



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O Modelo de Equações Estruturais na Análise de Mediação

Daniela Benzano Bumaguin

Orientador: Prof^a. Dra. Patrícia Klarmann Ziegelmann

Porto Alegre, abril de 2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O Modelo de Equações Estruturais na Análise de Mediação

Daniela Benzano Bumaguin

Orientador: Prof. Dra. Patrícia Klarmann Ziegelmann

A apresentação desta dissertação é exigência do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Porto Alegre, Brasil.
2019

BANCA EXAMINADORA

Profª Dra. Bárbara Niegia Garcia de Goulart, Programa de Pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

Prof Dr. Rodrigo Reis, Programa de Pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

Profª Dra. Luciane do Nascimento Cruz, Hospital Moinhos de Vento.

“All models are wrong, but some are useful”

George Box (1979)

DEDICATÓRIA

Esta dissertação de mestrado é dedicada à minha mãe e à minha filha Clara, pelo apoio e companhia nesta jornada. Ao meu pai, e à falta que ele me faz.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof. Dr^a. Patrícia Ziegelmann, quem me acompanhou neste processo de aprendizado, sempre com muito carinho e dedicação.

Ao psiquiatra Gabriel Behr, com quem trabalhamos e aprendemos juntos, graças aos dados do Grupo de Pesquisa Envelhecimento e Saúde Mental (GPESM).

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, pelas aulas e pelo incentivo à cada encontro.

SUMÁRIO

ABREVIATURAS E SIGLAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	11
1 APRESENTAÇÃO	12
2 INTRODUÇÃO.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 EXEMPLO.....	16
3.2 MEDIAÇÃO, CONFUNDIMENTO, MODERAÇÃO	17
3.3 MEDIAÇÃO	19
3.4 MODELO DE MEDIAÇÃO SIMPLES E MÚLTIPLA	20
3.5 ABORDAGEM TRADICIONAL DE MEDIAÇÃO.....	20
3.5.1 MEDIAÇÃO SIMPLES.....	20
3.5.2 MEDIAÇÃO MÚLTIPLA.....	22
3.6 MODELO DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS	24
3.6.1 MODELO TEÓRICO E DIAGRAMA DE CAMINHOS.....	24
3.6.2 MODELO ESTRUTURAL E MODELO DE MENSURAÇÃO.....	25
3.6.3 IDENTIFICAÇÃO DO MODELO.....	26
3.6.4 MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO.....	26
3.6.5.METODOS DE AVALIAÇÃO DO AJUSTE.....	28
4 JUSTIFICATIVA	31
5 OBJETIVOS.....	32
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
7 ARTIGO.....	36
8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
ANEXO 1 – Childhood Trauma Questionnaire.....	56
ANEXO 2 – Mini International Neuropsychiatric Interview 5.0 (MINI).....	57
ANEXO 3 –NEO-Five Factor Inventory (NEO-FFI)	61
APÊNDICE 1 – Resultados das análises no R	63

ABREVIATURAS E SIGLAS

CVM	Continuous/categorical variable methodology
DAGs	Directed acyclic Graphs
GLS	Generalized least squares
MQO	Mínimos Cuadrados Ordinarios
MLE	Maximum Likelihood Estimation
OLS	Ordinary least squares regression
SEM	Structural Equation Modeling
SOR	Stymulus Organism Response
ULS	Unweighted least squares
WLS	Fully weighted least squares

RESUMO

A descrição de fenômenos coletivos nas ciências da saúde e do comportamento abre portas para a análise de relações entre variáveis preditoras e de desfecho. Quando uma terceira variável é incluída na relação entre ambas, afetando ou intervindo indiretamente a sua relação frequentemente trata-se de uma variável mediadora. Quando uma variável mediadora é identificada, o efeito total da preditora no desfecho é decomposto em um efeito direto, e um efeito indireto.

Diferentes métodos têm sido identificados para analisar a relação de mediação, e um destes é o modelo de equações estruturais. Este se torna uma técnica interessante no contexto da hipótese de mediação por ser uma técnica multivariada apropriada e eficiente para estimar, simultaneamente, várias equações de regressão interdependentes. Ele é composto por dois aspectos: o estrutural e o de mensuração; e é ilustrado por um diagrama de caminhos (*path diagram*). O modelo estrutural se refere à forma em que as variáveis se relacionam e o modelo de mensuração tem relação com a possibilidade de incluir variáveis latentes (variáveis não observadas que, também, são chamadas de constructos, não medidas diretamente, mas através de outras variáveis observadas) no modelo estrutural.

O objetivo deste trabalho é descrever o modelo de equações estruturais como opção de método para a análise de relações entre preditora (ou preditoras) e desfecho na presença de hipótese mediacional desenvolvendo um guia ilustrado com um exemplo da área da saúde e utilizando o *software* R, particularmente o pacote *Lavaan*. São apresentados o caso de uma e de duas mediadoras (mediação simples e múltipla). O exemplo explorado avalia a relação dos maus-tratos na infância medidos através do instrumento *Childhood Trauma Questionnaire* (CTQ) e a depressão medida como uma variável latente (através de 10 itens da entrevista semi-estruturada *Mini International Neuropsychiatric Interview 5.0 - MINI*). A hipótese testada é de que a personalidade pode mediar esta relação. A personalidade é avaliada por traços que foram medidos através do *NEO-Five Factor Inventory* (NEO-FFI), um instrumento que avalia cinco tendências comportamentais das quais o Neuroticismo e a abertura à experiência foram as tendências exploradas como possíveis mediadoras. Os dados utilizados para ilustrar este trabalho são reais.

A presença de mediação é um conceito teórico e deve ser explorado sempre que a teoria o aponte. O modelo de equações estruturais mostrou-se uma ferramenta apropriada e importante para a análise da relação entre preditora e desfecho, na presença de mediação simples, ou múltipla e o pacote *Lavaan* no R oferece recursos para desenvolver esta análise de forma adequada.

Palavras-chave: Mediação, Modelo de equações estruturais, Variáveis latentes, Depressão, Maus-tratos infantil, Personalidade.

ABSTRACT

The description of collective phenomena in the health and behavioral sciences opens the door to the analysis of a relationship between predictor and outcome variables. When a third variable is included and this change the way they relate, it is often called a mediating variable. When a mediator variable is identified, the overall effect of the predictor on the outcome is decomposed into a direct effect, and an indirect effect.

Different methods have been identified to analyze the mediation relationship, and one of these is the Structural Equation Model. This becomes an interesting technique in the context of the mediation hypothesis because it is an appropriate and efficient multivariate technique to simultaneously estimate several interdependent regression equations. It is composed of two aspects: the structural and the measurement, illustrated by the path diagram. The structural model refers to the way in which the variables relate and the measurement model is related to the possibility of including latent variables (unobserved variables that are also called constructs, not measured directly, but through other observed variables) in the structural model.

The aim of this work is to describe the Structural Equations model as a method option for the analysis of relations between predictors and outcome in the presence of mediation hypothesis, developing a framework illustrated with an example of the area of health in R software, particularly the Lavaan package.

A practical example was used considering one and two mediators (simple and multiple mediation). In the example, the relationship between child maltreatment measured through the Childhood Trauma Questionnaire (CTQ) and Depression, measured as a latent variable (through several observed, 10 items in the Mini International Neuropsychiatric Interview 5.0 (MINI) questionnaire) is evaluated. Personality traits were measured through the NEO-Five Factor Inventory (NEO-FFI), an instrument that assesses five behavioral tendencies from which Neuroticism and the Openness to Experience were the exploited trends as possible mediators. The example is based in real data.,

The presence of mediation is a theoretical concept and should be explored whenever the theory points it out. The Structural Equations Model proved to be an appropriate and important tool for analyzing the relationship between predictor and outcome in the presence of simple or multiple mediation, and the Lavaan in R software offers the resources to develop this analysis adequately.

Key words: Mediation, Structural Equations Model, Latent variables, Depression, Childhood trauma, Personality

1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho consiste na dissertação de mestrado intitulada “O Modelo de Equações Estruturais na análise de mediação”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em abril de 2019. O trabalho é apresentado em três partes, na ordem que segue:

1. Introdução, Revisão da Literatura e Objetivos;
2. Artigo;
3. Conclusões e Considerações finais.

Documentos de apoio estão apresentados nos anexos e apêndices.

2. INTRODUÇÃO

A descrição de fenômenos coletivos nas ciências da saúde e do comportamento abre portas para a análise de relações entre variáveis. No contexto da pesquisa epidemiológica, as variáveis irão assumir o papel de preditoras e de desfecho. No processo saúde doença, a preditora é aquela variável que precede o desfecho e, em geral, o objetivo é avaliar o quanto a preditora está relacionada com o desfecho. Neste contexto, pode também existir variáveis que venham a intervir nesta relação. Esta intervenção pode ser na forma de mediação, confusão ou moderação. A mediação existe quando a intervenção é de forma indireta, ou seja, quando parte da relação entre preditora e desfecho é devida à existência de uma mediadora no caminho (Preacher 2008, Cheong 2012). Uma variável confundidora, por sua vez, é àquela que, por também ser relacionada com o desfecho, altera a relação preditora-desfecho (Bonita 2006). E, uma variável moderadora, é àquela em cujas categorias haverá relações preditora-desfecho com diferentes sentidos e ou forças. Será objeto de estudo neste trabalho a relação de mediação.

Para avaliar a existência de uma variável mediadora parte-se da idéia que o efeito da relação preditora-desfecho pode ser decomposto em duas partes: efeito direto e efeito indireto. O efeito direto, é aquele que conecta a variável preditora ao desfecho. Por outro lado, o efeito indireto é aquele que é mediado, ou seja, é composto pela relação preditora-mediadora e mediadora-desfecho. Conhecer a forma como uma mediadora se insere no contexto da pesquisa é importante para fazer modificações nesta e assim, mudar o desfecho. É importante destacar que a mediação pode ser simples ou múltipla dependendo se for considerado apenas uma ou mais variáveis mediadoras. Ainda, a hipótese de existir variável mediadora deve ser fundamentada em preceitos teóricos. A análise estatística terá o papel de sustentar ou não a hipótese. Diferentes modelos estatísticos podem ser utilizados para este fim (Vittinghoff 2005).

Dentre os modelos existentes o mais popular é o descrito por Baron e Kenny (1986) que, na prática, é um método composto de quatro passos. Mediação é dita como existente se: a relação preditora-desfecho é significativa; a relação mediadora-desfecho é significativa; a relação preditora-desfecho, quando controlada pela mediadora, não é significativa; e relação mediadora-desfecho, quando controlada pela preditora é significativa. Este método foi criticado por vários motivos, entre estes, o fato de não testar, formalmente, a significância do efeito mediado da preditora no desfecho. O teste de Sobel (1982) foi proposto para contornar esta crítica. É um teste formal para avaliar o efeito indireto que permite a estimação através de intervalos de confiança. O método não paramétrico de *bootstrap* começou a ser utilizado no

intuito de contornar a suposição de normalidade do teste de Sobel (Preacher and Hayes, 2004, 2008). O *bootstrap* é baseado na amostragem repetida do conjunto de dados que estima uma distribuição empírica que é utilizada para construir intervalos de confiança para o efeito indireto (Preacher 2008). Mais recentemente, em 2009, Judea Pearl popularizou os Grafos Acíclicos Direcionados (*Directed Acyclic Graphs*, DAG). Neste caso, a mediação é contextualizada no conceito de relação causa-efeito o que não era abordado por Baron e Kenny. O modelo causal é conhecido como o modelo “ modelo contrafactual” ou Modelo de Rubin. Neste tipo de abordagem são analisados os sujeitos na presença de algumas circunstâncias e também o contrafato, ou seja, como seria o desfecho caso não existisse essa circunstância (Robins e Greenland, 1992). James e Brett, desde 1984, recomendam que, se mediação aparece dentro de um modelo causal, técnicas confirmatórias devem ser utilizadas, como por exemplo Modelos de Equações Estruturais (James 2016).

Os modelos de equações estruturais (*Structural Equation Models*, SEM) são de uso frequente na área da psicologia e das ciências sociais, e uma das razões é que estes métodos ajudam aos pesquisadores a avaliar ou modificar modelos teóricos (Gerbing 1988). Para Kang-Tu (2008) os modelos de Equações Estruturais eram subutilizados em epidemiologia porque a terminologia não era muito conhecida, as hipóteses em relação à distribuição das variáveis eram limitantes, e era difícil de analisar uma relação não linear entre variáveis e testar interações. Porém, os avanços na teoria do Modelo das Equações Estruturais e o desenvolvimento dos softwares resolveram algumas dessas questões. Já não é tão limitante a suposição estrita da normalidade multivariada, e as variáveis de desfecho podem ser binárias ou ordinais (Kang-Tu 2008). O modelo tenta explicar a estrutura de interrelações expressas em uma série de equações similares a uma série de equações de regressões múltiplas, e estas exploram a relação entre variáveis predictoras e de desfecho que entram na análise (Hair,2010). Também este modelo proporciona medidas de ajuste, o que além de avaliar a qualidade do mesmo possibilita a comparação com outros modelos teóricos propostos. A representação das relações entre as variáveis a partir de um diagrama, também faz com que os Modelos de Equações Estruturais permitam uma descrição intuitiva e compreensível dos fenômenos estudados.

Quando os fenômenos estudados implicam uma relação de mediação, um dos modelos mais utilizados é o modelo de equações estruturais (Iacobucci 2008). Além das características citadas acima, este modelo possui várias vantagens na análise da mediação. Primeiramente, ele permite estudar relações entre variáveis que podem ser predictoras e desfechos ao mesmo tempo, e isto faz com que possam ser utilizados para descrever hipóteses que foram colocadas

pelo pesquisador de forma teórica, entre outras, a hipótese mediacional. Por outro lado, estes possibilitam o uso de variáveis não observadas chamadas de latentes o que é outro ponto forte desta análise, já que permite que sejam analisadas relações com variáveis que não foram medidas diretamente, e sim a partir de questões, por exemplo de uma escala. Tanto a preditora, como a mediadora e o desfecho podem ser variáveis latentes.

Dessa forma, este estudo se propõe descrever o modelo de equações estruturais como opção de método estatístico para análise de relações entre preditora e desfecho na presença de hipótese mediacional, desenvolvendo um guia no *software* R, particularmente com o uso do pacote *Lavaan*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura, e os conceitos apresentados serão ilustrados através de um exemplo com dados reais da área da saúde mental. Será apresentado primeiramente o exemplo e as variáveis estudadas para poder revisar os conceitos teóricos.

3.1. EXEMPLO

A personalidade de um indivíduo pode ser influenciada pelos maus-tratos na infância e, ao mesmo tempo, pode influenciar a depressão na vida adulta. Esta situação exemplifica o conceito de mediação. Neste caso, a personalidade pode estar assumindo o papel de variável mediadora na relação maus-tratos na infância-depressão na vida adulta (Hovens 2016). A situação de maus-tratos na infância foi medida através do instrumento *Childhood Trauma Questionnaire* (CTQ), e quanto maior a pontuação maior a carga de maus-tratos recebidos. A depressão foi medida como uma variável latente (através dos 10 itens observados da entrevista semi-estruturada *Mini International Neuropsychiatric Interview 5.0* - MINI). Os traços de personalidade foram medidos através do *NEO-Five Factor Inventory* (NEO-FFI), um instrumento que avalia cinco traços comportamentais. Entre eles, o neuroticismo e a abertura à experiência, que foram as variáveis exploradas neste trabalho como possíveis mediadoras. Sujeitos com maior neuroticismo experimentam mais sentimentos vividos como negativos, como raiva, medo, preocupação, frustração, malhumor. Sujeitos com maior pontuação em abertura à experiência vivenciam mais interesse pela arte, são mais propensas a serem imaginativas e curiosas. As duas variáveis podem ser medidas em todos os sujeitos, que irão pontuar mais ou menos conforme a sua personalidade predominante. Outros traços que compõem o escore, mas que não foram descritos no exemplo, são amabilidade, conscienciosidade e extroversão. A Figura 1 ilustra as hipóteses a serem testadas. Em todas elas observa-se que a variável depressão é medida através das variáveis Q1, Q2, ...Q10. Na Figura 1A a hipótese é que a relação CTQ-depressão é mediada pelo traço neuroticismo (mediação simples). Analogamente, 1B apresenta abertura à experiência como mediadora. E, a hipótese da 1C é que os dois traços mediam a relação conjuntamente (mediação múltipla). Outros modelos teóricos poderiam ser testados, este será o enfoque do presente trabalho.

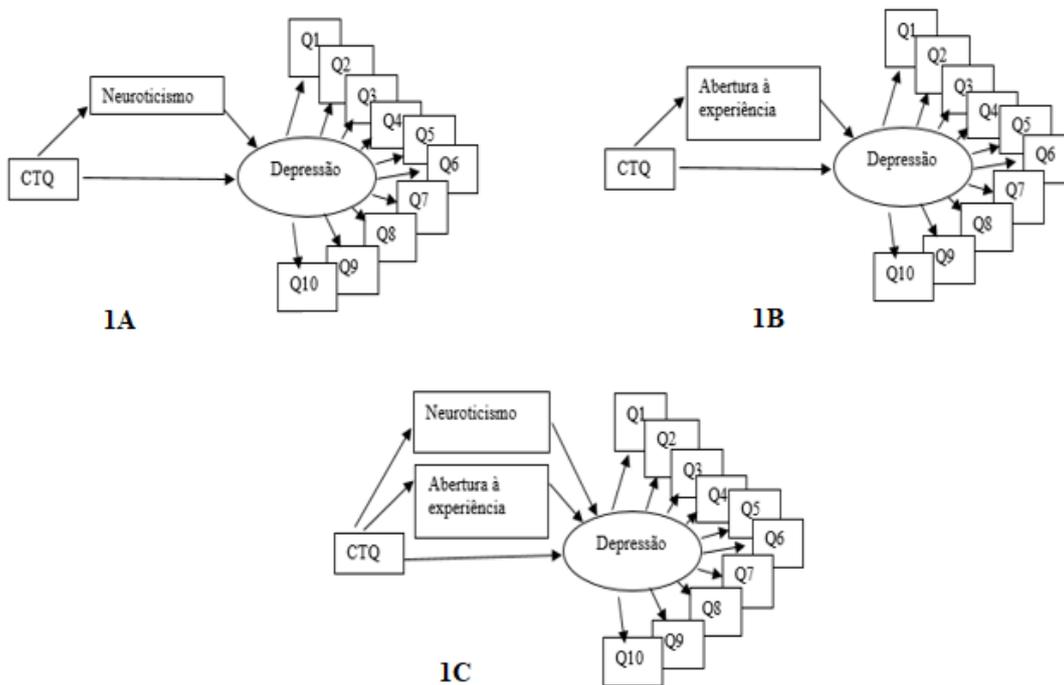


Figura 1. Figura da relação entre os maus-tratos infantis e a depressão mediada por neuroticismo (1A), abertura à experiência (1B) e neuroticismo e abertura à experiência (1C).

