

MÉTODOS COMPLEMENTARES DE RESOLUÇÃO DA INTERPRETAÇÃO INCORRETA DO EFEITO DA COLINEARIDADE NAS PESQUISAS DE NEGÓCIOS INTERNACIONAIS

Diogenes de Souza Bido, Antonio Carlos de Oliveira Barroso & ¹Eric David Cohen

Universidade Presbiteriana Mackenzie – M, São Paulo, (Brasil)

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo, (Brasil)

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, São Paulo, (Brasil)

DETALHES DO ARTIGO	RESUMO
<p>Histórico do Artigo:</p> <p>Recebido em: 19 de janeiro de 2021 Aceito: 03 de julho de 2021 Disponível online: 25 de outubro de 2021</p> <p>Sistema de revisão “Double blind review”</p> <p>Editor Científico Ilan Avrichir</p>	<p>Objetivos do estudo: evidenciar lacuna metodológica nos trabalhos empíricos da área de Negócios Internacionais que utilizam modelos estruturais, e prescrever métodos complementares para mitigar o problema da colinearidade.</p> <p>Método: empregou-se uma simulação para evidenciar os efeitos da colinearidade em relação à importância e significância dos preditores, e apresentados métodos voltados ao controle do efeito indesejado da colinearidade.</p> <p>Principais resultados: proposição de métodos complementares que incluem o agrupamento das variáveis latentes que apresentam multicolinearidade em modelos de segunda ordem, e a utilização da medida de importância relativa dos preditores.</p> <p>Contribuições teóricas e metodológicas: a contribuição se dá frente à prescrição de técnicas oferecidas à comunidade acadêmica para a realização de pesquisas empíricas, que foram alcançadas pelo presente estudo.</p> <p>Relevância e originalidade: a partir das lacunas apontadas na produção científica recente do campo de conhecimento dos Negócios Internacionais, são elencadas medidas para mitigar a questão da colinearidade.</p> <p>Contribuições sociais e para a gestão: dentre as principais implicações gerenciais e sociais alcançadas por meio dos achados aqui apresentados, promove-se o desenvolvimento de pesquisas empíricas robustas, relevantes e confiáveis.</p>
<p>Palavras-chaves:</p> <p>Modelagem de equações estruturais Multicolinearidade Negócios internacionais</p>	

INTRODUÇÃO

Hoje em dia, a compreensão dos desafios que ocorrem num ambiente de negócios global, fluido e em constante mudança recebe atenção cada vez maior, tanto por parte de tomadores de decisão quanto de pesquisadores da área de Negócios Internacionais (doravante, N.I.).

Neste contexto, o presente trabalho enfoca os processos investigativos e preconiza metodologias complementares que visam auxiliar no enfrentamento das incertezas nos Negócios Internacionais, em linha com a busca da construção

de conhecimentos válidos e relevantes, de forma a proporcionar amplas oportunidades de desenvolvimento nesta área do conhecimento.

Assim, cabe inicialmente notar que os pesquisadores em Negócios Internacionais utilizam técnicas analíticas para demonstrar o efeito de variáveis independentes sobre uma determinada variável dependente, levando à proposição de hipóteses baseadas em conceitos e teorias. Para tanto, são utilizadas técnicas analíticas avançadas – como, por exemplo, modelagem de equações estruturais (SEM), modelos baseados em covariância, análise de regressão, entre outras.

¹ Contato do autor E-mail: EricDCohen@gmail.com

A técnica de modelagem de equações estruturais é subdividida em diferentes processos quanto à abordagem de desenvolvimento dos modelos preditivos: CB-SEM (SEM baseado em covariância) e PLS-SEM (Hair *et al.*, 2016). A CB-SEM estima os parâmetros do modelo e tenta reproduzir, empiricamente, a matriz de covariância dos dados coletados. Por outro lado, a PLS-SEM é uma técnica bastante popular no desenvolvimento de pesquisas de caráter um pouco mais exploratório. Dirige-se o leitor interessado aos trabalhos de autores como Hair *et al.* (2016) e Ringle e Sarstedt (2020), para uma explicação mais aprofundada das diferenças entre CB-SEM e PLS-SEM.

Os modelos estruturais são usados para expressar empiricamente conceitos abstratos, testar hipóteses com base em raciocínio indutivo ou dedutivo, e construir conhecimento que se relaciona com a perspectiva de Negócios Internacionais – versando sobre temas tão diversos como mudanças em contextos globais; cadeias de valor globais; investimento direto estrangeiro; padrões de internacionalização, e regionalização. Esta multiplicidade de temas afeta as estratégias de negócios e determina a competitividade das empresas que se dedicam aos negócios internacionais.

A modelagem de equações estruturais de mínimos quadrados parciais (PLS-SEM) é bastante empregada pelos pesquisadores para estimar preditores, utilizando variáveis latentes e buscando determinar seus relacionamentos. Trata-se de um método muito popular e útil no desenvolvimento de modelos com construtos latentes (Hair Jr., Hult, Ringle e Sarstedt, 2016).

De maneira geral, os modelos estruturais examinam a covariância ou a correlação das variáveis analisadas. Neste contexto, define-se colinearidade como a correlação que existe entre duas variáveis independentes no modelo de regressão, ao passo que a multicolinearidade é definida como a correlação da variável independente com todas as demais variáveis. Quanto maior a multicolinearidade, maior será a porção da variância da variável independente que é explicada por alguma outra variável (Gujarati, 2003; Hair *et al.*, 2010).

De forma mais precisa, Cohen *et al.* (2003, p. 425) postulam que, quando o pesquisador está interessado em, tão somente, prever a variável dependente ou o valor de R^2 , a multicolinearidade

produz efeito pouco expressivo, e o autor não considera ser necessária nenhuma ação adicional. No entanto, nas pesquisas que testam uma teoria substantiva (ou seja, na qual o pesquisador está interessado no valor de cada preditor), a multicolinearidade elevada representa um problema bastante sério.

Estas considerações iniciais nos levam a propor o seguinte objetivo de pesquisa: estudar os efeitos da multicolinearidade, quando são testadas teorias e conceitos no campo de conhecimento dos Negócios Internacionais.

Subsidiariamente, objetiva-se desenvolver um conjunto de medidas prescritivas relevantes e úteis para mitigar os efeitos indesejados da multicolinearidade. Assim sendo, postula-se que o presente estudo contribui para a resolução de um problema de elevada relevância, e que está fundamentado em conceitos metodológicos e da construção de conhecimentos, qual seja: apresentar os riscos que derivam de uma possível perda de validade de modelos estruturais que envolvem as teorias de N.I.

Por trás deste objetivo, a motivação principal está voltada ao desenvolvimento e à necessidade de assegurar que os resultados das pesquisas na área estejam apoiados em pressupostos sólidos e coerentes. Neste sentido, a multicolinearidade deve ser controlada, a fim de assegurar a relevância, a validade e a confiabilidade das pesquisas na área.

Cabe citar que a escolha da Revista Eletrônica de Negócios Internacionais - InternexT para publicação do presente trabalho se fundamenta pelo enfoque editorial deste *Journal*, que não só estimula a produção científica em áreas como internacionalização de empresas, estratégia empresarial, subsidiárias e relações corporativas, entre outros temas relevantes, bem como de reflexões que são transversais às diferentes temáticas desta área de conhecimento.

Nesta toada, considerando que a multicolinearidade prejudica a eficácia dos modelos, o presente artigo se reveste de grande relevância. Assim, espera-se que ele proporcione uma reflexão a respeito dos critérios técnicos e metodológicos nas pesquisas da área, e que através da utilização de métodos corretivos e prescritivos o problema possa ser efetivamente endereçado. Oferece-se um percurso de práticas metodológicas complementares

adequadas ao contexto da área de Negócios Internacionais.

Segundo Seno-Alday (2010), este campo de conhecimento é relativamente recente, se comparado com outras áreas de gestão, em virtude de seus fundamentos teóricos terem sido alterados ao longo do tempo, face ao ritmo das mudanças contínuas nas configurações de internacionalização da empresa. Por exemplo, a agenda de pesquisas no período pós-Guerra Mundial centrou-se no comércio e investimento estrangeiro direto; contudo, mais recentemente a atenção vem sendo dirigida para as questões que envolvem a gestão de empresas multinacionais, o fenômeno da globalização, a natureza da interação entre diferentes ambientes nacionais e ambientes institucionais formais ou informais, entre outros temas.

Nesta linha, autores como Buckley (2002) e Seno-Alday (2010) postulam que estes acontecimentos reforçam a necessidade de usar abordagens metodológicas adequadas, que possam ajudar a suprir as lacunas teóricas que resultam da natureza mutante dos N.I. Não resta dúvida de que a literatura na área está centrada no conhecimento atualmente existente de teorias, que abordam a expansão e modificação do estado da arte. Além disso, uma parcela significativa das pesquisas busca desenvolver explicações teóricas dos fenômenos que permeiam os negócios internacionais.

A propósito, não é incomum que a pesquisa de N.I. adote conceitos emprestados de outras disciplinas –

como, por exemplo, da psicologia, das ciências sociais ou da economia. Tal constatação confirmam um entendimento de que se trata de campo do conhecimento cada vez mais complexo. Logo, cada vez se justifica a necessidade de desenvolver teorias que buscam explicar a fluidez dos micro e macroambientes de negócios e do marketing internacional.

Cabe ressaltar a pertinência desta linha de investigação para Negócios Internacionais, que é corroborada por pesquisas recentes. Em particular, cita-se o trabalho altamente relevante de Richter, Sinkovics, Ringle e Schlägel (2016), que foi publicado numa edição especial do *Journal of Management International Review*. Os autores observam que a multicolinearidade em modelos de regressão é um tema amplamente conhecido da comunidade científica; contudo, eles consideram que, como os modelos estruturais SEM-PLS tipicamente empregam regressão ordinária de mínimos quadrados, é necessário analisar a multicolinearidade, por conta dos sérios problemas por ela introduzidos na condução de testes empíricos de teorias que se apoiam em dados primários, e que utilizam técnicas analíticas avançadas.

A fim de corroborar esta proposição, realizou-se um estudo bibliométrico dos principais periódicos da área. Nosso ponto de partida é a lista de periódicos publicada por DuBois e Reeb (2000), reproduzida na tabela 1.

