Anderson (1979) introduziu microfundamentos para o modelo da gravidade baseando-se em propriedades dos sistemas de despesas em pressuposições como diferenciação por origem. Outros autores buscaram aprofundar o modelo seminal de gravidade baseados nas derivações de uma abordagem comercial, incluindo a diferenciação e a concorrência monopolística, desenvolvidas por Bergstrand (1989) e Helpman e Krugman (1985) por exemplo. Outra contribuição ao modelo advém do trabalho de Deardorff (1998), desenvolvendo em seu estudo uma abordagem da teoria de comércio de Heckscher-Ohlin em consistência com o modelo gravitacional.” (CAMPOS et al. 2019, p.98)

Segundo Vianna (2014), o aprimoramento da equação tradicional de gravidade aplicada ao comércio internacional se deu com a inserção de outras variáveis explicativas ao modelo, e utilizando as mais variadas metodologias estatísticas e econométricas, com o intuito de se explicar o intercâmbio comercial entre as principais economias do mundo. Para Krugman e Obstfeld (2010), por exemplo, variáveis como o gasto interno do governo, cultura, idioma, localização geográfica, custos de transporte e armazenamento, fronteiras, acordos e inovações tecnológicas, dentre outras, possuem papel relevante nas relações de comércio internacional, apresentando resultados diferentes que o estimado pelo modelo da gravidade clássico, entretanto, a correlação entre a distância e o comércio internacional entre dois países continua válida.

De acordo com Lima (2019), Helpman e Krugman (1985) acrescentaram à base teórica da equação da gravidade os modelos de concorrência monopolística. Para o autor, Helpman e Krugman buscavam solução para grandes problemas da teoria tradicional. Primeiramente, o modelo não explicava o volume de comércio, como ele era composto, o volume e o papel do comércio intra-firmas. O modelo também não explicava os efeitos da liberalização comercial para o bem estar. Buscando resolver essas questões, o primeiro teste empírico para a equação

Gravitacional, considerando-se uma concorrência monopolística, ocorreu em 1987 feito por Helpman que utilizou a evidência para quatorze países membros da OCDE³.

“Vários outros estudos vieram incorporando novas variáveis ao modelo gravitacional básico dando um maior embasamento teórico e robustez ao modelo. Na forma mais completa o modelo leva em consideração variáveis como idioma, renda per capita, taxas de câmbio, barreiras tarifárias, fronteiras, etc. Com a inserção dessas novas variáveis os autores pressupõem que o comércio bilateral entre dois países sofre influência não apenas da distância mas que diversas outras variáveis interferem no fluxo comercial.” (CAMPOS et al. 2019, p.98)

Kume e Piani (2000) afirmam que o modelo sofreu mudanças incorporando refinamentos matemáticos e estatísticos o que trouxe melhorias em seus resultados. Para eles sua fundamentação teórica tornou-se mais robusta e de extrema importância pelos resultados que produz. Ainda referente ao modelo, Corrêa e Gomes (2018) afirmam que o modelo gravitacional é uma ferramenta que vem sendo amplamente utilizada nos mais diversos campos empíricos e possui inúmeras aplicações quando se trata de comércio internacional. Os autores supra citados ainda afirmam que o modelo ganhou popularidade por três motivos básicos. O primeiro é que os fluxos de comércio internacional são um dos elementos chave para todo tipo de relações econômicas. Segundo, os dados necessários para sua estimação são de fácil acesso e amplamente disponibilizados. E terceiro, o elevado número de trabalhos de alta qualidade referentes ao tema trouxeram maior respaldo à teoria da gravidade.

Devido ao amadurecimento teórico do modelo e a sua grande aplicabilidade na economia, hoje, após sofisticções introduzidas ao modelo, com refinamentos matemáticos e econométricos, o modelo é amplamente utilizado para estimar diversos campos de estudo e seus resultados são reconhecidos pela comunidade científica.

³ Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

“O modelo gravitacional passa a ser utilizado na economia basicamente com três objetivos principais: a) mensurar os efeitos dos acordos preferenciais sobre os fluxos internacionais de comércio; b) avaliar o efeito fronteira; e c) estimar os fluxos de comércio futuro entre os países, onde nesta última aplicação o procedimento é a comparação dos resultados obtidos através do modelo com as informações reais advindas dos relatórios oficiais. [...] O modelo é utilizado como um método satisfatório na análise dos fluxos de comércio, possuindo a capacidade de estimar fluxos próximos aos efetivos e, ainda detém a capacidade de captar os efeitos de variáveis que influenciam no comércio.” (NASCIMENTO; PREGARDIER. 2013, p.164)

O desenvolvimento histórico do modelo da gravidade em seu aspecto teórico quanto em seu aspecto empírico passou por diversas contribuições durante as últimas décadas. Contribuições cujas propostas variavam em seus objetivos e técnicas econométricas. De um início pouco reconhecido e estimado pela comunidade científica à sua ampla aplicabilidade em uma forma muito mais sofisticada respaldada por refinamentos matemáticos e econométricos. Atualmente o modelo, após estudos que complementaram o seu embasamento teórico, é utilizado amplamente em diversos trabalhos.

4 - BRICS

Diante de um complexo sistema internacional, pós Guerra Fria, no qual novos atores surgiam para redimensionar a estrutura da balança de poder do globo e alterar as dinâmicas das relações entre os países urge a necessidade de criação de novas frentes de interação que objetivavam o fortalecimento de um novo multilateralismo global. Países em desenvolvimento se reorganizaram de forma regional ou por afinidades com o intuito de garantir maiores oportunidades de diálogo frente às demandas internacionais. Grupos como os mercados comuns, associações regionais de países e estruturas parecidas surgiram em todo globo no final do século XX e início do século XXI.