3.2. MEDIACAO, CONFUNDIMENTO, MODERAÇÃO

Para avaliar o exemplo, primeiramente deveremos definir o conceito de mediação. Nos exemplos envolvendo relações entre pelo menos três variáveis há diferentes formas destas se relacionarem. A variável mediadora influencia a forma como a preditora e o desfecho se relacionam, intermediando esta relação. É importante destacar que estas três variáveis poderiam se relacionar de outras maneiras, além da mediação. O confundimento e a moderação, são conceitos em que uma terceira variável influenciaria na relação entre variável preditora e desfecho. Deve haver uma distinção entre estes três tipos de variáveis: variável mediadora, variável confundidora e variável moderadora.

A variável mediadora interfere na força da relação preditora-desfecho. Na sua presença, esta relação muda. Se ela não estivesse no caminho da relação entre ambas, só um efeito direto entre a preditora e o desfecho existiriam. Na existência de mediação, esta variável muda esta relação, acrescentando um efeito indireto que é o efeito que passa através da mesma.

A variável confundidora também interfere na relação preditora-desfecho. Porém, isto só acontece quando a variável é relacionada com o desfecho e com a preditora de interesse, e a mesma não forma parte da rota causal entre preditora e desfecho. Se isto acontece, ou seja, se

a variável confundidora se encontra diferentemente distribuída para valores diferentes da preditora em estudo, então os efeitos destas no desfecho podem se confundir. Uma variável associada com a preditora (mas não sendo consequência dela) e o desfecho é uma variável potencialmente confundidora (Bonita 2006).

A variável confundidora distorce a associação observada, e quando se estratifica a análise, a relação entre preditora e desfecho é igual para os níveis da confundidora. Já a moderadora, após análise estratificada, a relação entre preditora e desfecho é diferente para cada nível (Bauman 2002).

A variável moderadora é também uma variável em cuja presença a relação entre a preditora e o desfecho muda. Porém, a sua forma de influenciar é distinta. Uma variável moderadora é definida como uma variável qualitativa ou quantitativa que afeta a direção ou a força da relação entre uma variável preditora e um desfecho conforme os valores assumidos pela moderadora, ou seja, para diferentes valores da variável moderadora a relação entre uma variável preditora e o desfecho é distinta (Baron e Kenny 1986). A moderação é um conceito análogo ao conceito estatístico de interação em que, em níveis diferentes da terceira variável, a relação entre a preditora e o desfecho são diferentes (Bauman 2002).

A fim de esclarecer estes três conceitos, diferentes e importantes, é apresentada a Figura 2. Na Figura 2A é apresentada uma relação de mediação simples (mediação na presença de uma única variável mediadora). É possível observar uma relação entre a preditora (P) e o desfecho (D), passando através de uma variável mediadora (M). Na Figura 2B é apresentada uma relação de confundimento, em que existe uma variável confundidora (C) que se relaciona com a preditora e com o desfecho, e confunde a relação entre estas. Na Figura 2C, uma relação de moderação é apresentada. É possível observar que para os diferentes níveis da variável moderadora (M') a relação entre a preditora (P) e o desfecho (D) muda na sua força, e esta força diferente de associação está representada pela espessura diferente da linha que une preditora ao desfecho.

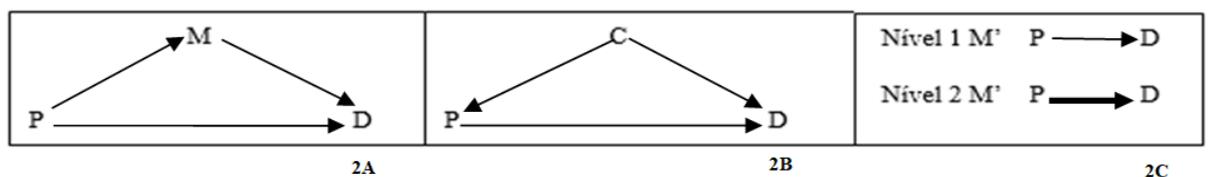


Figura 2. Figura da relação entre preditora e desfecho na presença de mediadora (2A), confundidora (2B) e moderadora (2C).

Exemplo: Exemplificando o conceito de confundimento, com ajuda do exemplo, é possível pensar uma relação entre maus-tratos na infância medido pelo CTQ e depressão na idade adulta. Se o status socioeconômico se relacionasse com o CTQ e ao mesmo tempo com a Depressão, esta poderia ser considerada uma variável confundidora, considerando que status socioeconômico não faça parte da cadeia causal que liga os maus-tratos à depressão. Para exemplificar a moderação, poderíamos pensar que a relação entre maus-tratos na infância e o desfecho depressão poderia ser maior em homens do que em mulheres. Ou seja, que os maus-tratos nos meninos poderia ser mais grave que nas meninas em relação ao seu impacto na depressão na vida adulta. Neste caso o sexo seria uma variável moderadora, já que em níveis diferentes desta variável, a relação entre maus-tratos na infância e depressão é diferente. E no caso da mediação a personalidade de um indivíduo pode ser influenciada pelos maus-tratos na infância e, ao mesmo tempo, esta pode influenciar a depressão na vida adulta, ou seja, poderia mediar esta relação. Este será o tipo de relação estudado.

3.3. MEDIAÇÃO

O conceito de mediação data de 1928 quando Woodworth apresentou o modelo geral de conduta. Este modelo postula que um estímulo atua sobre um organismo que provoca uma resposta (conhecido na literatura como *SOR: stimulus-organism-response*). Neste modelo, o organismo (mecanismos biológicos ou fisiológicos) é visto como uma variável mediadora que traduz o estímulo à resposta (Baron e Kenny 1986; Bauman 2002; Mackinnon 2008; Cheong 2012). Desde então é um conceito que tem sido bastante discutido e, mesmo que não sejam definições de mediação completamente conflitantes, geraram pontos de vista diferentes entre autores. Uma destas diferenças é a exigência para que uma variável seja considerada mediadora. Vittinghoff define uma variável mediadora como uma variável que interfere sobre a via causal entre uma preditora de interesse e um desfecho, mediando o efeito desta preditora no desfecho. Para este autor são três aspectos que caracterizam uma hipótese mediacional: a preditora de interesse prediz a mediadora, a mediadora prediz o desfecho em um modelo controlado por esta preditora e a relação da preditora no desfecho é atenuada com a inclusão da mediadora (Vittinghoff 2005). Preacher (2008), por sua vez, considera que a mediação existe quando uma preditora afeta o desfecho de forma indireta através de uma mediadora. Para Choeng uma mediadora seria uma terceira variável que intervém na relação entre uma variável preditora e um desfecho, transmitindo o efeito da variável preditora no desfecho (Choeng 2012). Vieira (2009), postula que uma variável é uma mediadora na relação

probabilística entre uma preditora principal e um desfecho se a mediadora é uma função probabilística da preditora, e se o desfecho é uma função probabilística da mediadora. É possível observar neste tipo de relação que a mediadora depende da preditora, e o desfecho depende da mediadora. Mediação é a variação da magnitude da relação entre uma variável preditora e um desfecho, devido a uma terceira variável e há casos em que esta diminuição chega a zero, sendo considerada uma mediação total. Para Abbad (2002) o conceito de mediação implica a existência de uma relação causal entre as variáveis, e para o autor uma variável mediadora é aquela que, ao entrar na equação de Regressão entre a variável preditora e o desfecho, enfraquece a magnitude do relacionamento entre ambas (Abbad 2002).

3.4. MODELO DE MEDIAÇÃO SIMPLES E MÚLTIPLA

O modelo de mediação simples é caracterizado pela presença de apenas uma variável mediadora M. Para compor este modelo considera-se, também, apenas uma preditora P e apenas um desfecho D. O modelo de mediação múltipla, por sua vez, envolve mais de uma mediadora na relação entre uma preditora e um desfecho.

3.5 ABORDAGEM TRADICIONAL DE MEDIAÇÃO

Embora o enfoque deste trabalho é a utilização de equações estruturais, é importante o conhecimento da abordagem tradicional pois esta é a base para a compreensão de como o conceito teórico de mediação é avaliado de forma estatística.

Na abordagem tradicional, popularmente conhecida por estratégia de caminhos causais de Baron e Kenny (Baron e Kenny 1986), a análise é composta de quatro etapas: o estudo do efeito total da preditora no desfecho, do efeito da preditora na mediadora, do efeito da mediadora no desfecho e do efeito direto da preditora no desfecho.

Existem algumas diferenças quando se trata de uma mediação simples (uma única variável mediadora) ou múltipla (mais de uma variável mediadora). Nas próximas sessões serão destacados os aspectos mais importantes da mediação simples e da mediação múltipla.

3.5.1 MEDIAÇÃO SIMPLES

A mediação é considerada simples quando há apenas uma mediadora no caminho da relação entre a preditora e o desfecho. A Figura 3B ilustra esta relação. A Figura 3A ilustra a relação entre preditora e desfecho na ausência de mediação (Preacher, 2008).

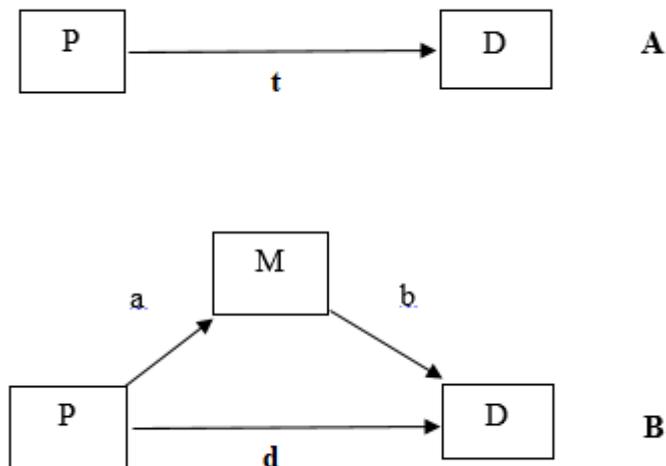


Figura 3. Representação da relação entre uma preditora e um desfecho na ausência (A) e presença (B) de mediação com uma variável mediadora (M).

No caso de mediação simples a estratégia se resume em ajustar, de forma independente, três equações de regressão linear. As equações a serem ajustadas são dadas por

$$D = i_1 + tP + e_1, \quad (1)$$

$$D = i_2 + dP + bM + e_2, \quad (2)$$

$$M = i_3 + aP + e_3, \quad (3)$$

Onde i_1 , i_2 e i_3 são os interceptos, a , b , t e d os coeficientes angulares e e_1 , e_2 e e_3 os erros das equações. Os coeficientes a , b , t , e d representam, respectivamente, a , a relação da preditora na mediadora, b , a relação da mediadora no desfecho ajustado para a preditora, t , o efeito total da preditora no desfecho, e d a relação direta da preditora no desfecho ajustada pela mediadora. Os parâmetros das regressões podem ser estimados utilizando, por exemplo, mínimos quadrados ordinários (MQO).

A Equação (1) refere-se à relação entre a preditora e o desfecho, onde t representa o efeito total da preditora no desfecho D . A Equação (2) inclui a mediadora M . O coeficiente b é o efeito da mediadora M ajustado em um modelo que inclui a variável preditora P , e d será o efeito direto. A Equação (3) representa a relação entre a mediadora e a preditora e “ a ” é o intercepto da regressão simples da preditora na mediadora. Estas equações fazem parte das quatro etapas de Baron e Kenny (1986) que consistem em:

- 1) O coeficiente t da primeira equação seria significativo para mostrar que existe uma relação entre P e D, mas este ponto é controverso, porque pode acontecer que esta relação não seja significativa e efetivamente exista uma mediação (na situação de efeitos iguais com sinais inversos nas relações preditora-desfecho e mediadora-desfecho anulariam aparentemente esta relação P e D);
- 2) A variável P está associada com a mediadora, e isto é avaliado pelo coeficiente a;
- 3) A variável M pode estar associada com D quando é controlada esta relação por P e isto pode ser visto na significância estatística do coeficiente b da equação;
- 4) O efeito direto, d pode não ser estatisticamente significativo.

Segundo Mackinnon (2008) existem duas formas de quantificar o efeito de P em D mediado por M: $(a*b)$ ou $(t-d)$. O produto de a e b pode ser interpretado da seguinte forma: quanto um aumento de uma unidade em P afeta D passando por M. Então, o efeito total pode ser calculado como a soma de $a*b$ mais d $((a*b) +d)$. Uma das formas de ver se o efeito mediado é significativamente diferente de 0 é observar se o intervalo de confiança calculado inclui ou não o 0, assim como é realizado para qualquer coeficiente da regressão. Também é possível dividir a o efeito mediado estimado pelo erro padrão e comparar com os valores de uma distribuição normal. Caso esta razão esteja acima de 1,96 então ele difere significativamente de 0 para um α de 0,05.

Os pressupostos são os pressupostos de todo modelo de Regressão linear: as variáveis se relacionam de forma linear, não há omissão de variáveis importantes no modelo, as medidas relacionadas são acuradas, e os resíduos são não correlacionados e tem variância constante para cada valor da variável preditora.

Como esta análise é no contexto de um modelo de mediação há outros pressupostos vinculados, principalmente relacionados com a teoria de mediação. É assumido que P vem antes de M e que M vem antes de D do ponto de vista temporal. A análise de mediação pode diferir conforme o tipo de variável a ser analisada.

Além das formas acima utilizadas para testar os efeitos de mediação existe a metodologia *bootstrapping*, onde não é necessário assumir distribuição normal. Este método implica a repetição da amostragem e estimativa do efeito da mediação tendo uma aproximação empírica de ab.

3.5.2 MEDIAÇÃO MÚLTIPLA

Na área da saúde é comum a existência de relações complexas envolvendo, por exemplo, mediação simultânea de várias variáveis, ou mediação múltipla (Preacher 2008). A Figura 4 ilustra a relação entre uma preditora e um desfecho na presença de duas mediadoras M_1 e M_2 . Assim como no caso de mediação simples, a Figura 4A apresenta a relação entre preditora e desfecho na ausência de mediação e a Figura 4B na presença de duas Mediadoras, M_1 e M_2 (Preacher, 2008).

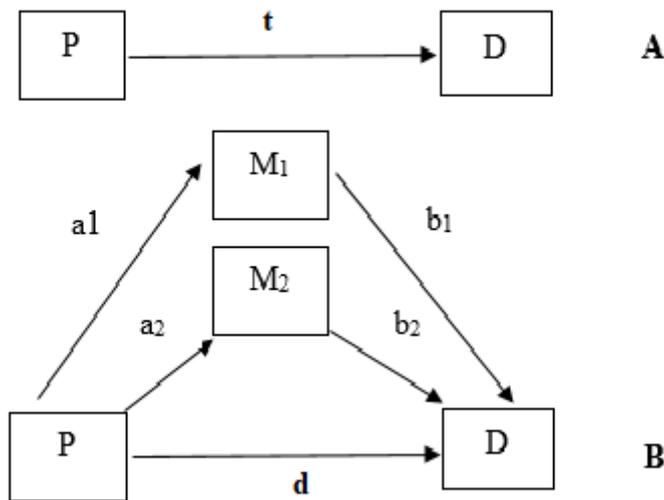


Figura 4. Figura da relação entre uma variável preditora (P) e um desfecho (D) na ausência e presença de mediação com mais de uma variável mediadora (M_1, M_2).

No caso da mediação múltipla, são quatro as equações que devem ser ajustadas e elas são dadas por:

$$D = i_1 + tP + e_1, \quad (4)$$

$$D = i_2 + dP + b_1M_1 + b_2M_2 + e_2, \quad (5)$$

$$M_1 = i_3 + a_1P + e_3, \quad (6)$$

$$M_2 = i_4 + a_2P + e_4, \quad (7)$$

onde i_1, i_2, i_3 e i_4 são os interceptos, a_1, a_2, b_1, b_2, t e d são os coeficientes angulares e e_1, e_2, e_3 , e e_4 os erros das equações. Os coeficientes a_1 e a_2 representam, a relação da preditora nas mediadoras M_1 e M_2 . Os coeficientes b_1 e b_2 representam a relação das mediadoras M_1 e M_2 no desfecho ajustado para a preditora. O coeficiente representa t , o efeito total da preditora no desfecho, e o coeficiente d a relação direta da preditora no desfecho ajustado pelas duas mediadoras. Note que, a inclusão de mais de duas mediadoras é direta. É possível observar que as variáveis M_1 e M_2 unem as preditora P e o desfecho D através dos caminhos similares

aos que aparecem em uma mediação simples, e serão chamados neste caso de a_1 , b_1 , a_2 e b_2 conforme sejam os caminhos mediados por M_1 ou M_2 .