Tabela 1 – ranking dos periódicos de negócios internacionais

Ordem	Nome do periódico
1	Journal of International Business Studies
2	Management International Review
3	Journal of World Business
4	International Marketing Review
5	International Business Review
6	Journal of International Marketing
7	International Studies of Management and Organization
8	Advances in International Marketing
9	Advances in International Comparative Management
10	International Journal of Research in Marketing
11	Journal of Global Marketing
12	Multinational Business Review
13	International Journal of Management
14	International Management
15	Journal of International Financial Mgt and Accounting
16	The International Journal of Accounting
17	Advances in International Accounting
18	Global Finance
19	International Trade Journal
20	Journal of International Management
21	Journal of International Consumer Marketing
22	Advances in International Banking and Finance
	International Journal of Conflict Management
	International Journal of Finance
	International Review of Strategic Management
	Journal of International Finance
	Journal of International Marketing and Marketing Research
	Journal of Multinational Financial Management
Multinational Finance Journal	
Thunderbird International Business Review	

Fonte: DuBois e Reeb (2000)

No intuito de evidenciar a falta de cuidados que os pesquisadores deixam de ter em relação à análise da multicolinearidade nos trabalhos empíricos da área, utilizou-se o critério de classificação do *Academic Journal Guide* (2021), que relaciona os periódicos acadêmicos de primeira linha em termos de qualidade da produção científica.

No contexto destes critérios, os periódicos classificados com 4 * são *Journals of Distinction* que representam um número reduzido de publicações de primeira linha – em outras palavras, são publicações reconhecidas mundialmente como modelares de excelência acadêmica. Por sua vez, os periódicos classificados como 4 publicam artigos com elevado grau de originalidade, elevada quantidade de submissões e baixa taxa de aceitação. Já os periódicos com classificações 2 e 3 publicam pesquisas originais e bem executadas, são altamente conceituados e possuem métricas excelentes em relação aos demais periódicos. 29 revistas de negócios internacionais

com classificações 4 *, 4, 3 e 2 compõem o quadro de referência da presente pesquisa.

Seguindo a recomendação de White, Guldiken, Hemphill, He e Khoobdeh (2016), todas as áreas de N.I. fizeram parte do nosso quadro de referência. Não causa surpresa o fato de que os artigos contêm uma multiplicidade de assuntos, e que foram produzidos por autores com diferentes correntes de pensamento, com temas como processo de internacionalização; multinacionais; país de origem; inovação; modos de entrada; expatriação; empreendedorismo; desempenho da empresa; alianças estratégicas; configuração de recursos; orientação da equipe; práticas de recursos humanos; e distância cultural, diversidade e competências, entre outros.

Considerando que os periódicos selecionados são altamente conceituados e publicam trabalhos relevantes, originais e bem executados, foram selecionados 20 artigos dos seguintes periódicos: *Journal of International Business Studies* (4*); *Journal*

of *International Management* (3); *Management International Review* (3); e *Cross Cultural & Strategic Management* (2). Uma subsequente análise bibliométrica enfocou a presença da palavra-chave “PLS-SEM”, de forma a identificar artigos com modelos estruturais e ligações estruturais na qual há uma variável dependente, conforme apresentado no anexo 1.

Em cinco dos artigos selecionados, os coeficientes estruturais não eram significativos. Curiosamente, em nove artigos a direção dos resultados (ou seja, o sinal do coeficiente da ligação estrutural) era oposta ao que era esperado pelos autores. Os demais artigos foram analisados para identificar comentários relativos à questão da colinearidade. Contudo, foram encontrados apenas cinco artigos que a mencionam. Além disso, dois artigos discutiram os preditores não significativos e o efeito de supressão – ou seja, a situação em que o coeficiente estrutural é negativo, mas com correlação positiva entre as variáveis. Logo, a primeira conclusão é que as pesquisas da área de N.I. não discutem o problema da multicolinearidade com o rigor necessário, e tampouco são apresentadas formas de controle para mantê-la dentro dos limites preconizados na literatura.

Uma vez que os modelos estruturais usam regressão de mínimos quadrados, a multicolinearidade deve ser analisada quando se estima o efeito e a significância das variáveis preditoras (Gujarati, 2003; Kennedy, 1998). Grewal, Cote e Baumgartner (2004), Diamantopoulos *et al.* (2008) e Henseler *et al.* (2009) corroboram esta questão, e recomendam a adoção de mecanismos para manter a colinearidade sob controle.

Nesta mesma linha, Henseler *et al.* (2009) postula que a estimação de modelos estruturais não é suficientemente robusta quando há colinearidade. A avaliação de seus efeitos não tem sido operada de maneira consistente, e observa-se uma lacuna de compreensão nas pesquisas, fato que eventualmente levará a conclusões errôneas sobre a magnitude das relações estruturais e dos modelos de mensuração. Richter, Sinkovics, Ringle e Schlägel (2016) corroboram este ponto, ao enfatizar a importância de se compreender a intensidade do tamanho dos efeitos, bem como de relatar a importância, os pesos e a significância de cada item do modelo. Segundo os autores, o fator de inflação de variância (cuja sigla, em inglês, é VIF) e o índice de condição são boas métricas a serem adotadas nos trabalhos empíricos.

Como exemplo emblemático, Tenenhaus *et al.* (2005, p. 180) ilustram a situação da multicolinearidade na qual o preditor de duas variáveis (expectativa e satisfação) não é significativo, apesar da correlação ser 0,48 (vale lembrar que, pelo critério de Cohen (1988), este valor denotaria um efeito importante).

Provavelmente, os coeficientes não foram significativos por conta de outros preditores serem fortemente correlacionados com as variáveis dependentes. Ao analisar os dados do site SmartPLS (Ringle, Wende e Becker, 2020) para buscar compreender a questão, verificou-se que a multicolinearidade é maior do que os preditores (2,84 vs. 2,10); fato que confirma a nossa suspeita.

I. DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA

De maneira geral, os trabalhos de pesquisa de N.I. que buscam definir hipóteses são fundamentados num amplo rol de explicações que possam explicar o fenômeno em questão. Numa etapa que se segue, o foco da pesquisa se volta à abordagem dedutiva para identificar as relações que envolvem as variáveis observadas e os construtos latentes, bem como para identificar os efeitos relevantes e dominantes. A literatura fornece as bases conceituais para o desenvolvimento de hipóteses que são testadas empiricamente; quando a hipótese nula é rejeitada, diz-se que o pesquisador tem confiança a respeito da validade da teoria subjacente. A revisão de literatura indica uma ampla, profusa e crescente utilização da técnica PLS-SEM em diversas áreas de conhecimento da gestão, tais como: empresas familiares, sistemas de informação gerencial, marketing e gestão estratégica, entre outros.

Curiosamente, Richter *et al.* (2016) notam que a CB-SEM é utilizada de forma mais ampla do que PLS-SEM nas pesquisas da área. Por conta disto, considera-se que a pesquisa de negócios internacionais não utiliza a técnica PLS-SEM de forma plena. Os autores observam que este é um resultado um tanto inesperado, dada a especificidade do ambiente de negócios e a agenda de pesquisa, conforme se nota na tabela 2. Aproveita-se o ensejo para enfatizar que o trabalho de Richter *et al.* (2016) foi publicado num *Journal* de primeira linha, fato que corrobora a relevância deste trabalho que vincula o uso do PLS-SEM nas pesquisas da área de negócios internacionais.

Tabela 2: Periódicos e quantidade de artigos que utilizaram PLS-SEM

Periódico	Artigos	Autores
International Business Review	15	Inkpen e Birkenshaw (1994), Pullman <i>et al.</i> (1997), Ellis (2010), Gammelgaard <i>et al.</i> (2012), Chung <i>et al.</i> (2012), Mallin <i>et al.</i> (2010), Ketkar <i>et al.</i> (2012), Papadopoulos e Martín (2010), Khalid e Larimo (2011), Ciabuschi <i>et al.</i> (2012), Nielsen e Gudergan (2012), Bloemer <i>et al.</i> (2012), Castro e Roldán (2013), Chung e Rung (2013) e Lew <i>et al.</i> (2013)
International Marketing Review	4	Alpert <i>et al.</i> (2001), Singh <i>et al.</i> (2006), Duque e Lado (2010) e Sinkovics <i>et al.</i> (2013)
Journal of International Business Studies	7	Venaik <i>et al.</i> (2005), Lee <i>et al.</i> (2006), Fey <i>et al.</i> (2009), Lam <i>et al.</i> (2012), Money e Graham (1999), Shi <i>et al.</i> (2010) e Schotter e Beamish (2013)
Journal of International Management	4	Teigland e Wasko (2009), Engelen (2010), Bader e Berg (2013) e Raman <i>et al.</i> (2013)
Journal of World Business	8	Fang <i>et al.</i> (2012), Acedo e Jones (2007), Ainuddin <i>et al.</i> (2007), Navarro <i>et al.</i> (2010), Ciabuschi <i>et al.</i> (2011), García-Villaverde <i>et al.</i> (2012), Johnson <i>et al.</i> (2013) e Sarstedt <i>et al.</i> (2013) Management
International Review	7	Venaik <i>et al.</i> (2004), West e Graham (2004), Li <i>et al.</i> (2006), Boehe (2010), Ciabuschi <i>et al.</i> (2010), Swoboda <i>et al.</i> (2012) e Obadia (2013)

Fonte: elaboração dos autores, a partir de Richter *et al.* (2016)

A este propósito, Tsui (2007) postula que muitas pesquisas buscam explicar problemas para os quais não há teorias atuais específicas. Nesta linha, Dunning (2008) postula que a utilização de abordagens metodológicas para abordar questões emergentes é uma prioridade na agenda de negócios

internacionais. Estas proposições reforçam a agenda de pesquisa, qual seja: a necessidade de se adotar diretrizes de uso adequado das técnicas analíticas, e oferecer recomendações concretas em termos das melhores práticas metodológicas nas pesquisas da área.

Tabela 3: Artigos que utilizaram PLS-SEM nos periódicos

International Business Review	15
International Marketing Review	4
Journal of International Business Studies	7
Journal of International Management	4
Journal of World Business	8
Management International Review	7
Ano de publicação	
1990-1994	1
1995-1999	2
2000-2004	3
2005-2009	8
2010-2013	31
Total =	45

Fonte: elaboração dos autores, a partir de Richter *et al.* (2016)

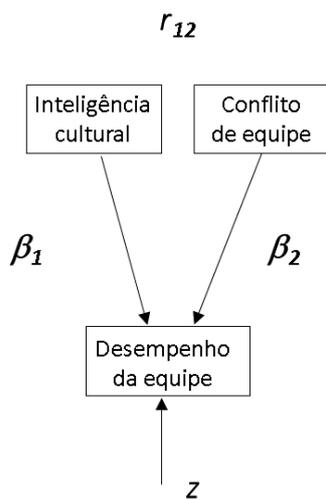
Do total de 45 artigos analisados (vide tabela 3), somente dois forneceram uma avaliação de confiabilidade e validade – o que corresponde a apenas cinco por cento dos artigos analisados por Richter *et al.* (2016). Além disso, os autores observam que – embora a análise que delinea as boas práticas de PLS-SEM tenha evoluído em várias disciplinas de gestão, como contabilidade, sistemas de informação de gestão, marketing e gestão de operações – somente oito artigos forneceram métricas em conformidade com as diretrizes recomendadas para controlar a multicolinearidade, quais sejam: apresentar fator de inflação de variância: <5; tolerância > 0,2, ou o índice de condição <30 (Hair *et al.*, 2016).