“Diante das dificuldades enfrentadas pelo sistema multilateral americano , de uma nova configuração de poder no sistema internacional e, conseqüentemente , na ausência de consensos amplos – como foi o anticomunismo no mundo Ocidental durante a Guerra Fria ou a democracia associada ao capitalismo liberal durante a era Bush/ Clinton – o século XXI assiste à emergência de novas formas de se conceber o multilateralismo. Entre elas, estão arranjos heterogêneos e que objetivam responder à demandas cada vez mais coletivas.” (ALEXANDROFF, 2010, p. 13)

O comércio internacional não é fruto da globalização, mas a globalização pode ser entendida como uma derivação resultante das relações econômicas internacionais e nesse contexto os países se organizam de maneira associativa espontânea para utilizarem seus recursos de maneiras mais eficientes, intercambiar conhecimento e tecnologia, estreitar relações políticas e comerciais e assim elevar a competitividade no mercado global tendo por consequência aumentos de renda e produtividade.

No caso brasileiro não foi diferente, ingressando no Mercado Comum do Sul – MERCOSUL, com seus vizinhos sulamericanos em 1991. Em 1994 participou das discussões sobre a criação da Associação de Livre Comércio das Américas – ALCA. E, mais recentemente, em 2001 integrou o grupo que se denominaria inicialmente BRIC formado por Brasil, Rússia, Índia e China e mais tarde BRICS com a inclusão da África do Sul.

“Em 2001, Jim O’Neal, então na instituição financeira Goldman Sachs, destacou um grupo de países grandes – em território e população – , que apresentavam uma democracia positiva e estavam realizando transformações estruturais significativas, qualificando-os como interessantes destinos para investimento. O trocadilho BRIC-brick, evocando solidez (nas decisões de investimento) revelou-se tanto sonoro como feliz, e o conjunto formado por Brasil, Rússia, Índia e China começou a atrair, de forma unificada, a atenção geral.” (FLÔRES, 2015, p.140)

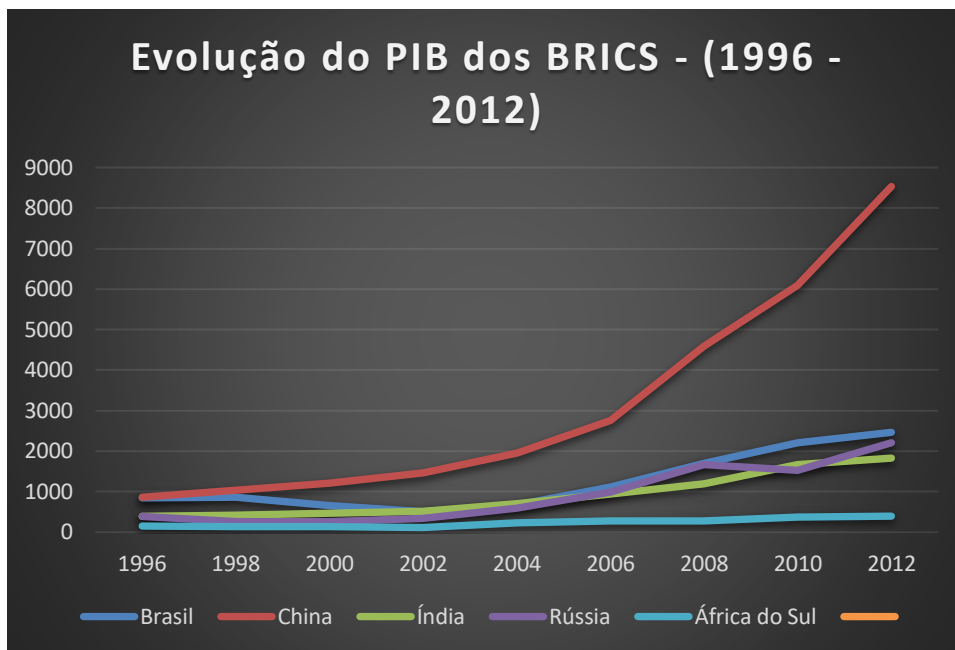
Abnedur (2015) explica que a coalizão BRIC, sem a África do Sul, em sua gênese tinha como principal objetivo estreitar as relações políticas e intensificar as relações econômicas entre seus membros. Além de ter como bandeira, também, pressionar os organismos internacionais para uma ampla reforma na governança global. O diálogo começou a nível ministerial no ano de 2006 e tomou força adicional com os acontecimentos devido a crise global de 2008⁴. No ano seguinte, 2009, ocorreu em Ecatimburgo, na Rússia, a primeira cúpula de Chefes de Estado e Governo dos seus quatro primeiros membros. A África do Sul foi oficialmente incorporada ao grupo em 2011 ano em que o agrupamento passou a ser oficialmente conhecido como BRICS.

De acordo com Baumann (2015), os quatro países vinham, nos primeiros anos do século XXI, experimentando taxas de crescimento econômico invejáveis muito superiores aos países ditos desenvolvidos. Além disso não apenas o desempenho dessas economias entusiasmava os estudiosos mas também atributos que lhes eram comuns, como a dimensão de seus mercados internos, as suas estruturas produtivas e a capacidade de liderança regional que lhes cabia. Com todos os atributos era necessário que essas economias tivessem voz mais ativa nos assuntos globais. Com dimensões imensas, os BRICS concentram pouco menos da metade de toda a população mundial, em torno de 42% da população mundial, 14% do PIB do planeta e aproximadamente três quartos das reservas de divisas.