A Equação (4) refere-se à relação entre a preditora e o desfecho, onde t representa o efeito total da preditora no desfecho D . A Equação (5) inclui as duas mediadoras M_1 e M_2 . A covariância entre ambas está incluída já que de alguma forma as mediadoras podem estar relacionadas. Os coeficientes b_1 e b_2 são os efeitos das mediadoras M_1 e M_2 , ajustadas em um modelo que inclui a variável preditora P , e d será o efeito direto. As Equações (6) e (7) representam a relação entre cada uma das mediadoras e a preditora e a_1 e a_2 são os coeficientes lineares das regressões simples da preditora nas mediadoras. Os produtos de a_1 e b_1 , assim como a_2 e b_2 são os efeitos mediados, que serão dois no modelo do exemplo (um para M_1 e um para M_2). O efeito ajustado para os dois mediadores d será o efeito direto, e teremos agora que $a_1b_1 + a_2b_2 = t - d$. Então o efeito total t será decomposto no efeito direto d e dois efeitos mediados.

Segundo Preacher (2008), há várias vantagens de testar efeitos indiretos mediados por múltiplas mediadoras.

3.6 MODELOS DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS

O modelo de equações estruturais é uma técnica multivariada apropriada e eficiente para estimar, simultaneamente, várias equações de regressão interdependentes. Pode ser definido como uma extensão de técnicas já conhecidas, como a Análise Fatorial e a Regressão Múltipla (Hair 2010). Este modelo é composto por dois aspectos: o estrutural e o de mensuração e é ilustrado pelo diagrama de caminhos (*path model*). É utilizado em análises estatísticas para avaliar relações entre múltiplas variáveis que podem ser ou não observáveis diretamente. Entre estas relações, destaca-se a sua utilização na análise de efeitos de mediação. Neste contexto, as maiores vantagens do modelo de equações estruturais quando comparados ao método clássico de Baron e Kenny é a possibilidade da inclusão de variáveis não observáveis e de caminhos mais complexos de relações e os métodos de estimação que partem do fato das equações lineares serem ajustadas conjuntamente.

3.6.1 MODELO TEÓRICO E DIAGRAMA DE CAMINHOS

O primeiro passo na estruturação de um modelo de equações estruturais para avaliar mediação é desenvolver a base teórica deste modelo, ou seja, o que a teoria postula sobre quais são as possíveis variáveis predictoras e mediadoras do desfecho de interesse. A modelagem terá o papel de apoiar ou não este modelo teórico. O segundo passo é, então, representar o modelo

teórico através de um diagrama de caminhos como mostra a Figura 5. Em um Diagrama de Caminhos as variáveis observadas são representadas por retângulos e os constructos não observáveis por ovais. As setas retas indicam a relação entre as variáveis (a ponta da seta indica a dependente), e as setas curvas indicam que as variáveis são correlacionadas. Assim na Figura 5 são apresentadas as variáveis mediadoras neuroticismo e abertura à experiência com retângulos, assim como a preditora CTQ que mede os maus-tratos na infância. A variável depressão é representada por um oval, e as variáveis observadas (10 questões do MINI) são representadas por retângulos também.

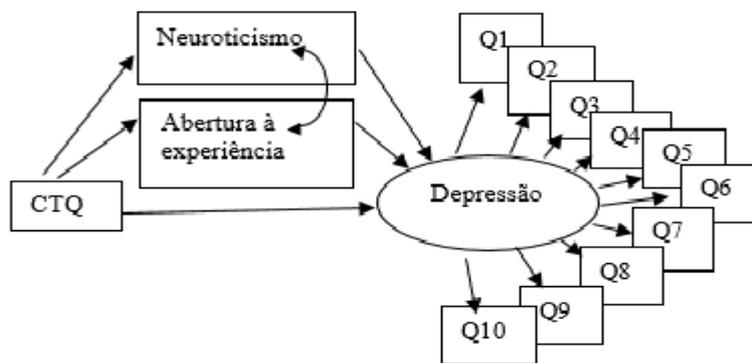


Figura 5.- Figura da relação entre CTQ e depressão mediada por neuroticismo e abertura à experiência.

3.6.2 MODELO ESTRUTURAL E MODELO DE MENSURAÇÃO

O modelo estrutural se refere à forma em que as variáveis se relacionam, e o modelo de mensuração tem relação com a possibilidade de incluir variáveis latentes (variáveis não observadas que, também, são chamadas de constructos, que são variáveis não medidas diretamente, mas através de outras variáveis observadas) no modelo estrutural. Os constructos em modelo de equações estruturais podem ser classificados em dois tipos, os constructos endógenos e exógenos. Os endógenos são aqueles que podem ser preditos por um ou vários outros constructos ou variáveis. Os exógenos são variáveis independentes, que não seriam preditas por outras no modelo. O constructo endógeno no exemplo foi a depressão e a equação para esta variável é:

$$D=q_1Q_1+q_2Q_2+\dots+q_{10}Q_{10}+e_1,$$

sendo D o desfecho depressão, Q_1, Q_2, \dots, Q_{10} as questões do MINI e q_1, q_2, \dots, q_{10} os coeficientes estruturais, e e_1 o erro de medida ou erro de especificação do modelo. Esta seria a parte do modelo denominado modelo de mensuração, ou seja a parte que se refere a mensuração da depressão através das questões do questionário. Para poder responder se os indicadores realmente medem o constructo que se propõem a medir, uma Análise Fatorial Confirmatória pode ser conduzida, e este é um dos aspectos do modelo de equações estruturais.

O modelo estrutural, relacionado com a hipótese de mediação, estaria em sua forma simples dado pelas relações de mediação existentes entre CTQ, neuroticismo e depressão. Estas são as seguintes:

$$D = d * CTQ + b * \text{neuroticismo},$$

onde d é o coeficiente da relação entre CTQ e a depressão ajustada para neuroticismo e b a relação entre neuroticismo e depressão ajustada para CTQ. E a relação entre neuroticismo e CTQ é dada por:

$$\text{neuroticismo} = a * CTQ,$$

onde a é o coeficiente da relação entre CTQ e neuroticismo.

3.6.3 IDENTIFICAÇÃO DO MODELO

Um dos problemas que podem surgir quando é usado um modelo de equações estruturais é o problema de identificação do modelo. De forma simplificada, um problema de identificação aparece quando o modelo não gera uma solução única. E de se suspeitar problemas de identificação do modelo quando há erros padrões grandes de um ou mais coeficientes, problemas do programa para inverter a matriz de informação, variâncias negativas ou altas correlações entre os coeficientes estimados (Hair 2010). Para resolver os problemas de identificação do modelo pode se pensar em corrigir alguns aspectos, como o número de coeficientes a estimar, diminuindo o número de caminhos a serem estimados. Em outros casos modelos alternativos com outras variáveis podem ser necessários para ser comparados com o modelo teórico original.

3.6.4 MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO

Existem vários métodos para estimar os coeficientes dos Modelos de Equações Estruturais. O Método da Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood Estimation, MLE*) é o método utilizado na maior parte dos programas que fazem modelo de equações estruturais (método em geral do *default*). Este método é aquele no qual o estimador maximiza a verossimilhança quando os dados foram extraídos de forma aleatória da população. É assumido que há

normalidade multivariável para as variáveis endógenas e, quando calculados em amostras grandes, são assintoticamente não viesados, eficientes e consistentes (Kline, 2011).

Além do Estimador de Máxima Verossimilhança existem outros métodos para estimação de variáveis endógenas com distribuição normal multivariável. Estes são os Mínimos Quadrados Generalizados (*Generalized least squares*, GLS)) e Mínimos Quadrados não Ponderados (*Unweighted least squares*, ULS). O ULS (da família dos OLS) minimiza a soma dos quadrados das diferenças entre a amostra e as covariâncias do modelo e ele requer que todas as variáveis observadas sejam medidas na mesma escala, mas ele é melhor que o Estimador de Máxima verossimilhança porque não requer que haja uma matriz de covariância positiva definida. O GLS é da família dos *fully weighted least squares* (WLS), e ele pode ser usado para dados sem distribuição normal, e tem a vantagem de não depender da escala em que as variáveis são medidas, ou seja elas podem ter escalas diferentes. Quando é possível assumir normalidade multivariável este é assintótico em relação ao resultado obtido pelo MLE.

Quando a variável endógena não é contínua ou a sua distribuição se desvia muito da normalidade outros métodos são necessários. Quando as variáveis não têm distribuição normal, uma opção seria fazer uma transformação da variável e utilizar nesta transformação o Estimador de Máxima Verossimilhança (MLE). Outra opção para desfechos contínuos, mas não normais seria usar erros padrão robustos e os modelos dos testes estatísticos corrigidos. Um exemplo de teste estatístico é o Satorra-Bentler que ajusta o valor do Qui-quadrado do MLE por uma medida que reflete o grau de curtose.

Outra forma possível de fazer as inferências, quando as variáveis não têm distribuição normal, seria através de métodos nonparamétricos de *bootstrapping* onde os erros padrão, parâmetros, e modelo são estimados a partir de um grande número de amostras hipotéticas.

Já quando as variáveis endógenas não são contínuas (por exemplo em caso de desfecho binário ou ordinal) pode ser que o MLE seja inacurado. Então o uso de estimadores da família do WLS pode ser utilizado ou o uso de parcelas pode ser interessante.

Existem outros métodos como metodologia para variável contínua/categórica (*Continuous/categorical variable methodology*, CVM) para desfechos dicotômicos, ordinais ou contínuos. O modelo é estimado da forma que é estimado o Mínimos quadrados ponderados (Weighted least Squares, WLS) e testes estatísticos corrigidos são fornecidos. O que irá mudar será o tipo de matriz de correlação. Uma variável latente cujos indicadores são dicotômicos terá uma matriz tetracórica e quando os mesmos são categóricos a matriz será policórica. Estimadores da família do WLS pode ser usado para desfecho contínuo ou ordinal

e existem alguns que não assumem uma distribuição específica. Outra opção seria usar parcelas de itens. Em um escore podem ser analisadas parcelas de itens como se fossem domínios, e esses domínios fossem contínuos. Em geral o melhor é nestes domínios utilizar o MLE, porque são mais fáceis de utilizar que os WLS. O uso das parcelas é controverso porque seria assumido que os itens medem um mesmo constructo. Dividir em parcelas pode mascarar uma estrutura multidimensional e essa é uma crítica a esta modalidade de análise.

Quando a variável endógena é contínua, mas a sua distribuição não é normal o melhor é usar estimadores corrigidos, e quando não é contínua o melhor é utilizar formas robustas do WLS (Kline 2011).

Uma diferença importante entre o Estimador de Máxima Verossimilhança e outros é que na maioria dos estimadores a variância populacional é estimada através da variância amostrais, donde o numerador é a soma dos quadrados dos desvios da média e o denominador são os graus de liberdade entre os grupos ($N-1$). Já para o estimador de máxima verossimilhança o denominador é o N , o que faz que em amostras pequenas ele é negativamente enviesado. Já em amostras grandes ou muito grandes ele é similar porque N é aproximadamente igual à $N-1$. O método de estimação é iterativo até convergir em uma solução, a estimativa inicial dos parâmetros. O Método de Máxima Verossimilhança assume que as variáveis não são padronizadas e calcula o erro padrão só para a solução não padronizada. Assume também que não há dados perdidos, que os escores são independentes, que há normalidade multivariável das variáveis endógenas e independência das variáveis exógenas e dos erros. Uma das suposições mais importantes é que o modelo está corretamente especificado. Se há erro de especificação para um parâmetro haverá para os outros e isto é chamado de propagação do erro.

3.6.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO AJUSTE

Existem muitas estatísticas de ajuste desenvolvidas na literatura de modelos de equações estruturais e novas estatísticas estão sendo desenvolvidas continuamente. Alguns aspectos são destacados por Kline (2011) em relação às medidas de ajuste, que servem para validar o modelo. O mais importante a lembrar é que estas medidas avaliam o ajuste global do modelo e cada uma reflete um aspecto diferente do ajuste. Portanto, é necessário a utilização de várias medidas de ajuste. Ainda, para cada uma delas, não existirá um ponto de corte absoluto que indique que o modelo é adequado ou não. As medidas de ajuste não sinalizam se o modelo tem ou não uma boa capacidade de predição e também não significam que o modelo tenha um

bom significado teórico. Estas medidas não distinguem o que pode ser um erro de amostragem ou o que poderia ser evidência contra o modelo de covariância. Estas são medidas contínuas, que não estão relacionadas com o nível de subespecificação, e eles dão uma informação qualitativa ou descritiva do ajuste do modelo. Abaixo, citamos algumas dessas medidas que devem ser utilizadas como complementares na avaliação do ajuste.

Estatística Qui-quadrado: é a estatística mais básica utilizada. Avalia se a matriz de covariância do modelo é aproximadamente igual à matriz de covariância da amostra, ou seja, se a amostra se ajusta ao modelo. É desejável que o valor do Qui-quadrado seja pequeno e, conseqüentemente, valor de P grande (em geral acima de 0,05). Neste caso então o modelo seria consistente com a covariância dos dados, mas continuaria sendo desconhecido se ele é correto. Este teste pode ser afetado pela não normalidade multivariável, pela não aleatoriedade das amostras, pelas altas correlações entre as variáveis, pela pouca consistência interna (caso as medidas provenham de um escore), e por tamanhos de amostra muito grandes ou pequenos. Mas um resultado não esperado do teste pode ser um chamado de atenção, e pode ajudar a explicar o motivo pelo qual o modelo pode ter falhado.

RMSEA (*Steiger-Lind root mean square error of approximation*): é um índice de *badness off fit*. Este índice complementa o Qui-quadrado e leva em conta os graus de liberdade. Quanto maior, mais parcimônia (mais graus de liberdade), ou maior tamanho de amostra, o Qui-quadrado decresce.

$$RMSEA = \sqrt{\frac{\chi^2 - gl(\text{Modelo})}{gl(\text{Modelo})(N - 1)}}$$

O RMSEA populacional é denotado ε . Valores acima de 0,10 implicam um pobre ajustamento. Valores abaixo de 0,10 são os desejados.

GFI (*Jöreskog-Sörbom Goodness of Fit Index*): é um índice cujos valores estão entre 0 e 1, sendo 1 o melhor. O GFI estima a proporção da covariância na matriz de covariância da amostra explicada pelo modelo. Estima o quanto melhor é o modelo proposto comparado com a ausência de modelo.

$$GFI = 1 - \frac{C_{res}}{C_{tot}},$$

sendo Cres: soma dos quadrados da covariância residual e Ctot a soma dos quadrados total da matriz. Os valores variam com o tamanho da amostra, aumenta com o número de casos, mas conforme Kline, é menos afetado que o RMSEA.

CFI (*Bentler Comparative Fit Index*): é também um valor entre 0 e 1 sendo 1 o melhor. Ele compara o modelo de pesquisa versus um modelo basal (de independência).

$$CFI = 1 - \frac{\chi^2_{Modelo} - gl_{Modelo}}{\chi^2_{Basal} - gl_{Basal}}$$

Sendo gl os graus de liberdade. O valor 1 significa que χ^2_{Modelo} é menor que os graus de liberdade do modelo, mas não sinaliza que o modelo é perfeito que aconteceria se fosse $\chi^2_{Modelo} = 0$. Um valor de $CFI \geq 0,95$ é o ideal.

SRMR (*Standardized Root Mean Square Residual*): Este índice é baseado no índice RMR que é calculado levando em conta a covariância dos resíduos, ou seja, as diferenças entre as covariâncias previstas pelo modelo e as observadas. Para o cálculo do SRMR as matrizes de covariâncias previstas e observadas na amostra são transformadas em matrizes de correlação. O mais adequado seria observar a matriz de correlação dos resíduos, o seu padrão de correlação e reportar este padrão, ao invés de simplesmente colocar o valor de SRMR.

4. JUSTIFICATIVA

A literatura é vasta nos assuntos mediação e modelo de equações estruturais e aparece como interessante a ideia de apresentar estes de forma conjunta e prática.

Este trabalho pretende compilar as principais ideias destes dois assuntos e, ainda, apresentar como este tipo de análise pode ser conduzida na prática utilizando o *software* R. Pretende-se contribuir com a divulgação deste tema oportunizando o aprendizado desta técnica estatística na mediação, a qual mostra-se de grande valia na área da saúde. A necessidade de disponibilizar um material que sintetize e reúna estas informações justificam este trabalho.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo Geral

Descrever o modelo de equações estruturais como opção de método estatístico para análise de relações entre variáveis preditoras e desfecho na presença de hipótese mediacional.

5.2 Objetivos Específicos

- Apresentar o desenvolvimento teórico do modelo de equações estruturais enfatizando sua aplicação na análise de relações com variáveis mediadoras;
- Sintetizar o desenvolvimento do modelo no *software* R, particularmente o pacote *lavaan*;
- Ilustrar o desenvolvimento do modelo com um exemplo da área da saúde;
- Desenvolver um guia que possa auxiliar pesquisadores da área da saúde a compreender este modelo e utilizá-lo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbad G, Torres CV. Regressão múltipla *stepwise* e hierárquica em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. *Estudos Psicologia*. 2002;7(esp):19-29.

Anderson JC, Gerbing DW. Structural equation modeling in practice: a review and recommended two-step approach. *Psychol Bull*. 1988;103(3):411-23.

Baron RM, Kenny DA. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *J Personal Soc Psychol*. 1986;51(6):1173-82.

Bauman AE, Sallis JF, Dzewaltowski DA, Owen N. Toward a better understanding of the influences on physical activity. *Am J Prev Med*. 2002;23(2S):5-14.

Bonita R, Beaglehole R, Kjellström T, *Epidemiologia Básica*. 2ª ed, Organização Mundial da Saúde, 2006.

Cheong J, MacKinnon DP. Meditation/indirect effects in structural equation modeling. In: Hoyle RH, editor. *Handbook of Structural Equation Modeling*. New York: The Guildford Press; 2012. p. 417-35.

Demming CL, Jahn S, Boztug Y. Conducting mediation analysis in marketing research. *J Res Management*. 2017;39(3):76-93.