Estes autores postulam que a técnica PLS-SEM oferece potencial significativo para evidenciar novas relações causais que são pertinentes ao contexto de negócios internacionais, uma vez que capturam padrões e relações complexas – fato que ajuda a construir teorias apoiadas em modelos preditivos. Ainda segundo eles, os benefícios do PLS-SEM não

parecem ter sido suficientemente explorados pelos pesquisadores da área.

No intuito de apresentar os efeitos de multicolinearidade em modelos preditivos, observa-se, inicialmente, que os modelos PLS-SEM são estimados numa etapa única. O modelo estrutural é calculado de forma interativa, utilizando métodos de estimação de mínimos quadrados. Por conta disto, é perfeitamente possível que possa existir multicolinearidade nas estimativas das cargas fatoriais e dos coeficientes de ligações estruturais.

Optou-se por adotar uma simplificação, com fins ilustrativos, a fim de destacar os resultados do processo de simulação que será apresentado na sequência. Neste âmbito, considere-se um modelo simples de apenas duas variáveis independentes, conforme ilustrado na figura 1. Supondo que as correlações entre as variáveis independentes (VI) e a variável dependente (VD) variem entre 0,2 e 0,7, as correlações foram artificialmente manipuladas para refletir a multicolinearidade (com o VIF variando de 1 a 11, em incrementos de 0,01, produzindo quinze cenários diferentes e 1001 estimativas).



r_{xy} = efeito direto + indireto
 r_{1y} = correlação entre inteligência cultural e desempenho da equipe

$$r_{1y} = \beta_1 + \beta_2 \cdot r_{12} \quad [1]$$

$$r_{2y} = \beta_2 + \beta_1 \cdot r_{12} \quad [2]$$

$$VIF = \frac{1}{1 - r_{12}^2} \quad [3]$$

$$\beta_1 = r_{1y} - \beta_2 \cdot r_{12} \quad [4]$$

$$\beta_2 = r_{2y} - \beta_1 \cdot r_{12} \quad [5]$$

Substituindo [5] em [4], temos:

$$\beta_1 = \frac{r_{1y} - r_{2y} \cdot r_{12}}{1 - r_{12}^2}$$

$$\therefore \beta_1 = (r_{1y} - r_{2y} \cdot r_{12}) \cdot VIF$$

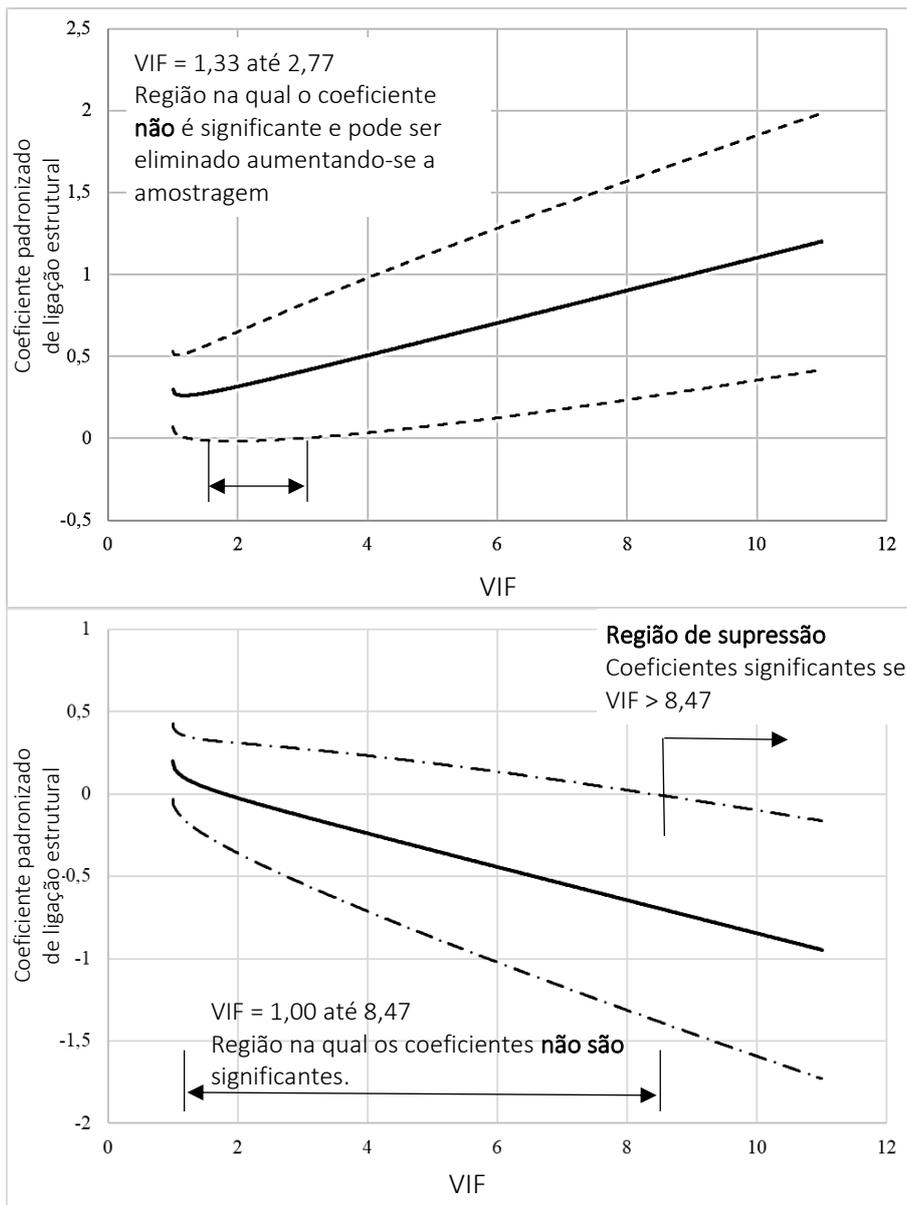
Figura 1: modelo com duas variáveis independentes
 Fonte: elaborado pelos autores, a partir de Beaujean (2014, p. 25-26).

A colinearidade é analisada por meio da significância e da magnitude dos coeficientes das ligações estruturais, como mostra a figura 2, que contém os resultados ($r_{1y} = 0,30$ e $r_{2y} = 0,20$) e são

mostrados os preditores não significativos, bem como os valores VIF considerados importantes - a saber:

- o intervalo VIF no qual os coeficientes das ligações estruturais não são significativos;
- VIF quando o R^2 mínimo é atingido;
- Intervalo VIF no qual os coeficientes das ligações estruturais são significativos e negativos (situação conhecida como supressão);
- VIF para o qual o coeficiente da intensidade da ligação estrutural é maior que $| 1 |$.

Os cenários da simulação mostram que – independentemente do significado, definição conceitual ou operacional das variáveis –, quando as VI e a VD têm alta correlação, o preditor aumentará conforme aumenta a multicolinearidade. De outro lado, quando a correlação é baixa, o preditor diminuirá, conforme aumenta o VIF. Nota-se uma tendência linear em relação ao coeficiente de caminho para valores VIF maiores que 2.



Para a variável independente que tem o **maior** valor de correlação com a variável dependente, **a intensidade do coeficiente de ligação estrutural aumenta** juntamente com a colinearidade (VIF).

Para a variável independente que tem a **menor** correlação com a variável dependente, **a intensidade do coeficiente de ligação estrutural diminui** à medida em que a colinearidade (VIF) aumenta.

Figura 2: Coeficientes de ligações estruturais e intervalos de confiança em função da multicolinearidade. Fonte: resultados da pesquisa.

As linhas sólidas representam os valores médios, e as linhas tracejadas são os limites superior e inferior do intervalo de confiança (95%, n = 68). O gráfico foi dividido em duas partes para melhor visualização.

Observação 1: nesta simulação, utilizamos $r_{1Y} = 0,3$ e $r_{2Y} = 0,2$ (cenário nº 2 de um total de 15).
Observação 2: Podia ser adotado um procedimento amostral distinto (que, possivelmente, apresentaria

um intervalo de confiança maior), mas utilizando N=68 casos. Este cenário corresponde a um procedimento amostral mínimo necessário para um nível de significância de 5%, com poder estatístico de 80% e um tamanho de efeito médio ($f^2 = 0,15$), utilizando o software G*Power 3.

Os gráficos para os quinze cenários fornecem uma simulação do comportamento dos preditores em função do VIF. Contudo, eles não devem ser utilizados para identificar valores quando os preditores não são significativos. Para esta finalidade, a tabela 4 ilustra a faixa de VIF que produz valores não significativos, em cada cenário.

Tabela 4: Efeitos da colinearidade nos coeficientes das ligações estruturais

Cenário (obs. 1)	Correlação entre VI e VD	Intervalo de VIF no qual os coeficientes das ligações estruturais não e significativa a 5% (n = 68)	Intervalo de VIF no qual os coeficientes das ligações estruturais são significantes e negativos (supressão)	VIF no qual os coeficientes das ligações estruturais > 1 r_{12} no qual o coeficiente das ligações estruturais > 1	VIF quando se chega ao R ² mínimo (redundância de x ₁ e x ₂)
1	0,2	VIF ≥ 1	não se aplica	não se aplica	10,76
	0,21	VIF ≥ 1	não se aplica	não se aplica	
2	0,2	1,00 até 8,47	acima de 8,47	VIF > 11 (r > 0,953)	1,8
	0,3	1,33 até 2,77	não se aplica	9,03 (0,943)	
3	0,2	1,00 até 3,12	acima de 3,12	6,06 (0,914)	1,33
	0,4	sempre significativa	não se aplica	4,49 (0,882)	
4	0,2	1,00 até 2,00	acima de 2,00	4,24 (0,874)	1,19
	0,5	sempre significativa	não se aplica	2,99 (0,816)	
5	0,2	1,01 até 1,34	acima de 1,34	2,79 (0,801)	1,09
	0,7	sempre significativa	não se aplica	1,77 (0,660)	
6	0,3	acima de 1,08	não se aplica	não se aplica (note 2)	VIF > 11
	0,31	acima de 1,11	não se aplica	não se aplica	
7	0,3	1,06 até 8,87	acima de 8,87	VIF > 11	2,29
	0,4	sempre significativa	não se aplica	8,51 (0,939)	
8	0,3	1,05 até 3,34	acima de 3,34	6,33 (0,918)	1,56
	0,5	sempre significativa	não se aplica	4,23 (0,874)	
9	0,3	1,04 até 1,65	acima de 1,65	3,47 (0,844)	1,23
	0,7	sempre significativa	não se aplica	2,08 (0,721)	
10	0,4	acima de 1,40	não se aplica	não se aplica (note 3)	VIF > 11
	0,41	acima de 1,53	não se aplica	não se aplica	
11	0,4	1,23 até 9,09	acima de 9,09	VIF > 11	2,78
	0,5	sempre significativa	não se aplica	7,99 (0,935)	
12	0,4	1,14 até 2,23	acima de 2,23	4,59 (0,884)	1,48
	0,7	sempre significativa	não se aplica	2,61 (0,785)	
13	0,5	acima de 1,93	não se aplica	não se aplica	VIF > 11
	0,51	acima de 2,27	não se aplica	não se aplica	
14	0,5	1,35 até 3,59	acima de 3,59	6,85 (0,924)	2,04
	0,7	sempre significativa	não se aplica	3,68 (0,853)	
15	0,7	acima de 4,12	não se aplica	não se aplica	VIF > 11
	0,71	acima de 6,37	não se aplica	não se aplica	

Observação 1: Cada cenário foi executado 1001 vezes, com o VIF variando de 1,00 até 11,00 em incrementos de 0,01 (n = 68).