De acordo com Damico (2015), durante o período 2002 – 2013, o volume de comércio do BRICS com o resto do mundo conheceu um crescimento de 525% passando de US\$ 1,05 trilhões em 2002 para US\$ 6,49 trilhões em 2013. Mais expressivo ainda foi o volume de comércio intra-BRICS que saltou assustadores 1.035% saindo de US\$74,9 bilhões em 2002 para US\$0,85 trilhões em 2013.

⁴ Crise financeira bancária acometida, inicialmente, pela falência do tradicional banco norte americano Lehman Brothers.

Gráfico 1: Evolução do PIB dos membros dos BRICS entre 1996 e 2012.



Fonte: unstats.un.org

Pode se observar, conforme o gráfico 1, que mostra a evolução do Produto Interno Bruto dos países membros dos BRICS no período que vai de 1996 a 2012, que os membros dos BRICS possuíam curvas de crescimento ascendentes semelhantes durante a primeira década do século XX e que após a crise de 2008, diferente dos países desenvolvidos, como pode ser observado na tabela 1 abaixo em que mostra o crescimento do PIB de alguns países em regiões nos quatro anos subsequentes à crise de 2008, tiveram tendência a alta de seus produtos. Vale salientar que apesar de possuírem elevado PIB existe uma certa discrepância tanto no montante do produto, quanto nas taxas observadas de crescimento do período, da China em relação aos demais membros.

Tabela 1: Variação do PIB do mundo e regiões entre 2009 e 2012.

Mundo e regiões: crescimento do PIB (Em %)				
Regiões	2009	2010	2011	2012
Mundo	-0,6	5,3	3,9	3,5
Países desenvolvidos	-3,6	3,2	1,6	1,4
Estados Unidos	-3,5	3,0	1,7	2,1
Zona do Euro	-4,3	1,9	1,4	-0,3
Reino Unido	-4,4	2,1	0,7	0,8
Japão	-5,5	4,4	-0,7	2,0
Países emergentes e em desenvolvimento	2,8	7,5	6,2	5,7
Ásia	7,1	9,7	7,8	7,3
América Latina e Caribe	-1,6	6,2	4,5	3,7
Europa Central e Oriental	-3,6	4,5	5,3	1,9
Comunidade de Estados Independentes (CEI)	-6,4	4,8	4,9	4,2
Oriente Médio e Norte da África	2,7	4,9	3,5	4,2
África Subsaariana	2,8	5,3	5,1	5,4

Fonte: FMI. Elaboração: IPEA/Dimac/GAP

Como pode-se observar, nos quatro anos subsequentes à crise de 2008, o crescimento do Produto Interno Bruto dos países emergentes e em desenvolvimento, grupo em que os BRICS se enquadram, foi consideravelmente superior aos países e regiões desenvolvidas como é o caso dos Estados Unidos, Japão e Zona do Euro. Na Europa por exemplo, segundo a carta de conjuntura do IPEA de maio de 2012, os números indicavam um cenário de deterioração do mercado de trabalho e um cenário de recessão em algumas áreas que foi agravado ainda mais pela crise dos PIIGS (grupo de países formado por Portugal, Itália, Irlanda, Grécia e Espanha) de 2010. Enquanto a Organização Mundial do Comércio (OMC) projetava crescimento mundial do produto em torno dos 4% para 2011 e 2012, para os países em desenvolvimento essa projeção ficava em torno dos 5%. Os países emergentes, de fato, como pode ser observado, obtiveram melhores resultados se comparado ao grupo de países industrializados tradicionais.

Vizia e Costa (2015) apontam que este grupo de países lideraram a retomada do crescimento econômico global após a severa crise de 2008-2009 que abalou as estruturas financeiras dos principais países desenvolvidos. Para se consolidar como novos atores decisórios da governança global os países membros do BRIC se articularam de forma a buscar uma maior participação nos rumos econômicos do planeta, bem como uma maior participação nas decisões políticas

internacionais. Com esse fim os, até então, quatro países reforçaram entre si posicionamentos e realizaram diversas parcerias tecnológicas e comerciais.

“Se, por um lado, os BRICS são países com particularidades próprias, são muitos os pontos que os unem: os BRICS são ativos protagonistas na política de suas respectivas regiões, engajados nos projetos de integração e cooperação com seus vizinhos; suas grandes dimensões os colocam, ademais, em situação singular quanto à política regional. Em foros multilaterais, os BRICS são autônomos e independentes, com voz ativa em diversos regimes, destacando-se em relação a outros países em desenvolvimento e desenvolvidos. É difícil identificar um tema da agenda global que não conte com a atuação marcante de algum dos integrantes do BRICS. [...] Não deixa de guardar certo simbolismo o fato de a primeira reunião de cúpula de Chefes de Estado e Governo do BRICS (Ecatimburgo, 2019) ter sido realizado poucos meses depois da eclosão da crise financeira de setembro de 2008. O momento era propício para trazer à tona as reivindicações dos grandes países emergentes, de economias pujantes e mais resistentes a crises mundiais, sobretudo em cenário de obsolescência de foros outroras eminentes, como o G-8. A crise de 2008 evidenciou a necessidade de reformas das instituições de governança internacional, especialmente na esfera financeira, que refletissem a nova configuração multipolar, com a ascensão do mundo em desenvolvimento, em geral, e dos grandes emergentes, em particular. Era importante, também, para que os BRICS viessem a aprofundar a cooperação entre si, uma vez que enfrentavam desafios semelhantes em suas trajetórias singulares de desenvolvimento.” (DAMICO, 2015, p.59-60)