Ditlevsen S, Christensen U, Lynch J, Damsgaard MT, Keiding N. The mediation proportion. A structural equation approach for estimating the proportion of exposure effect on outcome explained by an intermediate variable. *Epidemiol*. 2005;16(1):114-20.

Grassi-Oliveira R, Stein LM, Pezzi JC. Tradução e validação de conteúdo da versão em português do *Childhood Trauma Questionnaire*. *Rev Saúde Pública*. 2006;40(2):249-55.

Hair Jr JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. *Multivariate Data Analysis: Overview of multivariate methods*. 7ª ed, Pearson Education, Upper Saddle River, 2010.

Hovens JGFM, Giltay EJ, van Hemert AM, Penninx BWJH. Childhood maltreatment and the course of depressive and anxiety disorders: the contribution of personality characteristics. *Depression and Anxiety*. 2016;33:27-34.

Iacobucci D. *Mediation Analysis*, SAGE Publications, Inc, 2008.

James LR, Mulaik SA, Brett JM. A tale of two methods. *Org Res Methods*. 2006;9(2): 233-44.

Kline R., *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* 3^a ed, The Guilford Press, 2011.

MacCallum RC, Austin JT. Applications of structural equation modeling in psychological research. *Annu Rev Psychol*. 2000;51:201-26.

MacKinnon DP, Cheong J, Pirlott AG. Statistical mediation analysis. In: Cooper H, Camic PM, Long DL, Panter AT, Rindskopf D, Sher KJ, editors. *APA handbook of research methods in psychology*. Washington, DC, US: American Psychological Association; 2012. p. 313-31.

Pedroso-Lima M, Magalhães E, Salgueira A. A versão portuguesa do NEO-FFI: Caracterização em função da idade, género e escolaridade. *Rev Associação Portuguesa de Psicologia*. 2014; 28 (2):1-10.

Preacher KJ, Hayes AF. Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behav Res Methods*. 2008;40(3):879-91.

Robins MJ, Greenland S. Identifiability and Exchangeability for direct and indirect effects. *Epidemiology*, 1992;3(2),143-155.

Sobel ME. Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. *Sociol Methodol*. 1982;13:290-312.

Valente 2016, A Note on Testing Mediated Effects in Structural Equation Models: Reconciling Past and Current Research on the Performance of the Test of Joint Significance, *Rev Educational and Psychological Measurement* , 2016, 76(6) 889–911.

Vieira VA. Moderação, mediação, moderadora-mediadora e efeitos indiretos em modelagem de equações estruturais: uma aplicação no modelo de desconfirmação de expectativas. *Rev Adm.* 2009;44(1):17-33.

Vittinghoff E, Glidden DV, Shiboski SC, McCulloch CE. *Regression methods in biostatistics: linear, logistic, survival, and repeated measures models.* Springer Science; 2005. 346p.

Tu YK. Commentary: is structural equation modelling a setp forward for epidemiologists? *Int J Epidemiol.* 2009;38:549-51.

Zhao X,Lynch J,Chen Q. Reconsidering Baron and Kenny: Myths and Truths about Mediation Analysis. *Rev Journal of consumer research* 2010; 37.

7. ARTIGO

Análise de mediação por meio de Modelo de equações estruturais: uma abordagem epidemiológica

Daniela Benzano Bumaguin, Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Patrícia Klarmann Ziegelmann, Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

A ser enviado a revista *Cadernos de Saúde Pública*: Questões Metodológicas

Resumo

A descrição de fenômenos coletivos nas ciências da saúde abre portas para a análise de relações entre variáveis preditoras e de desfecho. Quando uma terceira variável é incluída na relação entre ambas, afetando ou intervindo indiretamente a sua relação frequentemente trata-se de uma variável mediadora. Na presença de mediação o efeito total da relação preditor-desfecho é decomposto em efeito direto (da preditora) e efeito indireto (da mediadora). O modelo de equações estruturais é uma técnica estatística interessante no contexto de hipótese de mediação pois é uma técnica multivariada apropriada, eficiente e completa para estimar, simultaneamente, várias equações de regressão interdependentes. É composto pelo aspecto estrutural, que se refere à forma em que as variáveis se relacionam, pelo aspecto de mensuração, que possibilita a inclusão de variáveis latentes e o diagrama de caminhos que ilustra as relações modeladas. Porém, não é muito popularizada na área da saúde. O objetivo deste trabalho é apresentar como o modelo de equações estruturais pode ser utilizado na prática para modelar relações de mediação. Foi utilizado um banco de dados real da área da psiquiatria envolvendo hipótese de mediação simples e múltipla. As análises foram realizadas no aplicativo R através do pacote *Lavaan*. As análises são descritas passo a passo sendo apresentados todos os comandos utilizados com explicações dos mesmos. Ênfase é dada nas interpretações dos resultados e também é ilustrado como os resultados devem ser apresentados em trabalhos científicos. A presença de mediação é um conceito teórico que deve ser explorado sempre que a teoria o aponte. O modelo de equações estruturais é uma ferramenta apropriada e importante para a análise da relação preditor-desfecho na presença de mediação simples, ou múltipla e o pacote *Lavaan* no R oferece recursos para desenvolver esta análise de forma adequada.

Palavras-chave: Mediação, Modelo de equações estruturais, Variáveis latentes, Depressão, Maus-tratos infantil, Personalidade.

Introdução

A descrição de fenômenos coletivos nas ciências da saúde e do comportamento abre portas para a análise de relações entre variáveis. No contexto da pesquisa epidemiológica, as variáveis irão assumir o papel de preditoras e de desfecho. No processo saúde doença, a preditora é aquela variável que precede o desfecho e, em geral, o objetivo é avaliar o quanto a preditora está relacionada com o desfecho. Neste contexto, pode também existir variáveis que venham a intervir nesta relação. Esta intervenção pode ser na forma de mediação, confusão ou moderação. A mediação existe quando a intervenção é de forma indireta, ou seja a variável mediadora está no caminho entre preditora e desfecho. Uma variável confundidora, por sua vez, é àquela que, por também ser relacionada com o desfecho, altera a relação preditora-desfecho e uma moderadora, é àquela em cujas categorias haverá relações preditora-desfecho com diferentes sentidos e ou forças.

Para avaliar a existência de uma variável mediadora parte-se da idéia que o efeito da relação preditora-desfecho pode ser decomposto em duas partes: efeito direto e efeito indireto. O efeito direto, é aquele que conecta a variável preditora ao desfecho. Por outro lado, o efeito indireto é aquele que é mediado, ou seja, é composto pela relação preditora-mediadora e mediadora-desfecho. Conhecer a forma como uma mediadora se insere no contexto da pesquisa é importante para fazer modificações nesta e assim, mudar o desfecho. É importante destacar que a mediação pode ser simples ou múltipla dependendo se for considerado apenas uma ou mais variáveis mediadoras. Ainda, a hipótese de existir variável mediadora deve ser fundamentada em preceitos teóricos. A análise estatística terá o papel de sustentar ou não a hipótese. Diferentes modelos estatísticos podem ser utilizados para este fim¹

Dentre os modelos existentes o mais popular é o descrito por Baron e Kenny (1982) que, na prática, é um método composto de quatro passos. Mediação é dita como existente se: a relação preditora-desfecho é significativa; a relação mediadora-desfecho é significativa; a relação preditora-desfecho, quando controlada pela mediadora, não é significativa; e relação mediadora-desfecho, quando controlada pela preditora é significativa². Este método foi criticado por vários motivos, entre estes, o fato de não testar, formalmente, a significância do efeito mediado da preditora no desfecho. O teste de Sobel foi proposto para contornar esta crítica. É um teste formal para avaliar o efeito indireto que permite a estimação através de intervalos de confiança. O método não paramétrico de *bootstrap* começou a ser utilizado no intuito de contornar a suposição de normalidade do teste de Sobel³ O *bootstrap* é baseado na amostragem repetida do conjunto de dados que estima uma distribuição empírica que é utilizada para construir intervalos de confiança para o efeito indireto⁴. Mais recentemente, em

2009, Judea Pearl popularizou os Grafos Acíclicos Direcionados (*Directed Acyclic Graphs*, DAG). Neste caso, a mediação é contextualizada no conceito de relação causa-efeito o que não era abordado por Baron e Kenny. O modelo causal é conhecido como o modelo “ modelo contrafactual” ou Modelo de Rubin. Neste tipo de abordagem são analisados os sujeitos na presença de algumas circunstâncias e também o contrafato, ou seja, como seria o desfecho caso não existisse essa circunstância⁵. James e Brett, desde 1984, recomendam que, se mediação aparece dentro de um modelo causal, técnicas confirmatórias devem ser utilizadas, como por exemplo Modelos de Equações Estruturais⁶.

Os modelos de equações estruturais (*Structural Equation Models*, SEM) são de uso frequente na área da psicologia e das ciências sociais, e uma das razões é que estes métodos ajudam aos pesquisadores a avaliar ou modificar modelos teóricos⁷. Para Kang-Tu (2008) os modelos de Equações Estruturais eram subutilizados em epidemiologia porque a terminologia não era muito conhecida, as hipóteses em relação à distribuição das variáveis eram limitantes, e era difícil de analisar uma relação não linear entre variáveis e testar interações. Porém, os avanços na teoria do Modelo das Equações Estruturais e o desenvolvimento dos softwares resolveram algumas dessas questões. Já não é tão limitante a suposição estrita da normalidade multivariada, e as variáveis de desfecho podem ser binárias ou ordinais⁸. O modelo tenta explicar a estrutura de interrelações expressas em uma série de equações similares a uma série de equações de regressões múltiplas, e estas exploram a relação entre variáveis predictoras e de desfecho que entram na análise⁹. Também este modelo proporciona medidas de ajuste, o que além de avaliar a qualidade do mesmo possibilita a comparação com outros modelos teóricos propostos. A representação das relações entre as variáveis a partir de um diagrama, também faz com que os Modelos de Equações Estruturais permitam uma descrição intuitiva e compreensível dos fenômenos estudados.

Quando os fenômenos estudados implicam uma relação de mediação, um dos modelos mais utilizados é o modelo de equações estruturais¹⁰. Além das características citadas acima, este modelo possui várias vantagens na análise da mediação. Primeiramente, ele permite estudar relações entre variáveis que podem ser predictoras e desfechos ao mesmo tempo, e isto faz com que possam ser utilizados para descrever hipóteses que foram colocadas pelo pesquisador de forma teórica, entre outras, a hipótese mediacional. Por outro lado, estes possibilitam o uso de variáveis não observadas chamadas de latentes o que é outro ponto forte desta análise, já que permite que sejam analisadas relações com variáveis que não foram medidas diretamente, e sim a partir de questões, por exemplo de uma escala. Tanto a preditora, como a mediadora e o desfecho podem ser variáveis latentes.

Dessa forma, este artigo se propõe descrever o modelo de equações estruturais como opção de método estatístico para análise de relações entre preditora e desfecho na presença de hipótese mediacional, desenvolvendo um guia no *software* R, particularmente com o uso do pacote *Lavaan*.

Mediação

O conceito de mediação data de 1928 quando Woodworth apresentou o modelo geral de conduta. Este modelo postula que um estímulo atua sobre um organismo que provoca uma resposta (conhecido na literatura como *SOR: stimulus-organism-response*). Neste modelo, o organismo (mecanismos biológicos ou fisiológicos) é visto como uma variável mediadora que traduz o estímulo à resposta^{2,11,13}. Desde então é um conceito que tem sido bastante discutido e, mesmo que não sejam definições de mediação completamente conflitantes, geraram pontos de vista diferentes entre autores. Uma destas diferenças são as exigências para que uma variável seja considerada mediadora. Vittinghoff define uma variável mediadora como uma variável que interfere sobre a via causal entre uma preditora de interesse e um desfecho, mediando o efeito desta preditora no desfecho. Para estes autores são três aspectos que caracterizam uma hipótese mediacional: a preditora de interesse prediz a mediadora, a mediadora prediz o desfecho em um modelo controlado por esta preditora e a relação da preditora no desfecho é atenuada com a inclusão da mediadora¹. Preacher (2008), por sua vez, considera que a mediação existe quando uma preditora afeta o desfecho de forma indireta através de uma mediadora. Para Choeng, uma mediadora seria uma terceira variável que intervém na relação entre uma variável preditora e um desfecho, transmitindo o efeito da variável preditora no desfecho¹³. Vieira (2009), postula que uma variável é uma mediadora na relação probabilística entre uma preditora principal e um desfecho se a mediadora é uma função probabilística da preditora, e se o desfecho é uma função probabilística da mediadora¹⁴. É possível observar neste tipo de relação que a mediadora depende da preditora, e o desfecho depende da mediadora. Mediação é a variação da magnitude da relação entre uma variável preditora e um desfecho, devido a uma terceira variável e há casos em que esta diminuição chega a zero, sendo considerada uma mediação total. Para Abbad (2002) o conceito de mediação implica a existência de uma relação causal entre as variáveis, e para o autor uma variável mediadora é aquela que, ao entrar na equação de Regressão entre a variável preditora e o desfecho, enfraquece a magnitude do relacionamento entre ambas¹⁵. Desta forma, pontos de vista distintos e as vezes complementares definem uma relação de

mediação. Neste contexto teórico será estudada a análise da mediação através do modelo de equações estruturais, com o auxílio de um exemplo prático.

Exemplo

Pesquisas têm mostrado que os maus-tratos na infância impactam não só na saúde mental na infância como também na vida adulta, através do efeito sobre o desenvolvimento neuropsicológico¹⁶. É bem descrito na literatura que maus-tratos na infância tem relação com a depressão na vida adulta. A mediação por traços de personalidade (neuroticismo e abertura à experiência) nesta relação é uma relação que está fundamentada na literatura da área¹⁷.

A relação entre maus-tratos na infância e depressão mediadas por traços de personalidade (neuroticismo e abertura à experiência) foi estudada em um grupo de 190 idosos (acima de 60 anos). Foram excluídas da análise àqueles com problemas cognitivos ou transtorno de humor. A depressão foi medida através do *Mini International Neuropsychiatric Interview 5.0 (MINI plus)*, um instrumento composto de dez questões dicotômicas (sim/não). Os maus-tratos na infância foram medidos através do *Childhood Trauma Questionnaire (CTQ)*, um instrumento que investiga cinco componentes traumáticos (abuso físico, abuso emocional, abuso sexual, negligência física e negligência emocional) e que resulta em um escore total variando entre 28 e 140 pontos (28 questões assertivas medidas através de escala *Likert* com cinco pontos). Os traços de personalidade foram medidos através do *NEO-Five Factor Inventory (NEO-FFI)*, um instrumento que avalia cinco tendências comportamentais que se expressam nas seguintes variáveis: neuroticismo, extroversão, abertura à experiência, amabilidade e conscienciosidade. O *NEO-FFI* é a versão reduzida do *NEO-PI-R* (que tem 240 itens), e é constituída por 60 itens (12 por dimensão), respondidos numa escala de likert de 5 pontos de 0 (discordo fortemente) a 4 (concordo fortemente)¹⁸. A hipótese a ser testada é se neuroticismo e abertura à experiência são variáveis mediadoras da relação CTQ - depressão. A Figura 1 apresenta a relação CTQ-depressão na hipótese de que os aspectos da personalidade são variáveis mediadoras: em 1A mediação simples pelo neuroticismo, em 1B pela abertura à experiência e, em 1C mediação múltipla pelas duas mediadoras conjuntamente.

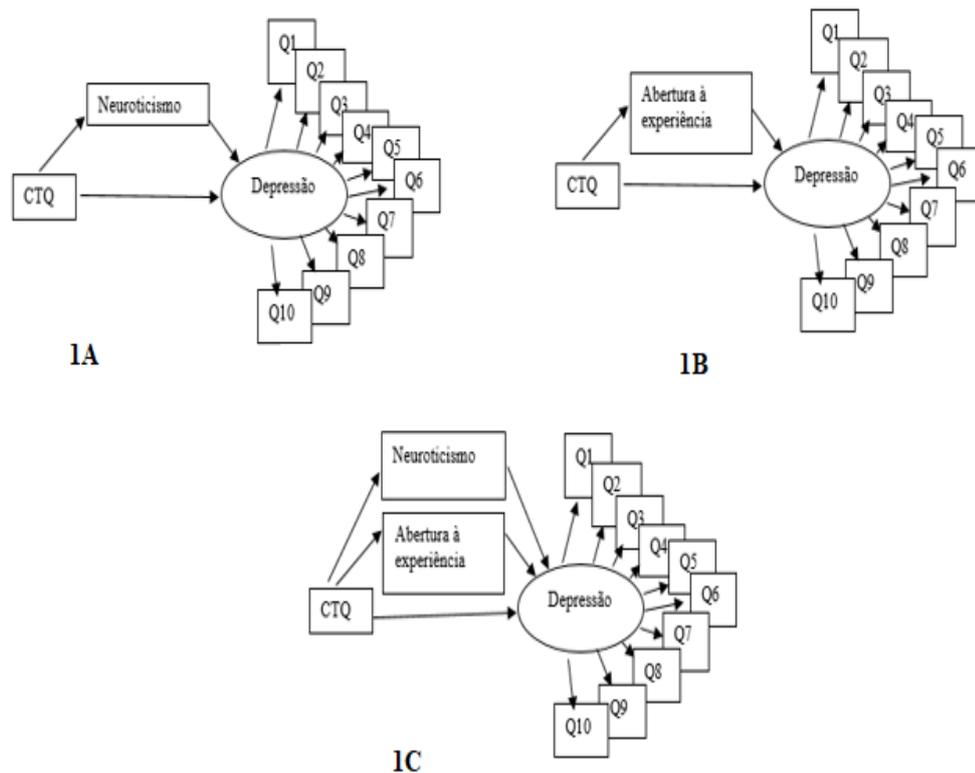


Figura 1: Figura do modelo simples (1A, 1B) e modelo múltiplo (1C).