Observação 2: Quando o VIF = 11, um coeficiente padronizado de ligação estrutural vale 0,26 e o outro vale 0,05, mas nenhum deles é significativo ($p > 0,05$)

Observação 3: Quando VIF = 11, um coeficiente padronizado de ligação estrutural vale 0,31 e o outro vale 0,10, mas nenhum deles é significativo ($p > 0,05$)

De acordo com Hair Jr. *et al.* (2016), valores VIF de 5 ou acima indicam uma situação crítica de colinearidade dos indicadores e construtos, embora ela também possa ocorrer em valores mais baixos. Idealmente, os valores VIF deveriam ser próximos a 3, ou abaixo deste valor.

Em linhas gerais, a simulação ora apresentada corrobora as recomendações encontradas na literatura, posto que – à medida em que a multicolinearidade aumenta - os preditores perdem sua interpretabilidade à luz da sua importância correspondente (Cohen *et al.*, 2003, p. 421). Assim, nos cenários de 7 a 14, os valores VIF que variam de 1,08 a 3,59 produzem ligações estruturais ou de mensuração que não são significativas.

Em termos do efeito da diferença ($r_{1Y} - r_{2Y}$) e VIF nas variáveis predictoras, notamos que o efeito da

multicolinearidade não depende apenas da correlação entre as VI, mas também da diferença entre as correlações VI-VD. Na realidade, quanto maior a diferença ($r_{1Y} - r_{2Y}$), maior será o efeito da multicolinearidade na ligação estrutural, maior será a correlação com a VD, e na ligação estrutural mais baixa com a VI que tem menor correlação com a VD.

A figura 3 oferece uma clara ilustração das causas que levam à supressão. Quando ocorre uma ligação estrutural baixa entre a VI e a VD, se a correlação com a VD é baixa, então a intensidade da ligação estrutural já será baixa – mesmo na ausência de multicolinearidade, se outra VI (já no modelo) tiver uma relação forte com a VD. A diferença ($r_{1Y} - r_{2Y}$) é grande, e amplifica o efeito da multicolinearidade nas ligações estruturais, e a ligação estrutural desta variável se tornará negativa.

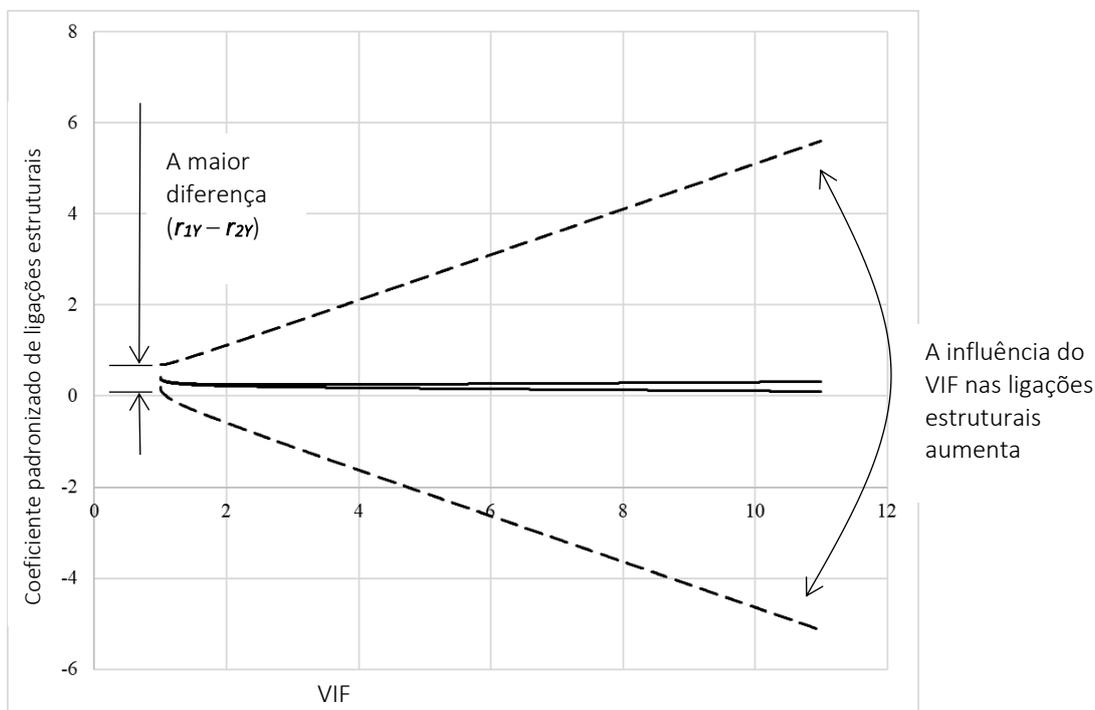


Figura 3: Efeito da diferença ($r_{1Y} - r_{2Y}$) no VIF e no relacionamento entre os construtos
Fonte: resultados da pesquisa.

Observação: gráfico gerado com os resultados do cenário 10 ($r_{1Y} = 0,41$ e $r_{2Y} = 0,40$), que são as duas linhas contínuas centrais, e os resultados do cenário 5 ($r_{1Y} = 0,70$ e $r_{2Y} = 0,20$), que são as duas linhas tracejadas.

As relações entre a ligação estrutural, o VIF e a diferença ($r_{1Y} - r_{2Y}$) estão resumidas na Figura 4. Quanto maior for o VIF, maior será a intensidade da ligação estrutural (em módulo). Quanto maior for a diferença entre as correlações VI - VD ($r_{1Y} - r_{2Y}$), maior será a influência de VIF na intensidade da ligação estrutural.

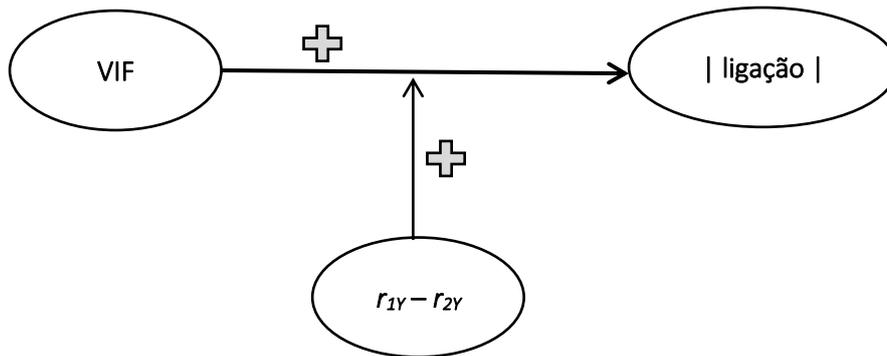


Figura 4: ligações estruturais em função de VIF e diferenças entre as correlações VI-VD.
Fonte: Resultados da Pesquisa

Observação: esta explicação é precisa, exceto para a região onde a correlação é ligeiramente superior a zero e que diminui até chegar a zero; além desse ponto, o | coeficiente da ligação estrutural | aumentará (conforme ilustrado nas figuras 2 e 3).

Em vez de simplesmente afirmar que a intensidade da ligação estrutural tem um valor negativo quando $r_{1Y} < r_{2Y}$, esta explanação é mais completa e esclarecedora do fenômeno que deriva da situação ilustrada na figura 1 (Cohen *et al.*, 2003, p. 78). Do ponto de vista estatístico, a explicação é simples; contudo, no desenvolvimento do trabalho empírico, quando há uma VI que está fracamente relacionada à VD, deverão existir fortes elementos teóricos que sustentem a sua inclusão no modelo (Cohen *et al.*, 2003, p. 425).

II. DISCUSSÃO DAS IMPLICAÇÕES DA COLINEARIDADE

a) Análise do Mapa de desempenho de importância

Nossos achados corroboram as recomendações de Hair Jr. *et al.* (2010, p. 196) de que as ligações estruturais devem ser usadas como um guia de avaliação da importância relativa das VI, mas apenas

se a multicolinearidade for baixa. Tal prática deve ser adotada conjuntamente aos mapas de prioridade ou de diagrama de importância de desempenho (Ringle e Sarstedt, 2016).

O software SmartPLS (Ringle *et al.*, 2020) contempla a funcionalidade apresentada no gráfico da Figura 5. A pontuação fatorial é mostrada no eixo vertical, com escalas de desempenho que variam de 0 a 100. O eixo horizontal mostra o efeito total (ou seja, apresenta-se a importância ou, mais precisamente, o efeito direto).

Os pontos no diagrama representam as VI; os pontos à direita são as variáveis mais importantes, enquanto os da esquerda são as menos relevantes. Empregando-se uma terminologia não-científica, poderíamos entender esta afirmação da seguinte forma: "é menos produtivo gastar tempo modelando com VI menos relevantes, uma vez que eles não produzem efeitos na VD".

Embora esta interpretação seja direta, a questão relevante é saber se as VI não são relevantes por conta do efeito da multicolinearidade. Nesse sentido, o pesquisador deve analisar se há multicolinearidade moderada ou severa e, se este for o caso, recomenda-se cuidado quando se considera a inclusão de variáveis independentes.