A experiência do sucesso da cooperação econômica dos BRICS gerou novas parcerias em outras áreas estratégicas entre os cinco países, podendo ser exemplificado o caso do novo Banco de desenvolvimento dos BRICS, além de diversos acordos e projetos conjuntos que foram firmados mediante colaboração entre os membros ou de parcerias bilaterais entre dois membros do bloco. De 2001 até o momento diversas outras cúpulas e grupos de discussão nas mais variadas áreas do conhecimento vêm sendo realizadas e os debates acerca das relações comerciais sempre são pautadas. A importância dos BRICS no cenário multipolar é condição para a manutenção de uma sociedade internacional mais equilibrada na qual os poderes internacionais são distribuídos de forma mais equânime.

5 - APLICAÇÃO DO MODELO AOS BRICS

Damico (2015, p.55) afirma que é usual que os relatos sobre as origens dos BRICS façam menção aos relatórios publicados pelo banco de investimentos Goldman e Sachs, ao longo da década de 2000 que apresentaram e popularizaram o acrônimo BRICS. Esses relatórios ofereciam prognósticos sobre a evolução das economias do Brasil, Rússia, Índia e China, que previam um desempenho econômico marcadamente superior para esse países em relação às projetadas para o grupo de países denominado G-7⁵.

No capítulo que se segue aplicaremos o modelo seminal da gravidade desenvolvido por Jan Tinbergen a esse conjunto de países de expoente crescimento econômico na primeira década dos anos 2000. Para fins de análise o Brasil foi o país base escolhido e o ano a ser analisado foi o ano de 2011, ano o qual a África do Sul se torna membro oficial do grupo dos países em desenvolvimento denominados BRICS.

Segundo Corrêa e Gomes (2018), em termos gerais os fluxos comerciais internacionais bilaterais teriam relação direta com as massas econômicas dos países (PIBs) e inversa com a distância geográfica entre eles, podendo ser representada pela seguinte equação:

$$\ln(X_{ij}) = \alpha + \beta_1 \ln(M_i) + \beta_2 \ln(M_j) + \beta_3 \ln(D_{ij}) + \mu_{ij}$$

Em que X_{ij} são o volume de comércio do país i em direção ao país j ; α é uma constante global de proporcionalidade; M_i e M_j são os PIBs dos respectivos países i e j que interferem diretamente no comércio e D_{ij} é a distância entre os países que representam os custos relativos ao comércio.

Entretanto, neste trabalho utilizaremos a equação matemática clássica do modelo da gravidade, ou gravitacional, que Jan Tinbergen formulou, em 1962,

⁵ Grupo dos países mais industrializados do mundo, composto por Estados Unidos, Japão, Reino Unido, Alemanha, França, Canadá e Itália.

baseando-se na teoria da gravidade de Isaac Newton e que pode ser descrita pela equação:

$$Y_i = K + (PIB_\alpha \times PIB_\beta \div D_{\alpha\beta})$$

Onde:

Y_i : O volume de comércio estimado do país β em relação ao país α .

K : Constante global (1 no caso dos países manterem relações comerciais).

PIB_α : Neste caso o Produto Interno Bruto do Brasil.

PIB_β : O Produto Interno Bruto do outro país.

$D_{\alpha\beta}$: A distância em Quilômetros entre o Brasil e o outro país.

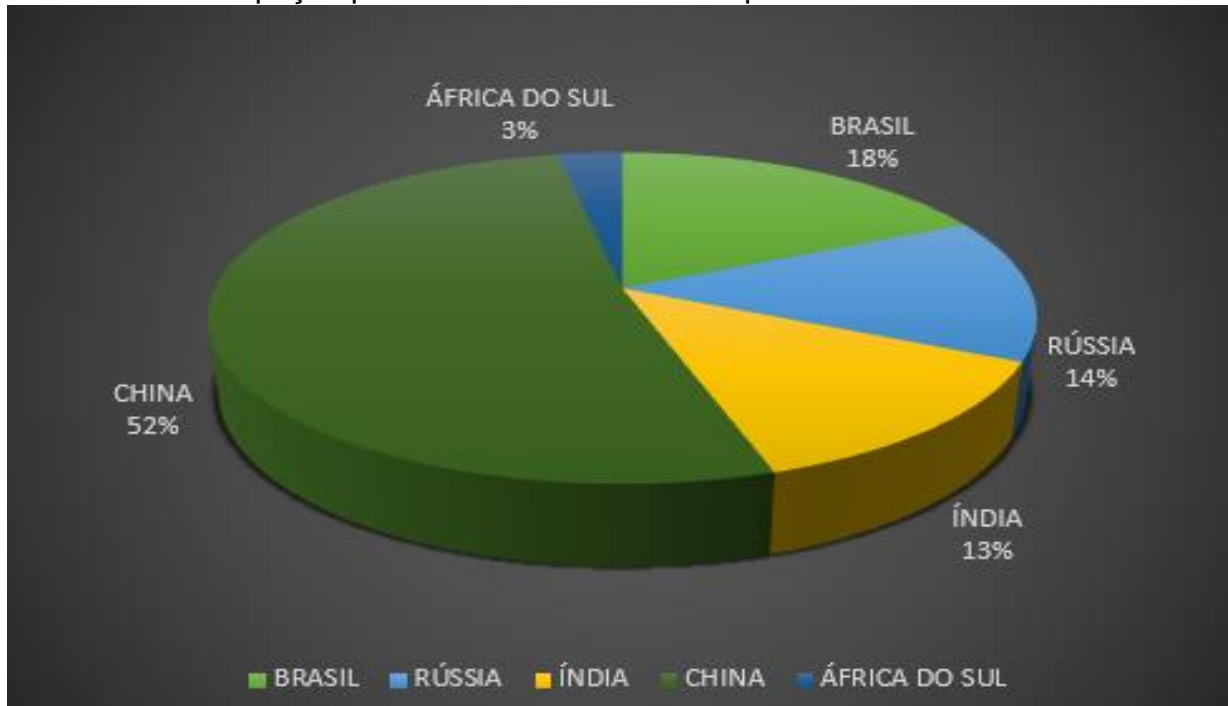
Como se trata de uma análise de modelo gravitacional de um para todos (1XN), e sendo o PIB brasileiro uma constante para todas as observações α , ele pode ser retirado da equação do modelo da gravidade sem gerar prejuízo para o mesmo. A constante global será considerada 1, se, e somente se, os dois países mantiverem relações comerciais. Assim, reestruturando a equação temos:

$$Y_i = 1 + \left(\frac{PIB_\beta}{D_{\alpha\beta}} \right)$$

Os dados do Produto Interno Bruto dos países foram retirados do site das Nações Unidas e são valores ajustados a preços correntes. O PIB conjunto dos países membros dos BRICS somavam, em 2011, o montante de US\$ 14.453 trilhões a preços atuais. Sendo a China o país que possui o maior PIB detendo mais de 50% do valor total. De acordo com o gráfico 2 podemos observar a distribuição percentual do PIB total dos BRICS entre seus respectivos membros. E, apesar da discrepância do valor do PIB nominal chinês em relação a seus sócios é notório que os demais

países membros dos BRICS possuem os mais elevados PIBs de suas respectivas regiões.

Gráfico 2: Participação percentual do PIB total dos países membros do BRICS.



Fonte: worldbank.org (elaboração própria)

O gráfico mostra a importância da economia chinesa frente aos demais países do acrônimo BRICS e sua relevância em relação às demais economias mundiais ditas desenvolvidas. Em 2011 a China já ocupava a segunda posição de maior economia do mundo e tinha um papel fundamental na governança global. Considerada a grande potência emergente do oriente desde finais do século XX o país vem experimentando elevadas taxas de crescimento além de estar implementando inúmeros projetos de infraestrutura e reorganização produtiva dentro de seu país e em sua área de influência.

Conforme a tabela 2, abaixo, podemos observar o PIB nominal em bilhões de dólares, corrigidos, dos países membros dos BRICS no ano de 2011. Em ordem decrescente temos a China com a maior parcela do produto total dos membros da associação, seguida por Brasil, Rússia, Índia e África do Sul.

Tabela 2: PIB em bilhões de dólares dos países membros do BRICS (2011).

	PIB
BRASIL	2616
RÚSSIA	7552
ÍNDIA	1823
CHINA	2046
ÁFRICA DO SUL	416

Fonte: unstat.un.org (elaboração própria)

No ano de 2011 o Produto Mundial Bruto correspondia a US\$ 79,39 trilhões e só o grupo dos emergentes BRICS detinham aproximadamente um quinto deste montante. A China, a segunda maior economia do Planeta e a maior economia do hemisfério oriental. O Brasil, por sua vez, possuía o maior PIB da América Latina e o segundo maior PIB das Américas. A Rússia detinha o maior PIB do Leste Europeu, a Índia o terceiro maior PIB da Ásia, atrás apenas da China e Japão, e a África do Sul possuía o maior PIB da África Subsaariana e segundo maior PIB do continente africano atrás apenas do Egito, entretanto, possuía as maiores taxas de crescimento de seu continente.

Para a distância foram utilizados os dados do Centro de Estudos Prospectivos e de Informações Internacionais (Centre D'études Prospectives et D'informations Internationales⁶ – CEPII). As distâncias, distância de cruzeiro – que é a distância calculada na altura de 11.000 pés⁷, altura esta em que os aviões trafegam nos ares – são calculadas em linha reta do centro geográfico do Brasil ao centro geográfico do outro país. Os dados da distância podem ser observados na tabela 2, abaixo.

⁶ Principal Instituto francês de pesquisa em Economia Internacional.

⁷ Aproximadamente 3,35Km.

TABELA 3: Distância dos membros dos BRICS ao Brasil.

DISTÂNCIA DO BRASIL EM Km.	
ÁFRICA DO SUL	7776
CHINA	16632
ÍNDIA	14774
RÚSSIA	14450

Fonte: CEPII. (Elaboração própria)

Ao se analisar a tabela é possível observar que a China é o país mais distante do Brasil dentre os BRICS e a África do Sul o mais próximo. Pela lógica da distância seria de se presumir que dentre os países membros da associação o Brasil tenderia ter um maior intercâmbio comercial com a África do Sul e um menor intercâmbio com a China. Entretanto os cálculos segundo o modelo gravitacional de Tinbergen não utilizam apenas a variável distância como parâmetro de análise e que o produto interno bruto dos países é variável *conditio sine qua non* para o cálculo do modelo.