O Modelo de Equações Estruturais para análise de mediação

O modelo de equações estruturais é uma técnica multivariada apropriada e eficiente para estimar, simultaneamente, várias equações de regressão interdependentes. Este modelo é composto por dois aspectos: o estrutural e o de mensuração. O de mensuração neste caso seria a medida da depressão através das questões do MINI, e o estrutural se refere à sua utilização na análise da mediação, tanto para uma variável como para duas variáveis mediadoras. A depressão deve ser definida a partir das questões do MINI utilizando a equação $D=q_1Q_1+q_2Q_2+\dots+q_{10}Q_{10}+e_1$,

onde D é o desfecho depressão, Q_1, Q_2, \dots, Q_{10} são as questões do MINI, q_1, q_2, \dots, q_{10} os coeficientes estruturais e e_1 o erro de medida ou erro de especificação do modelo. Esta é a parte do modelo denominada de modelo de mensuração. O modelo estrutural, relacionado com a hipótese de mediação, está em sua forma simples. Para modelar esta hipótese de mediação utiliza-se a equação

$$D=d*CTQ+b*neuroticismo,$$

onde d é o coeficiente da relação CTQ- depressão ajustada pelo neuroticismo e b a relação neuroticismo-depressão ajustada para CTQ). Para finalizar o modelo estrutural ainda é

necessária incluir a relação neuroticismo-CTQ que é modelada pela equação $\text{neuroticismo} = a * \text{CTQ}$,

onde a é o coeficiente da relação CTQ-neuroticismo. Desta forma, o modelo de equações estruturais ajustado será o caminho para estimar os efeitos indiretos da mediação.

O software R

O R é uma linguagem e ambiente para computação estatística e gráficos. Ele está disponível como Software Livre sob os termos da GNU (*General Public License* da *Free Software Foundation*) e é muito fácil de instalar. Basta o leitor acessar a página oficial “*The R Project for Statistical Computing*”. Para proceder uma análise estatística utilizando o R é necessário utilizar linhas de comandos e para simplificar este trabalho, foi criado o RStudio que é uma interface mais funcional. A instalação do *RStudio Desktop* pode ser feita através do link <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>. O RStudio é composto de 4 janelas que denominaremos Comandos, Console, Leituras e Gráficos. A janela Comandos é utilizada para criar um arquivo de comandos ou, como é popularmente conhecido, um *script* de análise. Ao abrir o RStudio pela primeira vez esta janela não aparecerá. Veremos na sequência como acessá-la. A janela Console é onde os comandos serão executados, e a sua execução ou resultados irão aparecer nesta janela. As janelas Leituras e Gráficos tem, além das funções que serão citadas, outras funções. A janela Leituras será utilizada principalmente para a abertura do banco de dados, caso prefira-se fazer sem utilização de comandos de abertura. Clicando sobre o comando *Import Dataset* podem ser importados bancos de dados que estejam em vários formatos (SPSS, SAS, STATA, EXCEL e arquivo de texto). Outras funções presentes nesta janela são a aba *Global Environment* (onde ficam armazenadas as bases de dados importadas e os objetos criados durante a análise) e a aba *History* que mostra o histórico de comandos. Na janela Gráficos, a função que irá interessar neste exemplo é a aba *Plots*, onde ficam os gráficos gerados. Estão também as abas *File* (onde ficam os arquivos do diretório de trabalho), *Packages* (onde estão listados os pacotes instalados, e onde é possível instalar clicando os pacotes ou atualizar pacotes já baixados), *Help* (para solicitar auxílio) e a aba *Viewer* (que possibilita a visualização de conteúdo da web). Na Figura 2 são apresentadas estas abas.

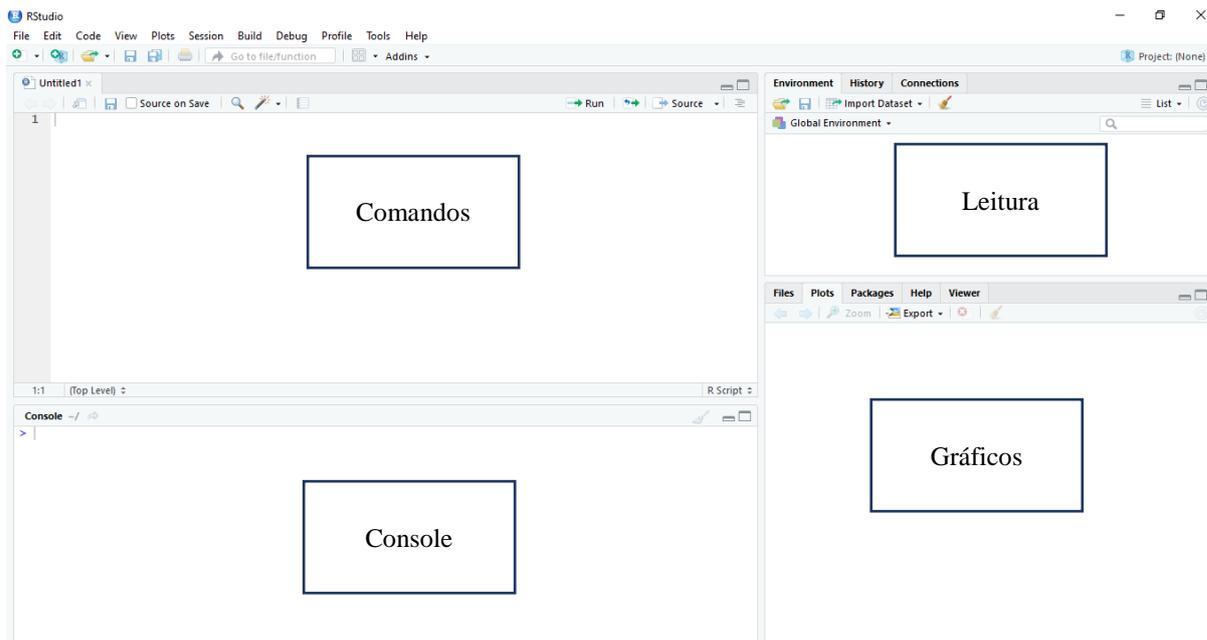


Figura 2.- Figura da organização das janelas no *software* R

O Rstudio, facilita a programação já que é possível criar um arquivo de comandos com todos os comandos necessários para uma análise. O entendimento de como usar todas estas janelas será explicado junto com os comandos do exemplo. O *software* R possui bibliotecas, que executam diferentes tarefas. Para a importação de dados, por exemplo, será utilizada a biblioteca *readxl* que é adequada quando o banco de dados está no formato Excel. Também quando o banco de dados está em outros formatos, por exemplo SAS, SPSS ou STATA, a biblioteca *haven* pode ser instalada para importar estes bancos para o R.

Outras bibliotecas devem ser instaladas, para fazer as análises, como a biblioteca *lavaan*. Se trata de um pacote que permite modelar variáveis latentes. Ele serve para estimar muitos modelos estatísticos multivariados como Análise de caminhos, Análise fatorial confirmatória, Modelagem de Equações Estruturais e modelos de Curva de Crescimento. Para instalar o *Lavaan*, deve se iniciar o R e escrever `install.packages("lavaan", dependencies=TRUE)` e uma vez que aparece uma mensagem *"This is lavaan 0.6-1 lavaan is BETA software! Please report any bugs"* está pronto para começar. Da mesma forma pode ser instalada a biblioteca *haven* através do comando `install.packages("haven")`. Logo deve ser escolhida a função de leitura adequada ao formato do seu arquivo de dados (*read_Excel* por exemplo). A instalação da biblioteca *SemPlot* é similar às outras instalações, e esta é indicada para gerar os diagramas de caminhos. Mesmo as bibliotecas tendo sido previamente instaladas, cada vez que o RStudio for inicializado é necessária a solicitação das bibliotecas para poder utilizar os seus

comandos. Esta solicitação é realizada através do comando *library ()*, onde entre parênteses é colocado o nome da (s) biblioteca (s) necessária (s) à realização da análise.

Exemplo de Mediação utilizando o R

A continuação, serão apresentados os comandos para a abertura do banco de dados e para a realização da análise. No início de qualquer sessão com o R é interessante rodar o comando *rm(list=ls())* que permite “limpar” qualquer comando de sessões anteriores e este comando aparece no topo do arquivo. Após, é seguida a ordem das sessões do artigo. Veja que os passos iniciais começam na leitura das Bibliotecas, já que o primeiro tópico é o de criação do arquivo de comandos e não será necessário correr nenhum comando para isto. Alguns comandos apresentam saídas, e aparece apenas o símbolo > no console. Quando o comando gerar um resultado será comentado no texto e sombreado nos resultados completos incluídos no Apendice 1.

Passos iniciais

1. Arquivo de Comandos: para iniciar uma sessão no RStudio é recomendado abrir um arquivo de comandos. Selecione *File>Newfile>Rscript* para abrir um arquivo de comandos novo ou *File>Openfile* para abrir um arquivo de comandos já existente. O arquivo abrirá na janela Comandos. O arquivo de comandos utilizado para as análises que serão apresentadas neste trabalho está disponível como Material Suplementar. Observe que o arquivo está salvo em formato texto e, para utilizá-lo no R, abra um arquivo de comandos novo no R, copie e cole os comandos e salve este novo arquivo. Assim você terá um arquivo salvo em R que é composto por linhas de comentários (precedidas do símbolo # e que tem por objetivo deixar alguma explicação sobre o código de comandos) e linhas de comandos (que servem para realizar as análises). Para rodar qualquer comando no R coloque o cursor na linha inicial do comando e utilize o ícone *run* que está posicionado na régua do lado direito da janela de comandos.

2. Bibliotecas: Após a limpeza da memória do R com o comando `rm(list=ls())` e os comentários do subtítulo, há comandos que começam com `library`. Ao rodar o comando `library` este aparecerá na janela Console precedido do símbolo `>`. Para este comando a saída são apenas textos informando que a biblioteca foi carregada. Lembre-se que para conseguir carregar uma biblioteca ela deve ter sido instalada previamente.

```
library(readxl)
library(lavaan)
library(semPlot)
```

3. Importação do banco de dados: o comando `read.xls` indica que o arquivo de dados nomeado *Dados.xls* será importado no R. É necessário escolher um nome para o objeto que guardará este banco de dados. No código foi escolhido o nome *Banco*. O comando `View` serve para visualizar o objeto *Banco*. Sempre é importante verificar se os dados foram importados corretamente. Note que a visualização ocorre na janela Comandos e que na régua tem o ícone para voltar para a edição do arquivo de comandos.

```
Banco= read_excel("E:/Mediação/Dados.xls")
View(Banco)
```

4. Estatísticas descritivas das variáveis: são importantes para descrever a amostra e podem ser obtidas com o comando `summary`. Este apresentará valores de mínimo, primeiro quartil, mediana, média, terceiro quartil e máximo para todas as variáveis do banco de dados. Por exemplo, na amostra, o neuroticismo terá uma média de 38,08 pontos.

summary(Banco)

Modelo de Equações Estruturais para Mediação Simples

Quando o objetivo for avaliar a relação entre preditora e desfecho na presença de uma mediadora, um modelo de mediação simples pode ser realizado. Em caso de incorporação de várias variáveis mediadoras, pode ser interessante avaliar cada uma delas isoladamente antes de fazer o modelo de mediação múltipla.

1. Definição do modelo: a definição do modelo é composta de várias linhas que devem estar limitadas pelo símbolo `'`. A primeira linha que segue ao símbolo `'` refere-se ao modelo de mensuração para a depressão, que é uma variável latente, neste exemplo, medida através das variáveis observadas DEP1, DEP2, ..., DEP10). O símbolo `=~` no comando é necessário para indicar que aqui depressão é uma variável latente. A segunda linha define a relação entre a depressão e o CTQ em uma regressão ajustada para neuroticismo. A terceira linha do modelo define a relação entre neuroticismo e CTQ. Estas relações são apresentadas através das regressões denotadas pelo símbolo `~`. Podem ser colocadas covariâncias residuais e estas são apresentadas pelo símbolo `~~` entre duas variáveis. Nesta primeira parte do exemplo, será utilizada a abordagem mais simples, colocando apenas a variável latente depressão e as regressões entre as variáveis preditora e desfecho. A continuação das equações, na quarta e quinta linhas são incluídos os comandos para testar o efeito indireto.

```
modelo<- '  
DEP=~Dep1+Dep2+Dep3+Dep4+Dep5+Dep6+Dep7+Dep8+Dep9+Dep10  
DEP~d*CTQ+b*Neuroticismo  
Neuroticismo~ a*CTQ  
ab := a*b  
total := d+(a*b)'
```

2. Ajuste do modelo: O modelo é ajustado com o comando `"sem"` e será chamado neste exemplo de *fit* (o modelo ajustado). Observe que no final do comando foram acrescentados `"se="robust", test="satorra.bentler"`), devido à distribuição assimétrica da variável resposta que é a depressão composta pelos itens do escore. Desta forma, o teste estatístico de Satorra.Bentler ajusta o valor do Qui-quadrado do método de máxima verossimilhança por uma medida que reflete o grau de curtose, e erros padrão robustos são utilizados.

```
fit <-sem(modelo, data=Banco,ordered=c("Dep1", "Dep2", "Dep3",  
"Dep4", "Dep5", "Dep6", "Dep7", "Dep8", "Dep9", "Dep10"), se = "robust",  
test="satorra.bentler")
```

3. Avaliação do Ajuste do Modelo: Estas medidas são necessárias para avaliar o modelo, e o comando *fit measures* apresenta a maior parte das medidas existentes. Serão especificadas neste exemplo algumas delas no comando. O RMSEA corrige o Qui-quadrado e leva em conta os graus de liberdade. Quanto maior os graus de liberdade ou maior tamanho de

amostra, o Qui-quadrado decresce. Valores acima de 0,10 implicam um ajuste não adequado. O GFI é um índice cujos valores estão entre 0 e 1 sendo 1 o melhor. Ele estima a proporção da covariância na matriz de covariância da amostra explicada pelo modelo. O CFI é um valor entre 0 e 1 também sendo 1 o melhor. Ele compara o modelo de pesquisa versus um modelo basal (de independência). Um valor de $CFI \geq 0,95$ seria o ideal. O SRMR é baseado no índice RMR que é calculado levando em conta a covariância dos resíduos, ou seja, as diferenças entre as covariâncias preditas e observadas. Para o cálculo do SRMR as matrizes de covariâncias preditas e observadas na amostra são transformadas em matrizes de correlação. Um valor de $SRMR \leq 0,08$ foi sinalizado como um valor aceitável. De qualquer forma uma visão ampla destas medidas deve ser tida para avaliar o ajuste do modelo. Este modelo parece ter um bom ajuste, e isto é notado nas medidas

```
fitMeasures (fit, c("rmsea", "gfi", "cfi", "srmr"))
```

4. Resultados do Modelo: o comando *summary()* apresenta os resultados. Nas primeiras linhas aparecem informações gerais em relação ao modelo, e outras medidas de ajuste como Qui-quadrado. A coluna *Robust* descreve os resultados e é possível observar o valor de P do Qui-quadrado=0,101 que indica que a matriz de covariância populacional se ajusta a matriz de covariância estimada pelo modelo. É necessário ser prudente nesta informação já que é muito sensível ao tamanho da amostra. O Qui-quadrado deve ser interpretado em conjunto com as outras medidas de ajuste citadas previamente. Na sequência, informações em relação às variáveis latentes (DEP: depressão) são apresentadas e posteriormente aparecem resultados das regressões entre as variáveis, com os coeficientes estimados da regressão (*estimate*), erros padrão (*std.err*). No final dos resultados deste comando aparecem os parâmetros estimados para o efeito indireto e o efeito total. Observe que a estimativa para o efeito mediado foi de 0,025 ($P < 0,001$) e o efeito total foi de 0,016 ($P = 0,037$). Na sequência é importante colocar outro comando que irá proporcionar a solução padronizada (*Standardizedsolution*). Esta possibilita obter os coeficientes padronizados, o que permite comparar os resultados de variáveis com métricas diferentes. Por isso é sugerido neste exemplo utilizar esta abordagem. O efeito indireto do CTQ na depressão através do neuroticismo é estatisticamente significativo ($P < 0,001$) e o valor do mesmo é 0,26. Levando em conta o efeito direto (-0,088, $P = 0,214$) e o efeito indireto (0,26, $P < 0,001$), o efeito total do CTQ na depressão foi de 0,17 ($P = 0,031$).

```
summary (fit)  
standardizedSolution(fit)
```

5. Diagrama de Caminhos do Modelo: o pacote já instalado *semplot* possibilita o uso do comando *semPaths* para a realização do diagrama de caminhos. O complemento *what="std"* permite obter os coeficientes padronizados. Caso sejam necessários os coeficientes não padronizados é possível trocar “*std*” por “*par*”.

Para fazer o modelo com a variável “abertura à experiência” os mesmos comandos podem ser utilizados, substituindo a variável *Neuroticismo* por *Aberturaaexperiencia* nas linhas nas quais a mediadora aparece.

```
semPaths(fit, what="std", fade=F, layout="tree2")
```

Modelo de Equações Estruturais para Mediação Multipla

Uma relação de mediação pode ter mais de uma variável mediadora, e será incluída no exemplo a abertura à experiência além do neuroticismo, no modelo que será chamado de modelo2.