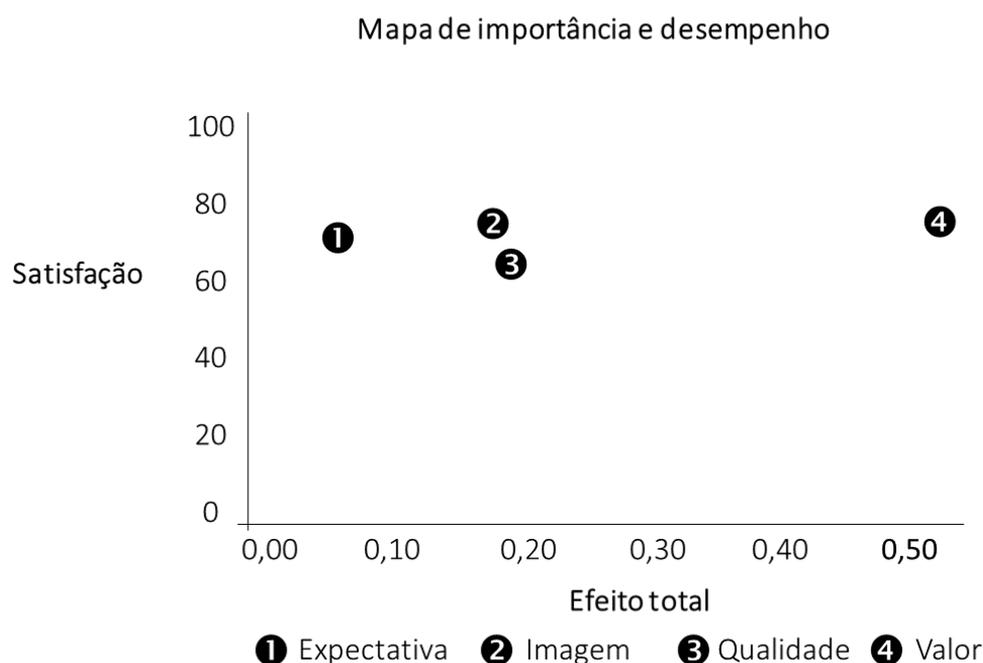


Figura 5: Exemplo de uso do mapa de importância-desempenho

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados do SmartPLS v. 3 (2021)

b) Variáveis de controle

Apesar de ser procedimento padrão dos modelos de regressão múltipla, a inclusão de variáveis de controle ou covariáveis em modelos estruturais encontra amplo suporte na literatura da área. As variáveis de controle podem ser codificadas como variáveis *dummy*, ou modeladas como uma variável formativa latente (Falk e Miller, 1992; Henseler, Hubona e Ray, 2016).

A inclusão de variáveis de controle no modelo deve ser justificada do ponto de vista do conhecimento prevalente na área (Atinc, Simmering e Kroll, 2011). Hair Jr. *et al.* (2010, p. 21-22) consideram que a inclusão de variáveis irrelevantes pode levar a uma multicolinearidade elevada – podendo, no limite, prejudicar a interpretabilidade dos coeficientes de regressão padronizados.

Os autores postulam que esta questão diz respeito especificamente aos modelos de regressão múltipla. Contudo, consideram que este problema também se aplica aos modelos PLS-SEM, em virtude desta técnica analítica ter seus fundamentos teóricos apoiados na técnica de

regressão, com a utilização do método de mínimos quadrados.

Um exemplo ilustrativo da figura 2 apresenta uma variável independente com correlação igual a 0,3 com a variável dependente (o que seria um efeito moderado, de acordo com a categorização de Cohen). O coeficiente da ligação estrutural pode ser maior que 0,3 se as demais covariáveis multicolineares, cujas correlações são baixas em relação às variáveis dependentes, forem agregadas ao modelo.

Para Spector e Brannick (2011), quando são desenvolvidas as hipóteses de pesquisa, é necessário também estipular quais variáveis serão controladas durante o processo de teste. Assim sendo, durante a fase de especificação do modelo (modelo de mensuração, proposição de hipóteses e variáveis de controle), o pesquisador deve considerar as variáveis que devem ser incluídas, e a sua justificativa teórica para tal.

Nesta linha, caso nenhuma variável de controle seja incluída no modelo, podem surgir questões relacionadas a um possível viés decorrente da omissão de uma determinada variável. Por outro lado, se o modelo inclui diversas variáveis de

controle – muitas das quais, potencialmente, possam ser irrelevantes-, a multicolinearidade pode começar a afetar a interpretabilidade do modelo.

Na longa tradição de usar variáveis de controle, autores como Antic *et al.* (2011) apoiam esta linha de conduta de forma enfática. Entretanto, outras correntes de pensamento (como, por exemplo, Carlson e Wu (2011)) oferecem uma interpretação oposta, o que nos leva a concluir que é necessário usar variáveis de controle com uma certa parcimônia.

Além disso, sugere-se controlar as covariáveis durante a etapa de amostragem por meio da segmentação, a fim de obter uma amostra mais homogênea, conforme sugerido por Xin, Chen, Kwan, Chiu e Yim (2018).

c) *Common method bias* (CMB)

Nos modelos PLS-SEM, uma das causas da superestimação das relações entre as variáveis latentes é o viés de método, que também pode causar um aumento desproporcional da multicolinearidade.

Essa questão é amplamente discutida por autores como Podsakoff e Organ (1986), Podsakoff *et al.* analisar as relações entre as VI e as VD, pode ocorrer uma superestimação por conta de alguma fonte comum de erros (como, por exemplo, mesmo respondente, mesmo formato de questionário, e assim por diante).

Contudo, vale notar que o CMB não se limita às relações entre VI e VD. O viés de método pode também inflar as relações entre os VI - ou seja,

pode aumentar a multicolinearidade e os efeitos que dele resultam.

Podsakoff *et al.* (2012) apresentam diversas formas de prevenção de CMB, que devem ser consideradas na elaboração do instrumento de coleta de dados e o trabalho de campo. Preconiza-se, por exemplo, a utilização de fontes diferentes, ou a utilização da mesma fonte de dados – só que em momentos diferentes -, entre outras medidas.

Caso não seja possível evitar o CMB, Chin *et al.* (2013) apresenta uma série de procedimentos planejados para detectar e remover seus efeitos nas relações VI-VD. Cabe lembrar, contudo, que esse método ainda não é amplamente aceito pela comunidade científica. No momento da elaboração deste trabalho, foram encontradas apenas 20 citações nas bases de dados da Scopus e da Web of Science a seu respeito. A corrente atual de pesquisa vem adotando os métodos de simulação para propor a remoção da estimativa inflacionada das VI que possam ter sido causadas pelo CMB. Assim, ainda que nenhuma solução definitiva tenha eliminado este problema, os métodos de prevenção prescritos por este autor e por Podsakoff *et al.* (2012) são indicados.

d) O uso de coeficientes de ligações estruturais na meta-análise

Peterson e Brown (2005) usaram uma abordagem empírica (1.700 coeficientes beta e coeficientes de correlação correspondentes) para derivar fórmulas que estimam as correlações (tamanho do efeito a ser usado na meta-análise). Por exemplo,

$$r = 0,98\beta + 0,05\lambda \quad [6]$$

$$r = \beta + 0,05\lambda \quad [7]$$

$$r = 0,99\beta + 0,04\lambda + 0,02\eta \quad [8]$$

Onde:

$\lambda = 1$ se β for não negativo, e 0 se β for negativo

$\eta = 1$ se a correlação média do preditor foi 0,18 ou maior, e 0 se a correlação média do preditor foi 0,17 ou menos

As equações 6 e 7 não foram corrigidas pela multicolinearidade, e a equação 8 adiciona um valor de 0,02 quando há multicolinearidade. No entanto, como se depreende das figuras 2 e 3, a diferença entre b e a correlação depende do VIF, bem como da diferença entre as correlações VI-VD ($r_{1Y}-r_{2Y}$). Portanto, as fórmulas de Peterson e Brown tendem a produzir grandes erros quando a multicolinearidade é maior.

III. MÉTODO COMPLEMENTAR SUGERIDO PARA O PROBLEMA CAUSADO PELA COLINEARIDADE

a) Agrupamento das variáveis latentes multicolineares em uma variável latente de segunda ordem

Na regressão múltipla, nas variáveis latentes que apresentam multicolinearidade elevada, a literatura recomenda a sua eliminação.

Alguns autores, como Hair Jr. *et al.* (2016); Wetzels, Odekerken-Schröder e van Oppen (2009); Wilson e Henseler (2007), consideram que se a colinearidade for significativa, os modelos SEM devem ser ajustados através da criação de modelos de ordem superior, que agrupam algumas variáveis

latentes. Cohen *et al.* (2003, 428) sugerem um procedimento análogo, que foi denominado regressão de componentes principais.

A lógica por trás desta estratégia é a seguinte: se as variáveis latentes estão correlacionadas entre si, então é plausível supor que existiria uma causa comum que as interliga. Tal fato corresponderia a uma variável latente de segunda ordem. No entanto, cabe notar que essa estratégia depende de um suporte teórico sólido que justifique a substituição das variáveis latentes colineares por uma variável latente de segunda ordem. Nota-se, ainda, que neste cenário as variáveis permaneceriam no modelo, pois não são retiradas dele.

Do ponto de vista conceitual, o agrupamento das variáveis latentes exige cautela, pois ela poderia dar a entender que o pesquisador está realizando uma revisão teórica das hipóteses, uma vez que essas relações de segunda ordem não estariam necessariamente fundamentadas na teoria subjacente. Além disto, se a interpretação do modelo ficar prejudicada, é importante que se apresente uma justificativa teórica a respeito do modelo de segunda ordem, respeitando os fundamentos relativos a cada variável independente e das suas ligações com a variável dependente.

Cabe mencionar, ainda, que as soluções *ad hoc* acabam suscitando críticas por parte da comunidade científica caso passem a impressão de que se está buscando “ajustar o modelo aos dados”. Neste sentido, recomenda-se que os construtos reflexivos-reflexivos e reflexivos-formativos de ordem superior adotem procedimentos de testes empíricos das hipóteses subjacentes, seguidos da análise da validade discriminante e da utilização de uma amostra de validação.