Caso fosse utilizado um modelo mais completo e sofisticado da gravidade outras variáveis explicativas deveriam ser adicionadas ao modelo como por exemplo, segundo Krugman e Obstfeld (2010), o gasto interno dos países, a cultura e os elos culturais existentes entre os mesmos, se possuem ou não o mesmo idioma, se possuem ou não acordos comerciais bilaterais ou acordos preferenciais, etc. Carvalho (2013) ainda acrescenta a variável tipo de produto que o país produz e importa e qual o grau de tecnologia é empregado na produção dos bens de produção interna. Entretanto, no caso deste trabalho foi utilizado o modelo clássico em que apenas as variáveis produto interno bruto e distância entre os países explicam as relações comerciais entre os agentes econômicos.

Abaixo, na tabela 4, apresenta-se uma tabela mais completa onde temos os valores corrigidos dos PIBs dos quatro países – excluindo o Brasil – no ano de 2011, ano em que oficialmente a África do Sul se tornou membro dos BRICS; a distância do Brasil em relação aos demais países em Quilômetros, e os resultados obtidos, que aqui denominamos indicador, de acordo com a equação já demonstrada acima neste capítulo.

TABELA 4: Resultado da aplicação do Modelo Gravitacional para os BRICS no ano de 2011.

	PIB -2011 ¹	DISTÂNCIA ²	INDICADOR
ÁFRICA DO SUL	416	7776	1,053497942
CHINA	7552	16632	1,454064454
ÍNDIA	1823	14774	1,123392446
RÚSSIA	2046	14450	1,141591696
¹ Em bilhões de US\$			
² Em Km			

Fonte: Worldbank.org. CEPII. (Elaboração própria)

Pode-se observar que segundo os resultados obtidos o Brasil em 2011 teve um comércio muito mais robusto com a China do que com os demais membros dos BRICS. Segundo o indicador o volume de comércio entre o Brasil e a China foi superior a soma do volume de comércio dos demais BRICS com o Brasil. De fato, o intercâmbio comercial entre o Brasil e a China, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em 2011 foi de US\$ 80,3 bilhões, abaixo apenas da União Européia que detinha um valor de comércio no valor de US\$ 99,4 bilhões. O intercâmbio comercial entre o Brasil e os quatro outros países dos BRICS somou o montante de US\$ 92,7 bilhões, sendo os US\$ 80,3, já citados com a China, o que representa 16,7% das relações de comércio do Brasil no ano de 2011, US\$ 7,2 bilhões de relações de comércio com a Rússia, o que representa 1,5% das relações de comércio do Brasil em 2011. E US\$ 2,6 bilhões tanto para Índia quanto África do Sul o que representa 0,5%, para cada, das relações comerciais do Brasil no ano de 2011 (como pode ser observado na tabela 4 logo abaixo). Como pode-se observar os valores obtidos, através do modelo clássico da gravidade, nos indicadores de comércio do Brasil em relação aos demais membros dos BRICS é corroborado pelos valores reais de comércio internacional entre os países e o Brasil no ano de 2011.

Em 2011, de acordo com o MDIC, o Brasil teve um fluxo de comércio internacional no valor de US\$ 482,2 bilhões e apenas os BRICS, excluindo o Brasil, representavam quase um quinto de todo esse volume. Abaixo, a título de curiosidade os respectivos volumes de comércio internacional e seu percentual, em relação ao volume total, dos principais parceiros comerciais do Brasil em 2011.

TABELA 5: Intercâmbio Comercial brasileiro em 2011.

	US\$ EM BILHÕES	%
UNIÃO EUROPEIA	99,4	20,6
RICS	92,7	19,2
ESTADOS UNIDOS	60,2	12,5
MERCOSUL	47,2	9,8
TOTAL	299,5	61,1

Fonte: MDIC (Elaboração própria).

Desta forma, pode-se aferir que mesmo em sua equação clássica, sem modelagem sofisticada e aparato econométrico, que o modelo gravitacional de Jan Tinbergen consegue explicar a realidade das relações de comércio de forma rudimentar mas contudo bem próxima dos resultados reais. O modelo usando apenas duas variáveis explicativas conseguiu demonstrar que as relações comerciais entre a China e o Brasil no ano de 2011 eram deveras bem superior às relações comerciais com os demais membros do acrônimo BRICS. O experimento nos leva a crer que se utilizarmos a equação da gravidade utilizando todos os meios econométrico e matemáticos disponíveis e inserindo na equação do modelo as demais variáveis que foram adicionadas no decorrer da evolução da teoria pode-se obter resultados bem precisos que explicam de forma muito mais veraz a realidade do comércio internacional. Murilo et al (2017) por exemplo aplicou o modelo no período entre 1989 e 2014 para estudar as relações de comércio entre o Brasil e os membros do MERCOSUL. Lima (2019), por sua vez, utilizou o modelo gravitacional para analisar o comércio internacional brasileiro em concorrência monopolística. E ambos chegaram a resultados que corroboram o modelo gravitacional como excelente ferramenta metodológica para o entendimento das relações de comércio internacional.

6 - Considerações Finais

Em um mundo complexo, em constante mutação de suas estruturas e sistemas de governança o aperfeiçoamento do conhecimento já existente para uma análise mais fidedigna da realidade se faz de extrema importância. O comércio internacional é, sem sombra de dúvidas, um dos temas mais importantes e estudados desde os primórdios da sociedade. O homem sempre buscou, de alguma forma, repassar o excedente de sua produção para um terceiro e adquirir o que lhe era escasso. Com o intuito de maximizar sua utilidade o homem sempre buscou fortalecer parcerias e relações estratégicas. E as nações, como agentes econômicos, não o fazem diferente. Buscam sempre estreitar as relações que lhes possam ser vantajosas. Se especializar na produção de bens que possuem maior capacidade de minimizar os custos e uma melhor alocação dos seus fatores produtivos.