1. Definição do modelo: assim como no modelo simples a definição deste é composta de várias linhas que devem estar limitadas pelo símbolo ´. A primeira linha que segue ao símbolo ´ se refere ao modelo de mensuração para a depressão, da mesma forma que era na mediação simples. A segunda linha define a relação entre a depressão e o CTQ em uma regressão ajustada para neuroticismo e para abertura à experiência. A terceira linha do modelo define a relação entre neuroticismo e CTQ e entre abertura à experiência e CTQ. Estas relações são apresentadas através das regressões denotadas pelo símbolo ~. Para o modelo múltiplo é necessário incluir mais um efeito indireto e estes dois efeitos indiretos serão chamados de indireto1 e indireto2. O indireto 1 corresponde ao efeito do neuroticismo, e o indireto 2 ao efeito da abertura à experiência. Como estas variáveis estão relacionadas, por serem aspectos da personalidade, será acrescentado no final do modelo, a covariância entre estes mediante o símbolo ~~ entre ambas.

```
modelo2<-'
DEP=~Dep1+Dep2+Dep3+Dep4+Dep5+Dep6+Dep7+Dep8+Dep9+Dep10
DEP ~ b1*Neuroticismo + b2*Aberturaaexperiencia + d*CTQ
Neuroticismo ~ a1*CTQ
Aberturaaexperiencia ~ a2*CTQ
indireto1 := a1*b1
indireto2 := a2*b2
total := d+ (a1*b1) + (a2*b2)
Neuroticismo ~~ Aberturaaexperiencia'
```

2. Ajuste do modelo: O modelo é ajustado com o comando “*sem*” e será chamado neste exemplo de *fit2* (o modelo ajustado).

```
fit2 <-sem(model = modelo2, data=Banco, ordered=c("Dep1", "Dep2", "Dep3",
"Dep4", "Dep5", "Dep6", "Dep7", "Dep8", "Dep9", "Dep10"), se
="robust", test="satorra.bentler")
```

3. Avaliação do Ajuste do Modelo: Da mesma forma que para o modelo simples o ajuste do modelo se faz necessário. As interpretações são as mesmas que as citadas acima.

```
fitMeasures (fit2, c("rmsea", "gfi", "cfi", "srmr"))
```

4. Resultados do Modelo: o comando *summary()* apresenta os resultados.

Assim como no modelo simples, a coluna *Robust* descreve alguns resultados e é possível observar o valor de P do Qui-quadrado=0,126 que indica que a matriz de covariância populacional se ajusta a matriz de covariância estimada pelo modelo. No final do comando aparecem os parâmetros estimados para os efeitos indiretos 1 e 2, e o efeito total. Observe que a estimativa para o efeito mediado pelo neuroticismo foi de 0,024 (P<0,001) e o mediado pela abertura à experiência foi de 0,003 (P=0,059). O efeito total foi de 0,016 (P=0,037). Novamente, para este modelo será rodado o comando para obter a solução padronizada (*Standardizedsolution*). O efeito indireto do CTQ na depressão através do neuroticismo é estatisticamente significativo (P<0,001) e o valor do mesmo é 0,255 e o efeito mediado pela abertura à experiência tem um valor de 0,030 (P=0,059), não atingindo significância estatística. Levando em conta o efeito direto (-0,11, P=0,109) e os efeitos indiretos, o efeito total do CTQ na depressão foi de 0,17 (P=0,031).

```
summary (fit2)  
standardizedSolution(fit2)
```

5. Diagrama de Caminhos do Modelo: O mesmo comando que o utilizado para o modelo simples será utilizado neste caso, trocando fit por fit2.

```
semPaths(fit2, what="std", fade=F, layout="tree2")
```

Apresentação dos resultados

Na apresentação dos resultados é interessante incluir o diagrama de caminhos e uma tabela com os valores dos efeitos assim como a sua significância estatística ou asteriscos representando esta significância. Os efeitos podem ser lidos como coeficientes de correlação e interpretados da mesma forma. Valores positivos indicam efeitos diretamente relacionados e valores negativos efeitos inversamente relacionados. Quanto maior valor absoluto do coeficiente padronizado maior é o efeito. Na Tabela 1 são apresentados os resultados principais, os efeitos diretos, indiretos e total das variáveis na depressão.

Tabela 1- Tabela do efeito dos maus-tratos infantil (CTQ) na depressão mediado por traços de personalidade.

	Efeito do CTQ na personalidade	Efeito da personalidade na depressão	Efeito indireto	Efeito direto de CTQ na depressão	Efeito total de CTQ na depressão
Modelo simples					
Neuroticismo	0,37 (0,25-0,49)**	0,70 (0,60-0,81)**	0,26 (0,16-0,36)**	-0,09 (-0,23-0,05)	0,17 (0,02-0,33)*
Modelo múltiplo					
Neuroticismo	0,37 (0,25-0,49)**	0,69 (0,59-0,79)**	0,26 (0,16-0,36)**	-0,11 (-0,25- 0,03)	0,17 (0,02-0,33)*
Abertura à experiência	-0,16 (-0,29- 0,03)*	-0,18 (-0,31 -0,06)*	0,03 (-0,01 -0,06)		

*P<0,05; **P<0,001

Discussão

O propósito deste artigo é descrever o conceito de mediação e usar o modelo de equações estruturais para a sua análise. A mediação é um conceito teórico que poderá ser apoiado pela estatística, e uma das formas de analisar é através de Modelos de Equações Estruturais.

Quando a relação mediada é estatisticamente significativa e a direta não significativa então podemos pensar em uma relação de mediação completa. Já quando ela é parcial precisa de maiores investigações em relação a outras mediadoras que possam não estar sendo incluídas. Se os caminhos a e b são não significativos ou sua magnitude for muito pequena, então pode ser que essa variável não seja mediadora como foi proposto. O uso de Equações Estruturais permite, além de incluir variáveis latentes, a estimativa dos coeficientes de forma simultânea. E esta técnica permite que as variáveis possam ser medidas através de variáveis observadas, ou seja também como uma variável latente, e um efeito que não aparecia, produto de erro de medição possa ser evidenciado. Também pode acontecer o contrário, que uma relação mediada não apareça após a mensuração através de várias observadas. Com a modelagem com múltiplas medidas da mediadora, é possível diferenciar um efeito direto verdadeiro de um efeito fictício produto de erros na medição das variáveis¹⁹.

Há várias formas para analisar mediação de forma estatística e até hoje isto gera discussões na literatura. Existem vários testes para avaliar se a relação de mediação existe, entre estes o de produto dos caminhos, e métodos *bootstrap*.

Um problema com o método do produto dos caminhos é que estes caminhos podem estar correlacionados e isto pode interferir na avaliação do efeito mediado e do seu erro padrão. Um

método como *bias corrected bootstrap method* poderia ser mais adequado para avaliar o efeito mediado e o seu erro padrão²⁰.

Outro aspecto de destaque é o fato de ter sido utilizado o comando *sem* do pacote *Lavaan*, específico para modelagem com variáveis latentes. Muitas vezes as questões que compõem a mensuração dos constructos não proveem de um escore validado, e seria interessante ver se na amostra estudada estas questões medem realmente esse constructo ou variável latente. Para isso, é de interesse, antes de utilizar esta variável, fazer uma Análise Fatorial Confirmatória que conseguiria determinar se as medidas realizadas respondem à medida que foi proposta

Outro propósito deste trabalho é apresentar um guia para a realização das análises. Este guia foi desenvolvido levando em conta o desconhecimento do leitor em relação ao uso de R, porém um usuário iniciante pode sentir necessidade de explicações mais detalhadas do manuseio básico do R. Sendo este um *software* livre, manuais básicos de R são de fácil acesso e podem auxiliar neste percurso. Também situações de mediação mais complexas, com variáveis latentes de desfecho, preditoras e mediadoras podem acontecer, o que faria que as análises fossem mais dificultosas. Este trabalho é um início de discussão para a abordagem deste tipo de situações.

Considerações Finais

Análises de mediação, caso a teoria o sugira são de suma importância para a compreensão de diversas situações de saúde. A mensuração das variáveis através de constructos ou variáveis latentes, é, além de frequente, muito indicado nestas situações. O modelo de equações estruturais é uma ferramenta flexível e fundamental para analisar esse tipo de variáveis, e uma compreensão mais intuitiva destas análises era necessária. Mais estudos em relação as análises passíveis de serem realizadas no R em situações de hipótese mediacional, com variáveis latentes tanto de desfecho quanto preditoras e mediadoras seriam interessantes para desenvolver um guia que vise outros aspectos.

Referências

1. Vittinghoff E, Glidden DV, Shiboski SC, McCulloch CE. Regression methods in biostatistics: linear, logistic, survival, and repeated measures models. Springer Science; 2005. 346p.
2. Baron RM, Kenny DA. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *J Personal Soc Psychol.* 1986;51(6):1173-82.
3. Sobel ME. Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. *Sociol Methodol.* 1982;13:290-312.
4. Preacher KJ, Hayes AF. Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behav Res Methods.* 2008;40(3):879-91
5. Robins MJ, Greenland S. Identifiability and Exchangeability for direct and indirect effects. *Epidemiology,* 1992;3(2),143-155.
6. James LR, Mulaik SA, Brett JM. A tale of two methods. *Org Res Methods.* 2006;9(2): 233-44.
7. Anderson JC, Gerbing DW. Structural equation modeling in practice: a review and recommended two-step approach. *Psychol Bull.* 1988;103(3):411-23.
8. Tu YK. Commentary: is structural equation modelling a setp forward for epidemiologists? *Int J Epidemiol.* 2009; 38:549-51.
9. Hair Jr JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. *Multivariate Data Analysis: Overview of multivariate methods.* 7^a ed, Pearson Education, Upper Saddle River, 2010.
10. Iacobucci D. *Mediation Analysis* ,SAGE Publications, Inc, 2008.
11. Bauman AE, Sallis JF, Dzewaltowski DA, Owen N. Toward a better understanding of the influences on physical activity. *Am J Prev Med.* 2002;23(2S):5-14.
12. MacKinnon DP, Cheong J, Pirlott AG. Statistical mediation analysis. In: Cooper H, Camic PM, Long DL, Panter AT, Rindskopf D, Sher KJ, editors. *APA handbook of research methods in psychology.* Washington, DC, US: American Psychological Association; 2012. p. 313-31.
13. Cheong J, MacKinnon DP. Mediation/indirect effects in structural equation modeling. In: Hoyle RH, editor. *Handobook of Structural Equation Modeling.* New York: The Guildford Press; 2012. p. 417-35.

14. Vieira VA. Moderação, mediação, moderadora-mediadora e efeitos indiretos em modelagem de equações estruturais: uma aplicação no modelo de desconfirmação de expectativas. *Rev Adm.* 2009;44(1):17-33.
15. Abbad G, Torres CV. Regressão múltipla *stepwise* e hierárquica em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. *Estudos Psicologia.* 2002;7(esp):19-29.
16. Grassi-Oliveira R, Stein LM, Pezzi JC. Tradução e validação de conteúdo da versão em português do *Childhood Trauma Questionnaire*. *Rev Saúde Pública.* 2006;40(2):249-55.
17. Behr G, Von Gunten A, Gomes da Silva Filho I, Relationship between childhood maltreatment and geriatric depression: the mediator effect of personality traits. *International Psychogeriatrics.* 2019; doi:10.1017/S1041610219000073.
18. Pedroso-Lima M, Magalhães E, Salgueira A. A versão portuguesa do NEO-FFI: Caracterização em função da idade, género e escolaridade. *Rev Associação Portuguesa de Psicologia.* 2014; 28 (2):1-10.
19. Zhao X, Lynch J, Chen Q. Reconsidering Baron and Kenny: Myths and Truths about Mediation Analysis. *Rev Journal of consumer research* 2010; 37.
20. Valente 2016, A Note on Testing Mediated Effects in Structural Equation Models: Reconciling Past and Current Research on the Performance of the Test of Joint Significance, *Rev Educational and Psychological Measurement.* 2016; 76(6) 889–911

8. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste trabalho foi descrever o conceito de mediação e usar o modelo de equações estruturais para a sua análise. Como foi detalhado, a mediação é um conceito teórico que poderá ser apoiado ou não pela estatística, e uma das formas de analisar é através de Modelos de Equações Estruturais.

Quando a relação mediada é analisada e resulta estatisticamente significativa, e a relação direta entre a preditora e o desfecho não é estatisticamente significativa, podemos pensar em uma relação de mediação completa. Já quando ela é parcial, ou seja, a direta é estatisticamente significativa, precisa de maiores investigações em relação a outras mediadoras que possam não estar sendo incluídas. Se os caminhos a e b não são estatisticamente significativos ou sua magnitude é muito pequena, então pode ser que essa variável não seja mediadora como foi proposto pela teoria. O uso de Equações Estruturais permite, além de incluir variáveis latentes, estimar coeficientes de forma simultânea. E esta técnica permite que as variáveis potencialmente mediadoras possam também ser medidas através de variáveis observadas, ou seja também como uma variável latente, e um efeito que não aparecia, produto de erro de medição possa ser evidenciado. Também pode acontecer o contrário, que uma relação mediada não apareça após a mensuração através de várias variáveis observadas. Com a modelagem com múltiplas medidas da mediadora, é possível distinguir um efeito direto verdadeiro de um artefato de erros que acontecem pela medição das variáveis (Zhao 2010).

Há várias formas para analisar mediação de forma estatística e até hoje isto gera discussões na literatura. Existem vários testes para avaliar se a relação de mediação existe, entre estes o de produtos dos caminhos usado neste trabalho, e métodos *bootstrap*. Um problema citado na literatura do método do produto dos caminhos é que estes caminhos podem estar correlacionados e isto pode interferir na avaliação do efeito mediado e do seu erro padrão. Um método como *bias corrected bootstrap method* poderia ser mais adequado para avaliar o efeito mediado e o seu erro padrão (Valente 2016).

Outro aspecto de destaque deste trabalho é o fato de ter sido utilizado o comando sem do pacote *Lavaan*, específico para modelagem com variáveis latentes. Muitas vezes as questões que compõem a mensuração dos constructos não proveem de um escore validado, e seria interessante ver se na amostra estudada estas questões medem realmente esse constructo ou variável latente. Para isso, é de interesse, antes de utilizar esta variável, fazer uma Análise

Fatorial Confirmatória que conseguiria determinar se as medidas realizadas respondem à medida que foi proposta.

Outro propósito deste trabalho era apresentar um guia para a realização das análises. Este guia foi desenvolvido levando em conta o desconhecimento do leitor em relação ao uso de R, porém um usuário iniciante pode sentir necessidade de explicações mais detalhadas do manuseio básico do R. Sendo este um *software* livre, manuais básicos de R são de fácil acesso e podem auxiliar neste percurso. Também situações de mediação mais complexas, com variáveis latentes de desfecho, preditoras e mediadoras podem acontecer, o que faria que as análises fossem mais difíceis. Este trabalho é um início de discussão do assunto para a abordagem deste tipo de situações, levando em conta a necessidade de análises mais completas de situações de saúde.

Importante citar que o exemplo utilizado neste trabalho é parte de um estudo oportunizado pela condução deste trabalho e que está publicado em formato de artigo. O artigo “Relationship between childhood maltreatment and geriatric depression: the mediator effect of personality traits” (Behr, G et al) foi publicado na revista International Psychogeriatric Association, 2019 (doi:10.1017/S1041610219000073).

ANEXOS

ANEXO 1

CTQ

As afirmações abaixo se referem a algumas experiências de quando você era criança ou adolescente. Embora estas afirmações sejam de natureza pessoal, por favor, responda o mais sinceramente possível. Para cada afirmação, circule a resposta que melhor descreve o que você acha que ocorreu enquanto crescia. Se você desejar mudar sua resposta, coloque um **X** na antiga e circule a nova escolha.

Enquanto eu crescia...	Nunca	Poucas Vezes	Às Vezes	Muitas Vezes	Sempre
1. Eu não tive o suficiente para comer.	•	•	•	•	•
2. Eu soube que havia alguém para me cuidar e proteger.	•	•	•	•	•
3. As pessoas da minha família me chamaram de coisas do tipo "estúpido (a)", "preguiçoso (a)" ou "feio (a)".	•	•	•	•	•
4. Meus pais estiveram muito bêbados ou drogados para poder cuidar da família.	•	•	•	•	•
5. Houve alguém na minha família que ajudou a me sentir especial ou importante.	•	•	•	•	•
6. Eu tive que usar roupas sujas.	•	•	•	•	•
7. Eu me senti amado (a).	•	•	•	•	•
8. Eu achei que meus pais preferiam que eu nunca tivesse nascido.	•	•	•	•	•
9. Eu apanhei tanto de alguém da minha família que tive de ir ao hospital ou consultar um médico.	•	•	•	•	•
10. Não houve nada que eu quisesse mudar na minha família.	•	•	•	•	•
11. Alguém da minha família me bateu tanto que me deixou com machucados roxos.	•	•	•	•	•
12. Eu apanhei com cinto, vara, corda ou outras coisas que machucaram.	•	•	•	•	•
13. As pessoas da minha família cuidavam umas das outras.	•	•	•	•	•
14. Pessoas da minha família disseram coisas que me machucaram ou me ofenderam.	•	•	•	•	•
15. Eu acredito que fui maltratado (a) fisicamente.	•	•	•	•	•
16. Eu tive uma ótima infância.	•	•	•	•	•
17. Eu apanhei tanto que um professor, vizinho ou médico chegou a notar.	•	•	•	•	•
18. Eu senti que alguém da minha família me odiava.	•	•	•	•	•
19. As pessoas da minha família se sentiam unidas.	•	•	•	•	•
20. Tentaram me tocar ou me fizeram tocar de uma maneira sexual.	•	•	•	•	•
21. Ameaçaram me machucar ou contar mentiras sobre mim se eu não fizesse algo sexual.	•	•	•	•	•
22. Eu tive a melhor família do mundo.	•	•	•	•	•
23. Tentaram me forçar a fazer algo sexual ou assistir coisas sobre sexo.	•	•	•	•	•
24. Alguém me molestou.	•	•	•	•	•
25. Eu acredito que fui maltratado (a) emocionalmente.	•	•	•	•	•
26. Houve alguém para me levar ao médico quando eu precisei.	•	•	•	•	•
27. Eu acredito que fui abusado (a) sexualmente.	•	•	•	•	•
28. Minha família foi uma fonte de força e apoio.	•	•	•	•	•

ANEXO 2

M.I.N.I. PLUS

MINI INTERNATIONAL NEUROPSYCHIATRIC INTERVIEW

Brazilian Version 5.0.0

USA: D. Sheehan, J. Janavs, R. Baker, K.Harnett-Sheehan, E. Knapp, M. Sheehan
University of South Florida - Tampa

FRANCE: Y. Lecrubier, E. Weiller, T. Hergueta, P. Amorim, L.I. Bonora, J.P. Lépine
Hôpital de la Salpêtrière - Paris

Tradução para o português (Brasil) : P. Amorim

© 1994, 1998, 2000, Sheehan DV & Lecrubier Y.