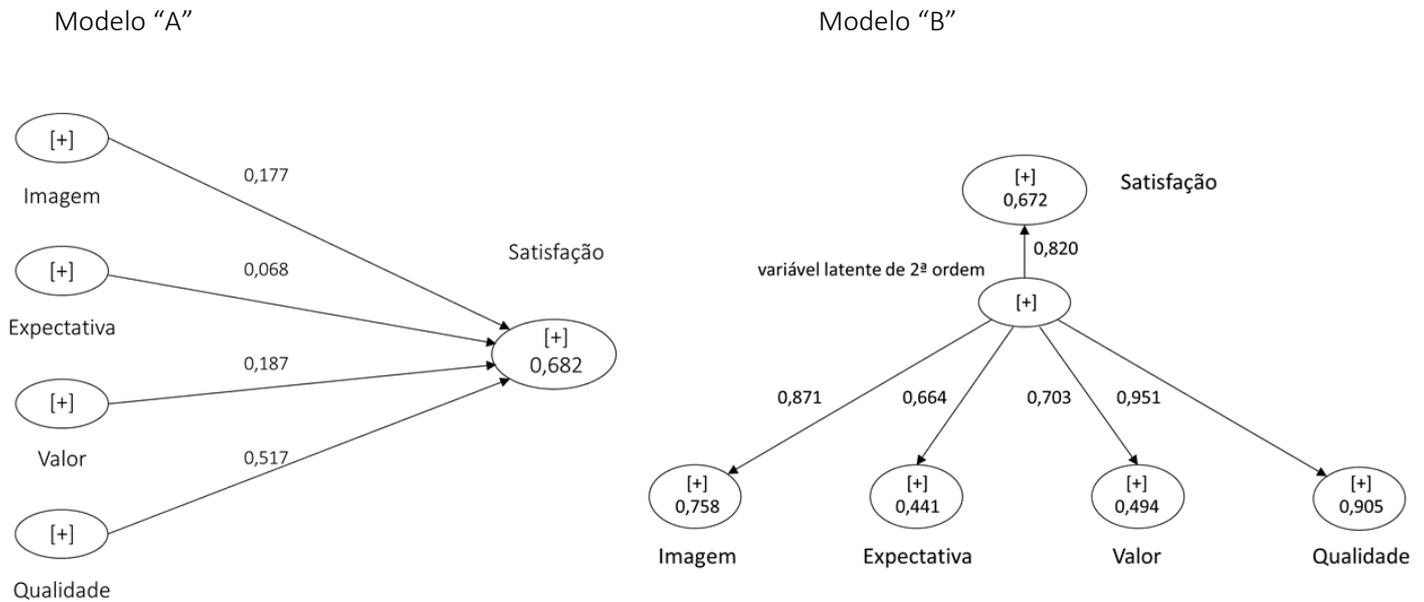


Figura 6: Preditores multicolineares versus variável latente de segunda ordem

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados do SmartPLS v. 3 (2021).

Nota: Neste exemplo, repetimos os indicadores de primeira ordem das variáveis latentes numa variável latente de segunda ordem.

b) Medidas de importância relativa de preditores

Considera-se que a multicolinearidade é um efeito esperado – até mesmo, mais do que a independência entre variáveis latentes, ou da correlação ser nula. Esta argumentação é bastante comum nos trabalhos de autores que defendem o uso da técnica de rotações oblíquas, na Análise Fatorial Exploratória (Conway e Huffcutt, 2003; Fabrigar *et al.*, 1999).

Quando a multicolinearidade não puder ser evitada – no sentido de que não há nenhuma cautela que possa ser tomada na especificação do modelo estrutural –, as ações sugeridas são as seguintes:

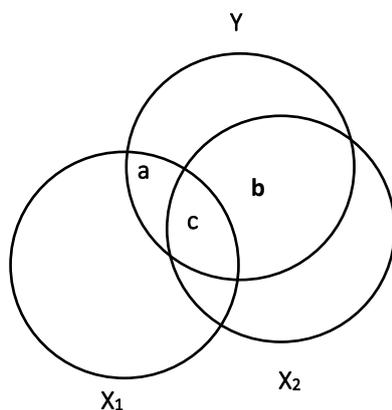
- (i) detectar a multicolinearidade, avaliando as correlações entre as variáveis do modelo,

ou calculando o VIF de cada VI para verificar se há supressão;

- (ii) remediar o problema, removendo a variável ou agrupando-as para formar um variável latente de segunda ordem.

Se tal conduta não se revelar suficiente, então volta-se para a questão inicial: a multicolinearidade prejudica a interpretação dos preditores como indicadores da importância relativa da VI para explicar a variância da VD? Em caso positivo, será preciso avaliar a importância relativa de cada VI, quando há multicolinearidade.

Este problema pode ser compreendido através da ilustração desta questão, na Figura 7. A partir da variância da VD que é explicada pelas VI (R^2), uma parte é única para cada VI (regiões "a" e "b"). Contudo, uma outra parte da variância total é compartilhada entre as VI (região "c").



área do círculo = 100% da variância total

$a + b + c = R^2 =$ variância de Y que é explicada por X_1 e X_2

$a = r_{1Y,2}$

$b = r_{2Y,1}$

a = contribuição única de X_1 na explicação da variância de Y

b = contribuição única de X_2 na explicação da variância de Y

c = contribuição comum de X_1 e X_2

Figura 7: Contribuição única e comum de variáveis independentes

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Cohen et al. (2003, p. 72), Hair Jr. et al. (2010, p. 198) e Nimon e Oswald (2013, p. 655).

Observação: A variância comum (coeficiente de comunalidade) pode ser negativa, indicando que uma VI exerce um efeito supressor sobre a outra (Nimon e Oswald, 2013, p. 655).

Na regressão múltipla, este problema vem sendo discutido desde a década de 1960, e é conhecido como a “importância relativa dos preditores” (Bansal, 2013; Hult *et al.*, 2018; Shackman, 2013).

Johnson e Lebreton (2004) consideram que simplesmente avaliar as correlações entre VI e VD, ou os coeficientes das ligações estruturais, é condição necessária, mas insuficiente. Isto porque este procedimento não conta toda a história a respeito da importância do preditor, diante de uma perspectiva que é considerada isolada e incompleta.

A contribuição fornecida por cada VI para R^2 , considerando tanto seu efeito direto (ou seja, sua correlação com VD) quanto ao seu efeito quando combinado com outras VI na equação de regressão (p. 240)

Estes mesmos autores postulam que uma primeira métrica a ser considerada em relação aos dois aspectos (correlação e efeito combinado) é o índice de Hoffman, que decompõe o R^2 (Cohen *et al.*, 2003, p. 83):

$$R^2 = b_1 \cdot r_{1Y} + b_2 \cdot r_{2Y}$$

Nos modelos PLS-SEM, as aplicações desse tipo de avaliação foram propostas por Tenenhaus *et al.* (2005, p. 179).

Outras medidas que avaliam a importância relativa dos preditores são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5: Medidas de importância relativa do preditor

Medidas	Descrição
Correlações de ordem zero (r_{Y})	Essa medida é influenciada pela multicolinearidade (e covariáveis), que pode ser avaliada comparando seu valor com o coeficiente de regressão padronizado.
Coefficientes de regressão padronizados (β)	Métrica influenciada pela multicolinearidade, que pode ser avaliada comparando seu valor com a correlação de ordem zero.
Utilidade do preditor ou ΔR^2 ($R_{incluído}^2 - R_{excluído}^2$)	É definido como o aumento do R^2 causado pela inclusão da VI em um modelo que já contém outras VI. É influenciado pela multicolinearidade.
Correlação semi-parcial ou correlação parcial $\sqrt{\Delta R^2}$ [observação 2]	É a raiz quadrada da utilidade. $\sqrt{R_{incluído}^2 - R_{excluído}^2}$ Sofre influência de multicolinearidade
Medida do produto ($\beta \cdot r$) ou a medida de Hoffman / Pratt	Sofre influência da multicolinearidade e quando há supressão / seu valor é negativo.
Coefficiente estrutural	É a correlação entre a VI e os valores previstos da VD (Y), por ser uma correlação (bivariada), não considera a outra VI.
Análise de comunalidade	Ele basicamente separa a variância única explicada por cada VI da variância que é compartilhada por todas as VI; a soma da variância única e da variância compartilhada resulta no R^2 .
Análise de dominância	Medida desenvolvida especificamente para casos de multicolinearidade. Calcula a média de todos os ΔR^2 (contribuição adicional média), por exemplo, com três VI: primeiro, ΔR^2 quando x_1 entra isoladamente no modelo, segundo, ΔR^2 quando x_1 entra após x_2 , terceiro, ΔR^2 quando x_1 entra após x_3 , quarto, ΔR^2 quando x_1 entra após x_2 e x_3 juntos (Krasikova <i>et al.</i> , 2011).
Pesos relativos ou pesos épsilon	Nesta abordagem, um novo conjunto de preditores não correlacionados entre si é criado. Eles têm correlação máxima com o conjunto original de preditores. Em seguida, ambos os conjuntos de preditores são usados para estimar a importância. Desenvolvido por Johnson (2000).

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Johnson e Lebreton (2004), Krasikova, Lebreton e Tonidandel (2011) e Nimon e Oswald (2013).

Observação 1: Algumas medidas, analisadas isoladamente, não se enquadram na definição de importância relativa dos preditores de Johnson e Lebreton (2004). Em conjunto, entretanto, eles fornecem uma visão mais clara da importância do preditor. Por exemplo, a correlação com o coeficiente da ligação estrutural dá uma ideia melhor da importância do preditor, do que uma métrica analisada isoladamente.

Observação 2: No SPSS, além do VIF, o diagnóstico de multicolinearidade fornece a correlação parcial e correlação parcial.

Além do VIF, o software SmartPLS fornece a f^2 de Cohen – que, basicamente, corresponde à terceira opção na tabela 6 (Hair Jr. *et al.*, 2016):

$$f^2 = \frac{R_{incluído}^2 - R_{excluído}^2}{1 - R_{incluído}^2} \quad [9]$$

Esse resultado é interpretado pela classificação de Cohen (1988) do tamanho do efeito f^2 : 0,02 corresponde a um efeito pequeno, 0,15 moderado e 0,35 é um efeito grande. Uma solução simples seria copiar os escores dos fatores padronizados calculados, e estimar o modelo estrutural como se fosse uma regressão múltipla para cada variável endógena, seguida por uma análise das medidas de importância relativa do preditor (Groemping, 2006, 2020, 2021; Nimon, Oswald, 2013; Nimon, Oswald e Roberts, 2020).

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS ²

O presente estudo fornece uma importante contribuição para a área de Negócios Internacionais, ao apresentar uma explanação a respeito das medidas prescritivas para detectar, prevenir e remediar os efeitos da multicolinearidade nos modelos preditivos desenvolvidos na área.

Como se discute no trabalho, as pesquisas testam empiricamente teorias para demonstrar os efeitos dos construtos teóricos. Assim, observa-se o poder e a significância dos coeficientes das ligações estruturais. No entanto, emergem questões a partir dos efeitos da multicolinearidade, que – conforme demonstrado – não estão sendo contemplados nas pesquisas empíricas da área.

Em termos de proposições, sugere-se que os autores, editores e revisores de periódicos adotem as medidas aqui recomendadas, bem como as boas práticas, de forma a viabilizar a utilização de condutas analíticas e metodológicas adequadas. Deve-se promover uma maior utilização da pesquisa exploratória, à luz de suas características precípuas, e explorar melhor suas potencialidades, a fim de incentivar o desenvolvimento do conhecimento científico na área.

Nesse sentido, as medidas metodológicas aqui preconizadas são cruciais. As principais contribuições desta pesquisa estão voltadas à questão de se garantir que os resultados empíricos do desenvolvimento de modelos em Negócios Internacionais sejam confiáveis, replicáveis e precisos. Nesta cadeia de eventos, espera-se que

sejam desenvolvidas pesquisas acadêmicas, sociais e gerenciais que adotem as medidas aqui preconizadas, mitigando, assim, os riscos das decisões desinformadas ou erradas.