E é nesses moldes que as teorias de comércio internacional se desenvolveram, vieram agregando novos fatores às suas análises, aperfeiçoando o que já era existente. Aplicando com maestria sofisticadas aos modelos até o ponto dos resultados conseguirem expressar de uma forma fidedigna a realidade das relações econômicas existentes entre os países. Com o modelo gravitacional, ou da gravidade, não foi diferente. Ele evoluiu conforme se observava que adicionar novas variáveis poderiam explicar a realidade de forma mais consistente e com maior possibilidade de acertos nas previsões, que os resultados poderiam ser melhor aplicados para a tomada de decisões quanto a estreitar relações com determinado país ou grupo de países.

Nesse contexto, uma análise do grupo dos BRICS, o proeminente grupo de países em desenvolvimento que são a expectativa de se tornarem as novas potências desenvolvidas para este século, aos olhos de modelos de teoria do comércio internacional, é de extrema importância e urgência. Bons estudos a respeito das relações entre estes países podem aprimorar os laços já existentes e propiciar novos acordos e parcerias.

Neste trabalho o modelo utilizado mostrou que mesmo aplicando a equação seminal do modelo da gravidade de Jan Tinbergen, que se utiliza de apenas duas variáveis simples, consegue-se aproximar os resultados encontrados à realidade das relações comerciais entre os agentes econômicos, no caso entre o Brasil e os demais membros dos BRICS. Também demonstrou que no caso da China a proxy de distância não é um indicador tão eficaz pois mesmo sendo o país mais distante possui o maior volume de comércio com o Brasil. Isso pode demonstrar que o modelo é de extrema importância para se analisar fluxos de comércio entre os países e ser utilizado para projetar esses fluxos em um período no futuro, entretanto em um caso como o da China é possível que seja necessário um modelo mais aprimorado. O referido trabalho mostra, a partir de seus resultados, que o modelo também pode ser utilizado como mecanismo para o planejamento de políticas públicas relacionadas à importação ou exportação de um país. No caso, pode-se utilizar da premissa defendida no trabalho para tentar encontrar possíveis mercados em potencial ou buscar a melhor opção de comércio entre determinado grupo de países.

Os modelos e teorias econômicas não são estáticos, a estrutura de poder econômico internacional também não o é, contudo, o Modelo da gravidade ainda pode ser um dos grandes artifícios para a interpretação da realidade das relações econômicas internacionais a qual vivemos. Com o trabalho pode-se, futuramente, buscar alternativas para chegar-se a um modelo em que os resultados encontrados em casos como o da China possam ser mais precisos. Pode-se também utilizar do trabalho para analisar se o Brasil está de fato utilizando de todo o potencial de comércio com seus parceiros comerciais.

7 - Referências Bibliográficas

ABDENUR, A.E.; FOLLY, M. O novo banco de desenvolvimento e a institucionalização do BRICS. In: BRICS – Estudos e Documentos, FUNAG, Brasília, 2015.

ALEXANDROFF, Allan. Challenge in Global Governance: Opportunities for G-X leadership. Policy Analysis Brief. March, 2010.

ANDERSON, J.E. Trade. In: Darity Junior, W.A. (Ed.). International Encyclopedia of the Social Sciences. New York: Macmillan Reference USA, 2008.

APPLEYARD, D.R.; FIELD, A.J.; COBB, S.L. Economia Internacional, 6ª edição, Porto Alegre, AMGH, 2010.

AZEVEDO, A.F.Z.; PORTUGAL, M.S.; BARCELLOS NETO, P.C.F. Impactos comerciais da área de livre comércio das Américas: uma aplicação do modelo gravitacional. Revista Economia Contemporânea, v.10, n.2, p.237-267, 2006.

BAUMANN, R. Oportunidades e desafios para a inserção internacional do Brasil. In: BRICS- Estudos e documentos, FUNAG, Brasília, 2015.

BRASIL DISTÂNCIA. brasildistancia.com/country/br acesso em: 11/11/2020

BRASIL. Ministério do desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Secretária de Comércio Exterior (SECEX)

BRICS – ESTUDOS E DOCUMENTOS, FUNAG, Brasília, 2015.

CAMPOS, E.N.O.; CAMPOS, S.A.C.; ALMEIDA, F.M.; GOMES, M.F.M. Fluxos passados e potencial de comércio internacional do Brasil por setores, 2000 a 2011. Economia Ensaios, Uberlândia, 34(1): 92-121, jul/dez. 2019.

CARVALHO, M.A.; SILVA, C.R.L. Economia Internacional, 4ª edição, São Paulo: Saraiva, 2007.

CARVALHO, V.S.; VIEIRA, F.V. Exportações em economias emergentes selecionadas (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul): Modelo VAR e VEC. *Análise Econômica*, Porto Alegre, ano 31, n.60, p.7-34, 2013.

CENTRE D'ETUDES PROSPECTIVES ET D'INFORMATIONS INTERNATIONALES. Distances. 2011. Disponível em: cepii.fr/angalisgraph/bdd/distances

CORRÊA, C.R.; GOMES, M.F.M. Medidas tarifárias e técnicas ao comércio internacional: um olhar sobre os países avançados e emergentes. *Austral: Revista brasileira de Estratégia e Relações Internacionais*. V.7, n.13. jan/jun 2018.