Todos os direitos são reservados. Este documento não pode ser reproduzido, todo ou em parte, ou cedido de qualquer forma, incluindo fotocópias, nem armazenado em sistema informático, sem a autorização escrita prévia dos autores. Os pesquisadores e os clínicos que trabalham em instituições públicas (como universidades, hospitais, organismos governamentais) podem fotocopiar o M.I.N.I. para utilização no contexto estrito de suas atividades clínicas e de investigação.

M.I.N.I. Plus 5.0.0 (Junho, 2001)

M.I.N.I. - MINI INTERNATIONAL NEUROPSYCHIATRIC INTERVIEW

NOME DO(A) ENTREVISTADO(A) : _____

PROTOCOLO NÚMERO: _____

DATA DE NASCIMENTO : _____ HORA DO INÍCIO DA ENTREVISTA: _____

NOME DO(A) ENTREVISTADOR(A): _____ HORA DO FIM DA ENTREVISTA: _____

DATA DA ENTREVISTA: _____ DURAÇÃO TOTAL DA ENTREVISTA: _____

MINI 5.0.0 / Brazilian Version / DSM-IV / Current

MÓDULOS	PERÍODOS EXPLORADOS	
A. EPISÓDIO DEPRESSIVO MAIOR (EDM)	Atual (2 últimas semanas) + vida inteira	
A.' EDM com características melancólicas	Atual (2 últimas semanas)	<u>Opcional</u>
B. DISTIMIA	Atual (2 últimos anos)	
C. RISCO DE SUICÍDIO	Atual (último mês)	
D. EPISÓDIO (HIPO)MANÍACO	Atual + vida inteira	
E. TRANSTORNO DE PÂNICO	Vida inteira + atual (último mês)	
F. AGORAFOBIA	Atual	
G. FOBIA SOCIAL	Atual (último mês)	
H. TRANSTORNO OBSESSIVO-COMPULSIVO	Atual (último mês)	
I. TRANSTORNO DE ESTRESSE PÓS-TRAUMÁTICO	Atual (último mês)	<u>Opcional</u>
J. DEPENDÊNCIA/ABUSO DE ALCÓOL	Atual (12 últimos meses)	
K. DEPENDÊNCIA/ABUSO DE SUBSTÂNCIA(S) (Não alcoólicas)	Atual (12 últimos meses)	
L. SÍNDROME PSICÓTICA	Vida inteira + atual	
M. ANOREXIA NERVOSA	Atual (3 últimos meses)	
N. BULÍMIA NERVOSA	Atual (3 últimos meses)	
O. TRANSTORNO DE ANSIEDADE GENERALIZADA	Atual (6 últimos meses)	
P. TRANSTORNO DA PERSONALIDADE ANTI-SOCIAL	Vida inteira	<u>Opcional</u>

INSTRUÇÕES GERAIS

O M.I.N.I. (DSM IV) é uma entrevista diagnóstica estruturada, de aplicação rápida (em torno de 15 minutos), explorando de modo padronizado os principais Transtornos Psiquiátricos do Eixo I do DSM IV (American Psychiatric Association, 1994). O M.I.N.I. pode ser utilizado por clínicos, após uma formação breve. Os entrevistadores não clínicos necessitam de uma formação mais intensiva.

- **Entrevista:**

Com o objectivo de reduzir o mais possível a duração da entrevista deve-se preparar o(a) entrevistado(a) para este enquadramento clínico pouco habitual, informando que lhe serão feitas perguntas precisas sobre os seus problemas psicológicos e que se espera dele(a) respostas “sim” ou “não”.

- **Apresentação:**

O MINI está dividido em **módulos** identificados por letras, cada um correspondendo a uma categoria diagnóstica.

- No início de cada um dos módulos diagnósticos (exceto do que explora os sintomas psicóticos), uma ou várias questões/filtros que correspondem aos critérios principais do Transtorno são apresentadas num quadro com fundo acinzentado.
- No final de cada módulo, um ou vários **quadros diagnósticos** permite(m) ao clínico indicar se os critérios de diagnóstico foram ou não preenchidos.

• **Convenções:**

As frases escritas em “letras minúsculas” devem ser lidas “palavra por palavra” para o(a) entrevistado(a) de modo a padronizar a exploração de cada um dos critérios diagnósticos.

As frases escritas em “MAIÚSCULAS” não devem ser lidas para o(a) entrevistado(a). São instruções às quais o clínico deve-se referenciar de modo a integrar os algoritmos diagnósticos ao longo de toda a entrevista.

As frases escritas em “negrito” indicam o período de tempo a explorar. O clínico deve lê-las tantas vezes quanto necessário, ao longo da exploração dos sintomas e só levar em conta aqueles presentes ao longo desse período.

As frases escritas entre (parêntesis) são exemplos clínicos que descrevem o sintoma avaliado. Podem ser lidos de modo a clarificar a questão.

Quando os termos são separados por uma barra (/) o clínico deve considerar apenas o termo que corresponde ao sintoma apresentado pelo(a) entrevistado(a) e que foi explorado anteriormente.

As respostas com uma seta sobreposta (Λ) indicam que um dos critérios necessários ao estabelecimento do diagnóstico explorado não é preenchido. O clínico deve ir diretamente para o fim do módulo, cotar “NÃO” no(s) quadro(s) diagnóstico(s) correspondente(s) e passar ao módulo seguinte.

• **Instruções de cotação :**

Todas as perguntas feitas devem ser cotadas. A cotação faz-se à direita de cada uma das questões, envolvendo com um círculo a resposta correspondente do(a) entrevistado(a), seja “SIM” ou “NÃO”.

O clínico deve-se assegurar que cada um dos termos formulados na questão foi, de fato, considerado pelo(a) entrevistado(a) na sua resposta (em particular, os critérios de duração, de frequência e as alternativas “e / ou”).

Não levar em conta os sintomas imputáveis a uma doença física, ou ao uso de medicamentos, droga ou álcool.

Se tem questões ou sugestões, se deseja ser treinado (a) na utilização do M.I.N.I. ou informado(a) das atualizações, pode contactar: _____

Λ: IR DIRETAMENTE AO (S) QUADRO(S) DIAGNÓSTICO(S), ASSINALAR NÃO EM CADA UM E PASSAR AO MÓDULO SEGUINTE

A. EPISÓDIO DEPRESSIVO MAIOR

A1	Nas duas últimas semanas, sentiu-se triste, desanimado(a), deprimido(a), durante a maior parte do dia, quase todos os dias?	NÃO	SIM	1
A2	Nas duas últimas semanas, teve, quase todo tempo, o sentimento de não ter mais gosto por nada, de ter perdido o interesse e o prazer pelas coisas que lhe agradam habitualmente?	NÃO	SIM	2
	A1 OU A2 SÃO COTADAS SIM ?	➔ NÃO	SIM	

A3 **Durante as duas últimas semanas, quando se sentia deprimido(a) / sem interesse pela maioria das coisas:**

a	O seu apetite mudou de forma significativa, <u>ou</u> o seu peso aumentou ou diminuiu sem que o tenha desejado ? (Variação de $\pm 5\%$ ao longo do mês, isto é, $\pm 3,5$ Kg, para uma pessoa de 65 Kg) COTAR SIM , SE RESPOSTA SIM NUM CASO OU NO OUTRO	NÃO	SIM	3
b	Teve problemas de sono quase todas as noites (dificuldade em pegar no sono, acordar no meio da noite ou muito cedo, dormir demais)?	NÃO	SIM	4
c	Falou ou movimentou-se mais lentamente que de costume ou pelo contrário, sentiu-se agitado(a) e incapaz de ficar sentado quieto, quase todos os dias?	NÃO	SIM	5
d	Sentiu-se a maior parte do tempo cansado(a), sem energia, quase todos os dias?	NÃO	SIM	6
e	Sentiu-se sem valor ou culpado(a), quase todos os dias?	NÃO	SIM	7
f	Teve dificuldade em concentrar-se ou em tomar decisões, quase todos os dias?	NÃO	SIM	8
g	Teve, por várias vezes, pensamentos ruins como, por exemplo, pensar que seria melhor estar morto(a) ou pensar em fazer mal a si mesmo(a) ?	NÃO	SIM	9

A4 HÁ PELO MENOS 3 RESPOSTAS "SIM" EM A3 ?
(ou 4 se A1 OU A2 = "NÃO")

SE O(A) ENTREVISTADO(A) APRESENTA UM EPISÓDIO DEPRESSIVO MAIOR ATUAL:

NÃO	SIM
EPISÓDIO	
DEPRESSIVO MAIOR	
ATUAL	

ANEXO 3

NEOFFI

Nome: _____ Data: ____/____/____

Acompanhante: _____

DECLARAÇÕES	DISCORDO FORTEMENTE	DISCORDO	NEURO	CONCORDO	CONCORDO FORTEMENTE
1. Sou uma pessoa despreocupada.	1	2	3	4	5
2. Gosto de ter muita gente à minha volta.	1	2	3	4	5
3. Gosto de me concentrar numa fantasia e explorar todas as suas possibilidades, deixando-a crescer e se desenvolver. <small>Gosto de ser sonhador, de dar asas a imaginação.</small>	1	2	3	4	5
4. Tento ser educado(a) com todas as pessoas que encontro.	1	2	3	4	5
5. Mantenho as minhas coisas limpas e em ordem.	1	2	3	4	5
6. Algumas vezes senti ressentimento e amargura.	1	2	3	4	5
7. Sou propenso(a) a rir facilmente. <small>Eu dou risada com facilidade.</small>	1	2	3	4	5
8. Acho interessante aprender e cultivar novos hobbies (passatempos). <small>Acho interessante aprender a manter novos passatempos.</small>	1	2	3	4	5
9. As vezes, intimido ou bajulo as pessoas para que elas façam o que eu quero. <small>As vezes, ameaço ou puxo o saco para que as pessoas façam o que eu quero.</small>	1	2	3	4	5
10. Eu sou bom (boa) em organizar meu tempo de maneira a fazer as coisas dentro do prazo.	1	2	3	4	5
11. Quando estou sob uma grande tensão, algumas vezes sinto que não vou resistir. <small>Quando estou sob pressão/estresse, algumas vezes sinto que não vou aguentar.</small>	1	2	3	4	5
12. Prefiro trabalhos que possa fazer sozinho(a), sem ser incomodado(a) por outras pessoas.	1	2	3	4	5
13. Fico admirado(a) com a variedade de padrões que encontro na arte e na natureza. <small>Fico interessado e surpreso com a arte e a natureza.</small>	1	2	3	4	5
14. Algumas pessoas pensam que sou invejoso(a) e egoísta.	1	2	3	4	5
15. Frequentemente entro em situações sem estar totalmente preparado(a) para elas. <small>Frequentemente me arrisco em situações sem estar totalmente preparado(a) para elas.</small>	1	2	3	4	5
16. Raramente me sinto só ou triste. <small>(confirmar a resposta)</small>	1	2	3	4	5
17. Gosto muito de falar com as outras pessoas.	1	2	3	4	5
18. Acredito que deixar estudantes ouvirem pessoas com ideias controversas só vai confundi-los e desorientá-los. <small>Acredito que deixar jovens ouvirem pessoas com ideias diferentes/opostas só vais confundi-los.</small>	1	2	3	4	5
19. Se alguém começa um briga, estou sempre pronto(a) para revidar.	1	2	3	4	5
20. Tento cumprir todas as minhas obrigações com responsabilidade.	1	2	3	4	5
21. Frequentemente, sinto-me tenso(a) e agitado(a). <small>Frequentemente, sinto-me nervoso.</small>	1	2	3	4	5
22. Gosto de estar em lugares animados.	1	2	3	4	5
23. A poesia pouco ou nada me sensibiliza. <small>A poesia/a letra de uma música me toca.</small>	1	2	3	4	5
24. Sou melhor que a maioria das pessoas e tenho consciência disso.	1	2	3	4	5
25. Tenho objetivos claros e busco atingi-los de forma organizada.	1	2	3	4	5
26. Às vezes, sinto que eu não valho nada.	1	2	3	4	5
27. Não gosto de multidões e por isso as evito.	1	2	3	4	5

DECLARAÇÕES	DISCORDO FORTEMENTE	DISCORDO	NEURO	CONCORDO	CONCORDO FORTEMENTE
28. Tenho dificuldade em soltar a minha imaginação (devanear).	1	2	3	4	5
29. Quando sou insultado(a), tenho perdoar e esquecer. <small>Quando sou ofendido tento perdoar e esquecer.</small>	1	2	3	4	5
30. Perco muito tempo antes de me concentrar no trabalho.	1	2	3	4	5
31. Raramente me sinto amedrontado(a) ou ansioso(a). <small>(confirmar a resposta)</small>	1	2	3	4	5
32. Frequentemente, sinto-me explodindo de energia. <small>Frequentemente, sinto-me com disposição.</small>	1	2	3	4	5
33. Raramente me do conta dos humores ou sentimentos que diferentes ambientes causam. <small>Raramente me dou conta da energia do ambiente. (confirmar a resposta)</small>	1	2	3	4	5
34. Tendo a pensar o melhor acerca das pessoas. <small>Costumo pensar o melhor das pessoas.</small>	1	2	3	4	5
35. Trabalho muito para conseguir o que quero.	1	2	3	4	5
36. Muitas vezes, fico irritado(a) com a maneira como as pessoas me tratam.	1	2	3	4	5
37. Sou uma pessoa alegre e bem disposta.	1	2	3	4	5
38. Experimento uma grande variedade de emoções e sentimentos. <small>Me emociono com facilidade.</small>	1	2	3	4	5
39. Algumas pessoas consideram-me frio(a) e calculista.	1	2	3	4	5
40. Quando assumo um compromisso as pessoas confiam que vou cumprir.	1	2	3	4	5
41. Muitas vezes, quando as coisas dão errado, fico desanimado(a) e tenho vontade de desistir.	1	2	3	4	5
42. Eu não gosto muito de ficar conversando com as pessoas.	1	2	3	4	5
43. As vezes, ao ler poesia ou ao olhar para uma obra de arte, sinto um arrepio, uma onda de emoção <small>As vezes, ao ouvir uma música sinto uma emoção.</small>	1	2	3	4	5
44. Sou cabeçudo(a) e teimoso(a).	1	2	3	4	5
45. Às vezes, não sou tão confiável como deveria ser.	1	2	3	4	5
46. Raramente estou triste ou deprimido(a). <small>(confirmar a resposta)</small>	1	2	3	4	5
47. Minha vida é agitada.	1	2	3	4	5
48. Tenho pouco interesse em especular sobre a natureza do universo ou da condição humana.	1	2	3	4	5
49. Geralmente, procuro ser atencioso(a) e delicado(a).	1	2	3	4	5
50. Eu sou uma pessoa produtiva que sempre consegue fazer as coisas.	1	2	3	4	5
51. Sinto-me, muitas vezes, desamparado(a), desejando que alguém resolva os meus problemas.	1	2	3	4	5
52. Sou uma pessoa muito ativa.	1	2	3	4	5
53. Tenho muita curiosidade intelectual. <small>Tenho muita vontade de aprender e estudar.</small>	1	2	3	4	5
54. Quando não gosto de alguém, faço questão de demonstrar.	1	2	3	4	5
55. Parece que nunca consigo ser organizado(a).	1	2	3	4	5
56. Algumas vezes me senti tão envergonhado(a) que simplesmente queria sumir.	1	2	3	4	5
57. Prefiro tratar da minha vida a ser um(a) líder para outras pessoas. <small>Prefiro cuidar da minha vida do que ser um líder para outras pessoas.</small>	1	2	3	4	5
58. Muitas vezes, sinto prazer em brincar com teorias e ideias abstratas. <small>Muitas vezes, gosto de filosofar.</small>	1	2	3	4	5
59. Se for necessário, estou disposto(a) a manipular as pessoas para conseguir aquilo que quero.	1	2	3	4	5
60. Esforço-me por ser excelente em tudo que faço.	1	2	3	4	5