Uma questão que merece ser estudada futuramente é a abordagem de Chin *et al.* (2013) para detectar e remediar o viés de método, a fim de verificar se ela ajuda a combater os efeitos da multicolinearidade. Notadamente, esta abordagem enfoca o viés que ocorre na relação VI-VD, mas ainda não se estudou, de maneira específica, um possível viés nas relações entre as VI.

Segundo Kock (2015), o CMB afeta as relações em todas as variáveis e as respectivas relações. Ele analisou os efeitos da multicolinearidade devido à CMB como forma de diagnosticar sua presença e observou que, quando o VIF é maior que 3,3, ocorre o viés de método.

No presente artigo, utilizou-se o método de simulação para apoiar os objetivos de pesquisa. No entanto, os modelos do mundo real - que geralmente têm mais que duas variáveis independentes – são mais complexos e difíceis de entender (certamente, recomenda-se que os estudos futuros utilizem cenários reais).

Uma limitação do trabalho é o uso de correlações positivas nos cenários propostos. Para fazer frente a esta questão, as várias combinações possíveis foram testadas *a posteriori*, independentemente da probabilidade de ocorrência real. Mesmo assim, o comportamento esperado permaneceu consistente com o que havia sido encontrado anteriormente mas, em algumas situações, ocorreu uma inversão – ou seja, os coeficientes das ligações estruturais que eram negativos no estudo anterior mudaram, e tornaram-se positivos.

Sugere-se cautela ao adotar uma das soluções recomendadas: a utilização de um modelo de segunda ordem por meio da fusão de construtos colineares no modelo estrutural, notando que é necessário fundamentar esta decisão através de teorias existentes, ou valida-la empiricamente.

Seja como for, é importante ressaltar a possibilidade de uma influência “explosiva” da multicolinearidade e das diferenças ($r_{1Y} - r_{2Y}$) nos

² Dados da pesquisa e informações adicionais podem ser obtidos com os autores deste artigo.

coeficientes das ligações estruturais, conforme se demonstrou. Espera-se, por fim, que a questão da multicolinearidade seja mais bem compreendida, e que as pesquisas na área de Negócios Internacionais adotem condutas que possam apontar para soluções sólidas, tanto do ponto de vista teórico quanto metodológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Academic Journal Guide (2021), Available: <https://charteredabs.org/academic-journal-guide-2021/> (Acesso em 20 de julho de 2021)

Atinc, G., Simmering, M. e Kroll, M. (2011), Control Variable Use and Reporting in Macro and Micro-Management Research. *Organizational Research Methods* Vol. 15, 57–74. <https://doi.org/10.1177/1094428110397773>

Bansal, H. (2013), Investigating the measures of relative importance in marketing research. *International Journal of Market Research* Vol. 55, 675–695.

Beaujean, A. (2014), *Latent Variable Modeling Using R: a step-by-step guide*. New York: Routledge – Taylor & Francis Group.

Buckley, P. e Lessard, D. (2005), Regaining the edge for international business research, *Journal of International Business Studies*, Vol. 36 No. 6, pp. 595-599.

Carlson, K. e Wu, J. (2011), The Illusion of Statistical Control: Control Variable Practice in Management Research. *Organizational Research Methods* Vol. 15, 413–435.

Chin, W., Thatcher, J., Wright, R. e Steel, D. (2013), *Controlling for common method variance in PLS analysis: the measured latent marker variable approach*. In: H. Abdi, W. Chin, V. Vinzi, G. Russolillo, L. Trinchera (Eds.), *New Perspectives in Partial Least Squares and Related Methods*. New York: Springer. 231–239.

Cohen, J. (1988), *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. New York: Psychology Press.

Cohen, J., Cohen, P., West, S. e Aiken, L. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. 3rd ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Conway, J. e Huffcutt, A. (2003), A Review and Evaluation of Exploratory Factor Analysis Practices in Organizational Research. *Organizational Research Methods* Vol. 6, 147–168.

Conway, J. e Lance, C. (2010), What reviewers should expect from authors regarding common method bias in organizational research. *Journal of Business and Psychology* Vol. 25, 325–334.

Diamantopoulos, A., Riefler, P. e Rith, K. (2008), Advancing formative measurement models. *Journal of Business Research* Vol. 61, 1203-1218.

DuBois, F. e Reeb, D. (2000) Ranking the International Business Journals. *Journal of International Business Studies*, Vol. 31, pp. 689–704. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490929>

Dunning, J. (2008), New directions in international-business research: a personal viewpoint, *Research in Global Strategic Management*, Vol. 14, 247-257.

Fabrigar, L., Wegener, D., Maccallum, R. e Strahan, E. (1999), Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological methods* Vol. 4, 272.

Falk, R. e Miller, N. (1992), *A Primer for Soft Modeling*. Ohio: The University of Akron Press.

Grewal, R., Cote, J. e Baumgartner, H. (2004), Multicollinearity and measurement error in structural equation models: implications for theory testing. *Marketing Science* Vol. 23, 519-529.

Groemping, U (2006) Relative Importance for Linear Regression in R: The Package relaimpo. *Journal of Statistics Software* Vol. 17, 1–27.

Groemping, U. (2020), Package ‘relaimpo’: *Relative importance of regressors in linear models* (R package version 2.2-3) [software]. Available at: <https://cran.rproject.org/web/packages/relaimpo/relaimpo.pdf>. (acesso em 20 de novembro de 2020).

- Groemping, U. (2021), *relaimpo: Relative Importance of Regressors*. acesso: <<http://prof.beuth-hochschule.de/groemping/relaimpo/>> em 24/04/2021.
- Gujarati, D. (2003), *Basic econometrics*. 4th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Hair Jr., J., Black, W., Babin, B. e Anderson, R. (2010), *Multivariate Data Analysis*. 7th ed. Upper Side River, NJ: Prentice Hall.
- Hair Jr., J., Hult, G., Ringle, C. e Sarstedt, M. (2016), *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Henseler, J., Hubona, G. e Ray, P. (2016), Using PLS Path Modeling in New Technology Research: Updated Guidelines. *Industrial Management & Data Systems* Vol. 116, 2–20.
- Henseler, J., Ringle, C. e Sinkovics, R. (2009), The use of partial least squares path modeling in International Business. *Advances in International Business* Vol. 20, 277-319.
- Hult, G.; Hair Jr., J.; Proksch, D.; Sarstedt, M.; Pinkwart, A. e Ringle, C. (2018), Addressing Endogeneity in International Business Applications of Partial Least Squares Structural Equation Modeling, *Journal of International Business*, Vol. 26, No. 3, 1–21
- Johnson, J. (2000), A heuristic method for estimating the relative weight of predictor variables in multiple regression. *Multivariate Behavioral Research* Vol. 35, 1-19. DOI: 10.1207/S15327906MBR3501_1
- Johnson, J. e Lebreton, J. (2004), History and use of relative importance indices in organizational research. *Organizational Research Methods* Vol. 7, 238–257.
- Krasikova, D.; Lebreton, J. e Tonidandel, S. (2011). Estimating the Relative Importance of Variables in Multiple Regression Models. In *International Review of Industrial and Organizational Psychology* Vol. 26, 119-141, John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119992592.ch4>
- Kennedy, P. (1998), *A guide to econometrics*. 4th ed. Malden: Blackwell Publishing Ltd.
- Kock, N. (2015) Common method bias in PLS-SEM: A full collinearity assessment approach. *International Journal of e-Collaboration* Vol. 11, 1–10.
- Nimon, K. e Oswald, F. (2013), Understanding the Results of Multiple Linear Regression: Beyond Standardized Regression Coefficients. *Organizational Research Methods* Vol. 16, 650–674.
- Nimon, K., Oswald, F. e Roberts, J. (2020), *Package 'yhat': Interpreting Regression Effects* (R package version 2.0-0) [software] Available: <<https://cran.r-project.org/web/packages/yhat/yhat.pdf>> (Accessed 20 November 2020).
- Peterson, R. e Brown, S. (2005), On the use of beta coefficients in meta-analysis. *Journal of Applied Psychology* Vol. 90, 175-181. DOI: 10.1037/0021-9010.90.1.175
- Podsakoff, P., Mackenzie, S., Lee, J.-Y. e Podsakoff, N. (2003), Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies. *The Journal of Applied Psychology*, Vol. 88, 879–903.
- Podsakoff, P., Mackenzie, S. e Podsakoff, N. (2012), Sources of method bias in social science research and recommendations on how to control it. *Annual Review of Psychology*, Vol. 63, 539–69.
- Podsakoff, P. e Organ, D. (1986), Self-reports in organizational research: problems and prospects. *Journal of Management*, Vol. 12, 531–544.
- Richter, N., Sinkovics, R., Ringle, C., e Schlägel, C. (2016) A critical look at the use of SEM in international business research, *International Business Review*, Vol. 33 No. 3, 376-404. DOI 10.1108/IMR-04-2014-0148.
- Ringle, C. e Sarstedt, M. (2020), Gain More Insight from Your PLS-SEM Results: The Importance-Performance Map Analysis. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 116, No. 9, 1865-1886, 2016, disponível em SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2984821> (acesso em 20 de julho de 2021)

- Ringle, C., Wende, S. e Becker, J.-M. (2020), *Software SmartPLS 3*. Boenningstedt: SmartPLS GmbH. Access: <http://www.smartpls.com> (acesso em 20 de novembro de 2020).
- Seno-Alday, S. (2010), International business thought: a 50 year footprint, *Journal of International Management*, Vol. 16 No. 1, pp. 16-31.
- Shackman, J. (2013), The Use of Partial Least Squares Path Modeling and Generalized Structured Component Analysis in International Business Research: A Literature Review, *International Journal of Management*, Vol. 30 No. 3 Part 1
- SmartPLS v. 3 (2021), *European Customer Satisfaction Index (ECSI) example*. Data and project available at: <https://www.smartpls.com/documentation/sample-projects/ecsi> (acesso em 20 de julho de 2021)
- Spector, P. e Brannick, M. (2011), Methodological urban legends: The misuse of statistical control variables. *Organizational Research Methods* Vol. 14, 287–305. <https://doi.org/10.1177/1094428110369842>.
- Tenenhaus, M., Esposito Vinzi, V., Chatelin, Y. e Lauro, C. (2005), PLS path modeling. *Computational Statistics & Data Analysis* Vol. 48, 159–205.
- Tsui, A. (2007), From homogenization to pluralism: international management research in the academy and beyond, *Academy of Management Journal*, Vol. 50 No. 6, 1353-1364.
- Wetzels, M., Odekerken-Schröder, G. e van Oppen, C. (2009), Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: guidelines and empirical illustration. *MIS Quarterly* Vol. 33, 177–195.
- White, G., Guldiken, O., Hemphill, T., He, W. e Khoobdeh, M. (2016), Trends in International Strategic Management Research from 2000 to 2013: Text Mining and Bibliometric Analyses, *Management International Review*, Springer, vol. 56(1), 35-65, February, DOI: 10.1007/s11575-015-0260-9
- Wilson, B. e Henseler, J. (2007), Modeling reflective higher-order constructs using three approaches with PLS path modeling: A Monte Carlo comparison. *Australian and New Zealand Marketing Academy (ANZMAC) Conference. Proceedings...* 791–800. Available: <http://doc.utwente.nl/91758/1/BWilson_2.pdf>.
- Xin, J., Chen, S., Kwan, H., Chiu, R. e Yim, F. (2018), Work–Family Spillover and Crossover Effects of Sexual Harassment: The Moderating Role of Work–Home Segmentation Preference. *Journal of Business Ethics* Vol. 147, 619–629. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2966-9>