COUTINHO, E.S.; LANA-PEIXOTO, F.V.; RIBEIRO FILHO, P.Z.; AMARAL, H.F. De Smith a Porter: um ensaio sobre as teorias de comércio exterior. *Revista de gestão USP*, São Paulo, v.12, n.4, p.101-113, out./dez. 2015.

CEIC: GLOBAL ECONOMIC DATA, Indicators, charts & forecasts. Ceicdata.com acesso em:25/09/2020

DAMICO, F. Antecedentes: do acrônimo de mercado à concertação político-diplomática. In: *BRICS – Estudos e Documentos*, FUNAG, Brasília, 2015.

FIA: FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO. Fia.com.br/blog/parceiros-comerciais-do-brasil/ acesso em:08/11/2020

FLÔRES Jr., R.G. Abordagens a um processo dinâmico. In: *BRICS – Estudos e Documentos*, FUNAG, Brasília, 2015.

FUNDAÇÃO ALEXANDRE DE GUSMÃO. Funag.gov.br/ipri/images/analise-e-informacao/01-maiores-economias_do_mundo

GUJARATI, D.N.; PORTER, D.C. Econometria básica. 5ª edição, Porto Alegre: AMGH, 2011.

IPEA: INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Ipea.gov.br
Acesso em 27/11/2020

KOLODKIN, Barry. The United States and the G-20, 2009. Disponível em: usforeignpolicy.about.com/od/theobamaadministration/a/g-20-main-economic-forum Acesso em: 20/10/2020.

KRUGMAN, P.; OBSTFELD, M. Economia Internacional: teoria e política. 8ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

KUME, H.; PIANI, G. Fluxos bilaterais de comércio e blocos regionais: uma aplicação do modelo gravitacional. Brasília: IPEA, 2000 (texto para discussão, 749)

LIMA, L.P.S. Comércio internacional brasileiro e concorrência monopolística: uma análise gravitacional. UNB, Brasília, 2019.

MACHADO, A. Modelos gravitacionais: falaciosos ou fundamentados? Lisboa, (21--). Disponível em: fersvsd.fe.unl.pt/wpfeunl/wa996/wp284.pdf Acesso em: 16/09/2020.

MAGNOTTA, F.P. Multipolaridade e multilateralismo: o G20 e a relação de poder e governança no século XXI. Disponível em: proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=msc000000122011000200010&script=sci_artlex&ting=pt Acesso em: 08/09/2020

MOLIN, E.D.D.; CASTELLI, Y.L.P.; NADAL, E. O papel dos BRICS nas relações diplomáticas entre Brasil e China. *Ideias*, Campinas, SP, v.10, 1-19, e019007, 2009.

MESQUITA, P.E. *A Organização Mundial do Comércio*. FUNAG, Brasília, 2013.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Estatísticas da balança comercial de países. Disponível em: mdic.gov.br Acesso em: 08/09/2020.

MIRANDA, R.G.S. *Impacto dos Acordos comerciais do Brasil: Aplicação do modelo gravitacional*. UNB, Brasília, 2017.

MURILLO, H.A.; DIAS, R.M. O comércio Brasil e MERCOSUL: um estudo do modelo de gravidade para o período 1989-2014. XVI Congresso Internacional FoMerco, UFBA, Salvador, 2017.

NASCIMENTO, F.; PREGARDIER Jr., D. A evolução do modelo gravitacional na Economia. *Revista Saber Humano, Recanto Maestro*, n.3, p.163-175, 2013.

PAULA, J.S.; SILVA, O.M. Fatores internos como determinantes da competitividade no comércio internacional: um enfoque gravitacional. *Análise Econômica*, Porto Alegre, ano 33, n.64, p.191-214, 2015.

_____ ; MIRANDA, M.I.C. Análise do padrão de comércio entre os países do BRICS. *Ensaio*, FEE, Porto Alegre, v.37, n.4, p.1005-1032, 2017.

PAUTASSO, D. A Economia continental chinesa e seu efeito gravitacional. *Revista de Sociologia Política*, Curitiba, v.19, n. Suplementar, p.45-56, nov. 2011.

PIZZOL, A.C.C. Estimativas para o volume de comércio dos países BRICS com o uso da equação gravitacional. Unisinos, São Leopoldo, 2010.

PRATES, R.C.; PEREIRA, H.P. Análise dos fatores determinantes do Comércio Internacional brasileiro: uma análise do modelo gravitacional. Reflexões Econômicas. V.1, n.1, abr./set. 2015.

SARQUIS, J.B.S. Comércio Internacional e Crescimento Econômico no Brasil. FUNAG, Brasília, 2011.

THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. GDP and its breakdown at current prices in US\$ Dollars. Disponível em: [Unstats.un.org](http://unstats.un.org) Acesso em: 03/09/2020.

VIANNA, A.C. Uma análise empírica do Comércio Exterior Brasileiro por meio da Equação da gravidade. UNB, Brasília, 2014.

VIZIA, B. COSTA, G. BRICS – o tempo do BRIC – Brasil, Rússia, Índia e China crescem mais que a média mundial e atraem investimentos externos. Disponível em: ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1287:reportagens-materias&itemid=39

WORLD TRADE ORGANIZATION. Statistics database. Disponível em: stats.wto.org Acesso em: 03/09/2020.