APÊNDICES

APÊNDICE 1 RESULTADOS DAS ANÁLISES

```
> rm(list=ls())
> ##### Passos iniciais #####
> ## 2. Bibliotecas
> library(readxl)
> library(lavaan)
> library(semPlot)
> ## 3. Importação do banco de dados
> Banco= read_excel("E:/Mediacao/Dados.xls")
> View(Banco)
> ## 4. Estatísticas descritivas das variáveis
> summary(Banco)
      N      Neuroticismo  Aberturaaexperiencia  CTQ      Dep1      Dep2
Min. : 1.00 Min. :16.00 Min. :24.00      Min. :31.00 Min. :0.0000 Min. :0.0000
1st Qu.: 48.25 1st Qu.:31.00 1st Qu.:32.00      1st Qu.:38.00 1st Qu.:0.0000 1st Qu.:0.0000
Median : 95.50 Median :38.00 Median :35.00      Median :42.00 Median :0.0000 Median :0.0000
Mean   : 95.50 Mean   :38.08 Mean   :34.87      Mean   :45.52 Mean   :0.4105 Mean   :0.3158
3rd Qu.:142.75 3rd Qu.:45.00 3rd Qu.:37.00      3rd Qu.:49.00 3rd Qu.:1.0000 3rd Qu.:1.0000
Max.   :190.00 Max.   :60.00 Max.   :46.00      Max.   :85.00 Max.   :1.0000 Max.   :1.0000
      Dep3      Dep4      Dep5      Dep6      Dep7      Dep8
Min. :0.0000 Min. :0.0000 Min. :0.0000 Min. :0.0000 Min. :0.0000 Min. :0.0000
1st Qu.:0.0000 1st Qu.:0.0000 1st Qu.:0.0000 1st Qu.:0.0000 1st Qu.:0.0000 1st Qu.:0.0000
Median :0.0000 Median :0.0000 Median :0.0000 Median :0.0000 Median :0.0000 Median :0.0000
Mean   :0.1947 Mean   :0.2842 Mean   :0.2737 Mean   :0.3158 Mean   :0.1789 Mean   :0.2789
3rd Qu.:0.0000 3rd Qu.:1.0000 3rd Qu.:1.0000 3rd Qu.:1.0000 3rd Qu.:0.0000 3rd Qu.:1.0000
Max.   :1.0000 Max.   :1.0000 Max.   :1.0000 Max.   :1.0000 Max.   :1.0000 Max.   :1.0000
      Dep9      Dep10
Min. :0.00000 Min. :0.0000
1st Qu.:0.00000 1st Qu.:0.0000
Median :0.00000 Median :0.0000
Mean   :0.07895 Mean   :0.2368
3rd Qu.:0.00000 3rd Qu.:0.0000
Max.   :1.00000 Max.   :1.0000
> ##### Modelo de Equações Estruturais para Mediação Simples #####
> ## 1. Definição do modelo
> modelo<- '
+ DEP=~Dep1+Dep2+Dep3+Dep4+Dep5+Dep6+Dep7+Dep8+Dep9+Dep10
+ DEP~d*CTQ+b*Neuroticismo
+ Neuroticismo~ a*CTQ
+ ab := a*b
+ total := d+(a*b)'
> ## 2. Ajuste do modelo
> fit <-sem(modelo, data=Banco,ordered=c("Dep1","Dep2", "Dep3", "Dep4","Dep5","Dep6", "Dep7", "Dep8",
"Dep9", "Dep10"),se = "robust", test="satorra.bentler")
> ## 3. Avaliação do Ajuste do Modelo
> fitMeasures (fit,c("rmsea","gfi","cfi","srmr"))
rmsea  gfi  cfi  srmr
0.000  0.997  1.000  0.062
> ## 4. Resultados do Modelo
> summary (fit)
lavaan 0.6-2 ended normally after 82 iterations

Optimization method          NLMINB
Number of free parameters    25

Number of observations        190
```

Estimator	DWLS	Robust
Model Fit Test Statistic	35.261	66.468
Degrees of freedom	53	53
P-value (Chi-square)	0.971	<u>0.101</u>
Scaling correction factor for the Satorra-Bentler correction		0.530

Parameter Estimates:

Information	Expected
Information saturated (h1) model	Unstructured
Standard Errors	Robust.sem

Latent Variables:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
DEP =~				
Dep1	1.000			
Dep2	0.964	0.040	24.317	0.000
Dep3	0.910	0.042	21.735	0.000
Dep4	0.951	0.042	22.738	0.000
Dep5	0.985	0.036	27.311	0.000
Dep6	1.020	0.032	31.425	0.000
Dep7	0.892	0.046	19.434	0.000
Dep8	0.950	0.039	24.165	0.000
Dep9	0.728	0.093	7.808	0.000
Dep10	0.939	0.038	24.464	0.000

Regressions:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
DEP ~				
CTQ (d)	-0.008	0.007	-1.258	0.208
Neuroticism (b)	0.075	0.006	13.097	0.000
Neuroticismo ~				
CTQ (a)	0.331	0.062	5.358	0.000

Intercepts:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
.Dep1	0.000			
.Dep2	0.000			
.Dep3	0.000			
.Dep4	0.000			
.Dep5	0.000			
.Dep6	0.000			
.Dep7	0.000			
.Dep8	0.000			
.Dep9	0.000			
.Dep10	0.000			
.Neuroticismo	23.001	2.925	7.863	0.000
.DEP	0.000			

Thresholds:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
Dep1 t1	2.559	0.418	6.127	0.000
Dep2 t1	2.995	0.453	6.606	0.000
Dep3 t1	2.642	0.539	4.905	0.000
Dep4 t1	3.239	0.409	7.928	0.000
Dep5 t1	2.800	0.390	7.189	0.000
Dep6 t1	2.968	0.398	7.449	0.000
Dep7 t1	3.128	0.414	7.547	0.000

Dep8 t1	2.875	0.404	7.124	0.000
Dep9 t1	4.056	0.712	5.698	0.000
Dep10 t1	3.076	0.455	6.768	0.000

Variiances:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
.Dep1	0.074			
.Dep2	0.138			
.Dep3	0.234			
.Dep4	0.163			
.Dep5	0.100			
.Dep6	0.036			
.Dep7	0.263			
.Dep8	0.164			
.Dep9	0.509			
.Dep10	0.184			
.Neuroticismo	72.822	8.776	8.298	0.000
.DEP	0.521	0.067	7.772	0.000

Scales y*:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
Dep1	1.000			
Dep2	1.000			
Dep3	1.000			
Dep4	1.000			
Dep5	1.000			
Dep6	1.000			
Dep7	1.000			
Dep8	1.000			
Dep9	1.000			
Dep10	1.000			

Defined Parameters:

	Estimate	Std.Err	z-value	P(> z)
ab	0.025	0.005	5.036	0.000
total	0.016	0.008	2.090	0.037

> standardizedSolution(fit)

	lhs	op	rhs	est.	std	se	z	pvalue	ci.lower	ci.upper
1	DEP	==	Dep1	0.963	0.026	37.278	0.000	0.913	1.014	
2	DEP	==	Dep2	0.930	0.027	34.325	0.000	0.877	0.983	
3	DEP	==	Dep3	0.878	0.034	26.186	0.000	0.813	0.944	
4	DEP	==	Dep4	0.917	0.030	31.032	0.000	0.859	0.975	
5	DEP	==	Dep5	0.950	0.021	45.024	0.000	0.909	0.991	
6	DEP	==	Dep6	0.982	0.014	71.146	0.000	0.955	1.009	
7	DEP	==	Dep7	0.862	0.037	23.597	0.000	0.790	0.934	
8	DEP	==	Dep8	0.916	0.028	33.021	0.000	0.862	0.971	
9	DEP	==	Dep9	0.706	0.090	7.883	0.000	0.530	0.881	
10	DEP	==	Dep10	0.906	0.029	31.772	0.000	0.850	0.962	
11	DEP	~	CTQ	-0.088	0.070	-1.244	0.214	-0.225	0.050	
12	DEP	~	Neuroticismo	0.701	0.054	13.021	0.000	0.596	0.807	
13	Neuroticismo	~	CTQ	0.370	0.059	6.234	0.000	0.254	0.487	
14	Dep1		t1	2.523	0.396	6.372	0.000	1.747	3.299	
15	Dep2		t1	2.957	0.436	6.782	0.000	2.102	3.811	
16	Dep3		t1	2.612	0.522	5.007	0.000	1.589	3.635	
17	Dep4		t1	3.198	0.381	8.403	0.000	2.452	3.944	
18	Dep5		t1	2.763	0.363	7.605	0.000	2.051	3.475	
19	Dep6		t1	2.925	0.370	7.912	0.000	2.201	3.650	
20	Dep7		t1	3.093	0.393	7.871	0.000	2.323	3.863	
21	Dep8		t1	2.839	0.380	7.464	0.000	2.094	3.585	

```

22 Dep9 | t1 4.026 0.698 5.765 0.000 2.657 5.395
23 Dep10 | t1 3.038 0.432 7.036 0.000 2.192 3.885
24 Dep1 ~~ Dep1 0.072 0.002 37.980 0.000 0.068 0.075
25 Dep2 ~~ Dep2 0.135 0.003 40.651 0.000 0.128 0.141
26 Dep3 ~~ Dep3 0.228 0.005 45.661 0.000 0.219 0.238
27 Dep4 ~~ Dep4 0.159 0.004 41.759 0.000 0.151 0.166
28 Dep5 ~~ Dep5 0.098 0.002 39.130 0.000 0.093 0.103
29 Dep6 ~~ Dep6 0.035 0.001 36.643 0.000 0.033 0.037
30 Dep7 ~~ Dep7 0.257 0.005 47.259 0.000 0.246 0.268
31 Dep8 ~~ Dep8 0.160 0.004 41.824 0.000 0.153 0.168
32 Dep9 ~~ Dep9 0.502 0.007 70.623 0.000 0.488 0.516
33 Dep10 ~~ Dep10 0.179 0.004 42.933 0.000 0.171 0.187
34 Neuroticismo ~~ Neuroticismo 0.863 0.044 19.604 0.000 0.777 0.949
35 DEP ~~ DEP 0.546 0.066 8.249 0.000 0.416 0.676
36 CTQ ~~ CTQ 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
37 Dep1 ~*~ Dep1 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
38 Dep2 ~*~ Dep2 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
39 Dep3 ~*~ Dep3 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
40 Dep4 ~*~ Dep4 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
41 Dep5 ~*~ Dep5 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
42 Dep6 ~*~ Dep6 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
43 Dep7 ~*~ Dep7 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
44 Dep8 ~*~ Dep8 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
45 Dep9 ~*~ Dep9 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
46 Dep10 ~*~ Dep10 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
47 Dep1 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
48 Dep2 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
49 Dep3 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
50 Dep4 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
51 Dep5 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
52 Dep6 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
53 Dep7 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
54 Dep8 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
55 Dep9 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
56 Dep10 ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
57 Neuroticismo ~1 2.504 0.420 5.955 0.000 1.680 3.328
58 CTQ ~1 4.433 0.000 NA NA 4.433 4.433
59 DEP ~1 0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
60 ab := a*b 0.260 0.049 5.305 0.000 0.164 0.356
61 total := d+(a*b) 0.172 0.080 2.154 0.031 0.016 0.329

```

> ## 5. Diagrama de Caminhos do Modelo

> semPaths(fit, what="std",fade=F,layout="tree2")

> ##### Modelo de Equações Estruturais para Mediação Múltipla #####

> ## 1. Definição do modelo

> modelo2<-'

+ DEP=~Dep1+Dep2+Dep3+Dep4+Dep5+Dep6+Dep7+Dep8+Dep9+Dep10

+ DEP ~ b1*Neuroticismo + b2*Aberturaaexperiencia + d*CTQ

+ Neuroticismo ~ a1*CTQ

+ Aberturaaexperiencia ~ a2*CTQ

+ indireto1 := a1*b1

+ indireto2 := a2*b2

+ total := d+ (a1*b1) + (a2*b2)

+ Neuroticismo ~~ Aberturaaexperiencia'

> ## 2. Ajuste do modelo

> fit2 <-sem(model = modelo2, data=Banco,ordered=c("Dep1", "Dep2", "Dep3", "Dep4", "Dep5", "Dep6", "Dep7", "Dep8"

,"Dep9", "Dep10"),se="robust",test="satorra.bentler")

> ## 3. Avaliação do Ajuste do Modelo

```
> fitMeasures (fit2,c("rmsea","gfi","cfi","srmr"))
rmsea gfi cfi srmr
0.000 0.997 1.000 0.062
> ## 4. Resultados do Modelo
> summary (fit2)
lavaan 0.6-2 ended normally after 131 iterations
```

```
Optimization method      NLMINB
Number of free parameters      30

Number of observations      190

Estimator      DWLS  Robust
Model Fit Test Statistic      39.499  74.923
Degrees of freedom      62  62
P-value (Chi-square)      0.988  0.126
Scaling correction factor      0.527
  for the Satorra-Bentler correction
```

Parameter Estimates:

```
Information      Expected
Information saturated (h1) model  Unstructured
Standard Errors      Robust.sem
```

Latent Variables:

```
Estimate Std.Err z-value P(>|z|)
DEP =~
Dep1      1.000
Dep2      0.966  0.040 24.259  0.000
Dep3      0.912  0.042 21.859  0.000
Dep4      0.951  0.042 22.608  0.000
Dep5      0.986  0.036 27.190  0.000
Dep6      1.021  0.033 31.330  0.000
Dep7      0.894  0.046 19.450  0.000
Dep8      0.951  0.039 24.121  0.000
Dep9      0.732  0.094  7.821  0.000
Dep10     0.940  0.038 24.418  0.000
```

Regressions:

```
Estimate Std.Err z-value P(>|z|)
DEP ~
Neurotcsm (b1)      0.073  0.006 12.908  0.000
Abtrrxprn (b2)     -0.046  0.016 -2.885  0.004
CTQ (d)            -0.011  0.007 -1.628  0.104
Neuroticismo ~
CTQ (a1)           0.331  0.062  5.358  0.000
Aberturaaexperiencia ~
CTQ (a2)          -0.061  0.024 -2.484  0.013
```

> standardizedSolution(fit2)

```
lhs op      rhs est.std se z pvalue ci.lower ci.upper
1  DEP =~  Dep1  0.962 0.026 37.136 0.000  0.912  1.013
2  DEP =~  Dep2  0.930 0.027 34.191 0.000  0.877  0.984
3  DEP =~  Dep3  0.880 0.033 26.414 0.000  0.815  0.945
4  DEP =~  Dep4  0.917 0.030 30.893 0.000  0.859  0.975
5  DEP =~  Dep5  0.949 0.021 44.906 0.000  0.908  0.991
6  DEP =~  Dep6  0.983 0.014 71.052 0.000  0.955  1.010
7  DEP =~  Dep7  0.863 0.036 23.675 0.000  0.792  0.934
8  DEP =~  Dep8  0.916 0.028 33.059 0.000  0.862  0.971
9  DEP =~  Dep9  0.709 0.090  7.901 0.000  0.533  0.885
```

```

10      DEP =~      Dep10 0.906 0.029 31.671 0.000 0.850 0.962
11      DEP ~      Neuroticismo 0.690 0.053 12.928 0.000 0.585 0.794
12      DEP ~ Aberturaaexperiencia -0.181 0.064 -2.827 0.005 -0.307 -0.056
13      DEP ~      CTQ -0.113 0.070 -1.603 0.109 -0.251 0.025
14      Neuroticismo ~      CTQ 0.370 0.059 6.234 0.000 0.254 0.487
15 Aberturaaexperiencia ~      CTQ -0.164 0.066 -2.461 0.014 -0.294 -0.033
16      Neuroticismo ~~ Aberturaaexperiencia -0.059 0.074 -0.802 0.423 -0.203 0.085
17      Dep1 |      t1 0.769 0.794 0.968 0.333 -0.788 2.325
18      Dep2 |      t1 1.263 0.790 1.599 0.110 -0.285 2.811
19      Dep3 |      t1 1.012 0.818 1.238 0.216 -0.590 2.615
20      Dep4 |      t1 1.528 0.770 1.984 0.047 0.019 3.038
21      Dep5 |      t1 1.033 0.776 1.332 0.183 -0.487 2.553
22      Dep6 |      t1 1.136 0.794 1.432 0.152 -0.419 2.692
23      Dep7 |      t1 1.523 0.691 2.205 0.027 0.169 2.877
24      Dep8 |      t1 1.171 0.774 1.512 0.130 -0.347 2.688
25      Dep9 |      t1 2.740 0.900 3.044 0.002 0.976 4.505
26      Dep10 |      t1 1.388 0.800 1.735 0.083 -0.180 2.957
27      Dep1 ~~      Dep1 0.074 0.002 38.061 0.000 0.070 0.077
28      Dep2 ~~      Dep2 0.134 0.003 40.635 0.000 0.128 0.141
29      Dep3 ~~      Dep3 0.226 0.005 45.538 0.000 0.216 0.236
30      Dep4 ~~      Dep4 0.160 0.004 41.797 0.000 0.152 0.167
31      Dep5 ~~      Dep5 0.098 0.003 39.165 0.000 0.094 0.103
32      Dep6 ~~      Dep6 0.035 0.001 36.634 0.000 0.033 0.037
33      Dep7 ~~      Dep7 0.255 0.005 47.157 0.000 0.245 0.266
34      Dep8 ~~      Dep8 0.160 0.004 41.825 0.000 0.153 0.168
35      Dep9 ~~      Dep9 0.497 0.007 70.029 0.000 0.483 0.511
36      Dep10 ~~      Dep10 0.179 0.004 42.963 0.000 0.171 0.188
37      Neuroticismo ~~      Neuroticismo 0.863 0.044 19.604 0.000 0.777 0.949
38 Aberturaaexperiencia ~~ Aberturaaexperiencia 0.973 0.022 44.729 0.000 0.931 1.016
39      DEP ~~      DEP 0.515 0.063 8.203 0.000 0.392 0.637
40      CTQ ~~      CTQ 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
41      Dep1 ~*~      Dep1 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
42      Dep2 ~*~      Dep2 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
43      Dep3 ~*~      Dep3 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
44      Dep4 ~*~      Dep4 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
45      Dep5 ~*~      Dep5 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
46      Dep6 ~*~      Dep6 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
47      Dep7 ~*~      Dep7 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
48      Dep8 ~*~      Dep8 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
49      Dep9 ~*~      Dep9 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
50      Dep10 ~*~      Dep10 1.000 0.000 NA NA 1.000 1.000
51      Dep1 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
52      Dep2 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
53      Dep3 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
54      Dep4 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
55      Dep5 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
56      Dep6 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
57      Dep7 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
58      Dep8 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
59      Dep9 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
60      Dep10 ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
61      Neuroticismo ~1      2.504 0.420 5.955 0.000 1.680 3.328
62 Aberturaaexperiencia ~1      9.890 0.559 17.690 0.000 8.795 10.986
63      CTQ ~1      4.433 0.000 NA NA 4.433 4.433
64      DEP ~1      0.000 0.000 NA NA 0.000 0.000
65      indireto1 :=      a1*b1 0.255 0.048 5.298 0.000 0.161 0.350
66      indireto2 :=      a2*b2 0.030 0.016 1.889 0.059 -0.001 0.060
67      total :=      d+(a1*b1)+(a2*b2) 0.172 0.080 2.154 0.031 0.016 0.329

```

> ## 5. Diagrama de Caminhos do Modelo

> semPaths(fit2, what="std",fade=F,layout="tree2")