Anexo

Artigos analisados

Diallo, M.; Diop-Sall, F.; Djelassi, S. e Godefroit-Winkel, D. (2018), How Shopping Mall Service Quality Affects Customer Loyalty Across Developing Countries: The Moderation of the Cultural Context, *Journal of International Business*, Vol. 26 No. 4, 69-84

Ferreras-Mendez, J.; Fernandez-Mesa, A. e Alegre, J. (2019), Export Performance in SMEs: The Importance of External Knowledge Search Strategies and Absorptive Capacity, *Management International Review*, Vol. 59, 413-437

Fey, C.; Morgulis-Yakushev, S.; Park, H. e Björkman, I. (2009), Opening the black box of the relationship between HRM practices and firm performance: A comparison of MNE subsidiaries in the USA, Finland, and Russia, *Journal of International Business Studies*, Vol. 40, 690–712.

Gabel-Shemueli, R.; Westman, M.; Chen, S. e Bahamonde, D. (2019), *Cross Cultural & Strategic Management*, Vol. 26, No. 1, 46-66

Jean, R.; Sinkovics, R. e Zagelmeyer, S. (2018), Antecedents and Innovation Performance Implications of MNC Political Ties in the Chinese Automotive Supply Chain, *Management International Review*, Vol. 58, 995 - 1026

Jean, R. e Tan. D. (2019), The Effect of Institutional Capabilities on E-Business Firms' International Performance, *Management International Review*, Vol. 59, 593-616

Khan, Z.; Shenkar, O. e Lew, Y. (2015), Knowledge transfer from international joint ventures to local suppliers in a developing economy, *Journal of International Business Studies*, Vol. 46, 656–675

Kock, F.; Josiassen, A. e Assaf, A. (2019), Toward a Universal Account of Country-Induced Predispositions: Integrative Framework and Measurement of Country-of-Origin Images and Country Emotions, *Journal of International Business*, Vol. 27, No. 3, 43-59

Lam, S.; Ahearne, M. e Schillewaert, N. (2012), A multinational examination of the symbolic–instrumental framework of consumer–brand identification, *Journal of International Business Studies*, Vol. 43, 306–331

Lee, H. e Griffith, D. (2019), The Balancing of Country-Based Interaction Orientation and Marketing Strategy Implementation Adaptation/Standardization for Profit Growth in Multinational Corporations, *Journal of International Business*, Vol. 27, No. 2, 22-37

Lee, K.; Yang, G. e Graham, J. (2006), Tension and trust in international business negotiations: American executives negotiating with Chinese executives, *Journal of International Business Studies*, Vol. 37, 623–641

Lew, Y.; Sinkovics, R.; Yamin, M. e Khan, Z. (2016), Trans-specialization understanding in international technology alliances: The influence of cultural distance, *Journal of International Business Studies*, Vol. 47, 577–594

Mohammad, J.; Quoquab, F.; Makhbul, Z. e Ramayah, T. (2016), Bridging the gap between justice and citizenship behavior in Asian culture, *Cross Cultural & Strategic Management*, Vol. 23, No. 4, 633-656

Money, B. e Graham, J. (1999), Salesperson Performance, Pay, and Job Satisfaction: Tests of a Model Using Data Collected in the United States and Japan, *Journal of International Business Studies*, Vol. 30, No. 1, 149-172

Morgeson III, F.; Sharma, P. e Hult, G. (2015), Cross-National Differences in Consumer Satisfaction: Mobile Services in Emerging and Developed Markets, *Journal of International Business*, Vol. 23, No. 2, 1–24

Obadia, C.; Bello, D. e Gilliland, D. (2015), Effect of exporter's incentives on foreign distributor's role performance, *Journal of International Business Studies* Vol. 46, 960–983

Pinho, J. e Thompson, D. (2016), Institutional-driven dimensions and the capacity to start a business: A preliminary study based on two countries, *International Business Review*, Vol. 34, No. 6, 787-813

Richter, N. (2007), Intra-Regional Sales and the Internationalization and Performance Relationship, Rugman, A.M. (Ed.) *Regional Aspects of Multinationality and Performance, Research in Global Strategic Management*, Vol. 13, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, 359-381. [https://doi.org/10.1016/S1064-4857\(07\)13015-1](https://doi.org/10.1016/S1064-4857(07)13015-1)

Schotter, A. e Beamish, P. (2013), The hassle factor: An explanation for managerial location shunning, *Journal of International Business Studies*, Vol. 44, 521–544

Shi, L.; White, J.; Zou, S. e Cavusgil, S. (2010), Global account management strategies: Drivers and outcomes, *Journal of International Business Studies*, Vol. 41, 620–638

Stewart Jr.; W; May, R. e Ledgerwood, D. (2015), Do You Know What I Know? Intent to Share Knowledge in the US and Ukraine, *Management International Review*, Vol. 55, 737-773

Venaik, S.; Midgley, D. e Devinney, T. (2005), Dual paths to performance: the impact of global pressures on MNC subsidiary conduct and performance. *Journal of International Business Studies*, Vol. 36, 655–675

Como citar este artigo:

Diogenes de Souza Bido - Universidade Presbiteriana Mackenzie – M, São Paulo, (Brasil). E-mail: diogenesbido@yahoo.com.br Orcid id: <https://orcid.org/0000-0002-8525-5218>

Antonio Carlos de Oliveira Barroso - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo, (Brasil). E-mail: acobarroso@gmail.com

Eric David Cohen - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, São Paulo, (Brasil). E-mail: ericdcohen@gmail.com Orcid id: <https://orcid.org/0000-0003-0994-1731>

COMPLEMENTARY METHODS TO MITIGATE THE MISINTERPRETATION OF RESULTS DUE TO COLLINEARITY IN INTERNATIONAL BUSINESS RESEARCH

Diogenes de Souza Bido, Antonio Carlos de Oliveira Barroso & Eric David Cohen

Universidade Presbiteriana Mackenzie – M, São Paulo, (Brasil)
 Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo, (Brasil)
 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, São Paulo, (Brasil)

ARTICLE DETAILS	ABSTRACT
<p>Article history: Received: 19 January 2021 Accepted: 03 July 2021 Available online October: 25th 2021</p> <p>Double Blind Review System Scientific Editor Ilan Avrichir</p>	<p>Objectives of the study: to demonstrate the methodological gaps in empirical work that use structural models in the area of International Business, and prescribe complementary methods to mitigate the problem of collinearity.</p> <p>Method: a simulation was developed to evidence the effects of collinearity with respect to the importance and significance of predictors, and actions aimed at controlling the undesired effects of collinearity was developed.</p> <p>Main results: the proposition of complementary methods that include grouping the latent variables that present multicollinearity into a second-order model, and the use of the technique that shows the relative importance of predictors.</p> <p>Theoretical and methodological contributions: the contribution is based on the complementary methods offered for the academic community to conduct empirical research that are laid out by the findings of this research paper.</p> <p>Relevance and originality: from the gaps pointed out in the recent scientific production of the field of knowledge of international business, complementary methods are presented to mitigate the problem of collinearity, which may render the results of empirical studies invalid.</p> <p>Social contributions and management: among the main managerial and social implications achieved through our findings of, we stimulate the development of robust, relevant and reliable empirical research.</p>
<p>Keywords</p> <p>Structural equation modeling Multicollinearity International Business</p>	

MÉTODOS COMPLEMENTARIOS PARA RESOLVER MALA INTERPRETACIÓN DEBIDA A LOS EFECTOS DE LA COLINEALIDAD EN LA INVESTIGACIÓN DE NEGOCIOS INTERNACIONALES.

Diogenes de Souza Bido, Antonio Carlos de Oliveira Barroso & Eric David Cohen

Universidade Presbiteriana Mackenzie – M, São Paulo, (Brasil)

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo, (Brasil)

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, São Paulo, (Brasil)

DETALLES DEL ARTÍCULO	RESUMEN
<p>Historia del Artículo:</p> <p>Recibido: 19 de enero de 2021 Aceptado: 03 de julio de 2021 Disponible en línea: 25 de octubre 2021</p> <p>Double Blind Review System</p> <p>Editor Científico Ilan Avrighir</p>	<p>Objetivos del estudio: demostrar la brecha metodológica en los trabajos empíricos del área de Negocios Internacionales que utilizan modelos estructurales, y prescribir métodos complementarios para mitigar el problema de la colinealidad.</p> <p>Método: se utilizó una simulación para evidenciar los efectos de la colinealidad para la importancia y significación de los predictores, y se desarrolló acciones dirigidas a controlar el efecto no deseado de la colinealidad.</p> <p>Resultados principales: proposición de métodos complementarios que incluyen la agrupación de variables latentes que presentan multicolinealidad en modelos de segunda orden, y el uso de la medida de importancia relativa de los predictores.</p> <p>Aportes teóricos y metodológicos: el aporte se basa en los métodos complementarios ofrecidos a la comunidad académica para realizar investigación empírica, lo cual se logró a través de los resultados de este estudio.</p> <p>Relevancia y originalidad: a partir de las brechas señaladas en la reciente producción científica del campo del conocimiento de Negocios Internacionales, se enumeran medidas para mitigar el problema de la colinealidad.</p> <p>Contribuciones sociales y gestión: entre las principales implicaciones gerenciales y sociales logradas a través de los hallazgos del presente estudio, se promueve el desarrollo de investigaciones empíricas robustas, relevantes y confiables.</p>
<p>Palabras-clave:</p> <p>Modelado de ecuaciones estructurales Multicolinealidad Negocios Internacionales</p>	

Como citar este artículo:

Bido, D. de S., Barroso, A. C. de O., & Cohen, E. D. (2022). Métodos Complementares de Resolução da Interpretação Incorreta do Efeito da Colinearidade nas Pesquisas de Negócios Internacionais. *Internext*, 17(1), 105–129. <https://doi.org/10.18568/internext.v17i1.681>