

Universidade Federal da Paraíba  
Departamento de Sistemática e Ecologia  
Laboratório de Ecologia Comportamental e  
Psicobiologia

# Métodos de validação de escalas Likert

---

Danilo Nascimento Rolim dos  
Santos

# Conceitos Básicos

---

## ▪ Correlação:

Conceito estatístico que busca captar o componente linear de variação conjunta de duas variáveis. Esse coeficiente varia de  $-1$  até  $+1$ . Uma correlação perfeita possui o valor  $1$  (seja esta negativa ou positiva).

Quanto maior a correlação entre duas variáveis mais estas possuem componentes de **covariação** em conjunto, ou seja, quanto mais uma varia (modifica de valor) mais a outra varia. (KLINE, 1994; PILATTI, 2008)



# Conceitos Básicos

---

- **Fator /Componente/ Dimensões/ Dimensão latente**
- Conjuntos de itens que **quanto mais correlacionados tem maior chance de formar um fator.**

EX.: ESCALA DE PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS, o construto total possui 12 itens, que divididos formam 3 fatores:

Biosférico, Altruísta e Egoísta.

# Conceitos Básicos

- **Carga fatorial / lambda/ saturação**
- A **relação item-fator** é dada por meio da **carga fatorial**. Esse é um coeficiente que varia de -1 a +1, como a correlação. Quanto mais próximo de 1 maior a relação entre o item e o fator. Saturação adequada deve ser **> 0,30**; (TABACHNICK ;FIDELL, 2013),

Matriz de componente rotativa<sup>a</sup>

	Componente		
	1	2	3
Aves	,90	,23	,02
Vida_aquática	,90	,22	,02
Plantas	,89	,17	,13
Animais	,88	,09	,15
Pessoas_País	,12	,88	,06
Todas_pessoas	,23	,84	,16
Crianças	,22	,77	,15
Meusamigos	,14	,63	,35
Eu	,08	,04	,81
Minha_saude	,10	,27	,80
Meu_est_vida	,09	,05	,80
Meu_futuro	-,01	,38	,70

Método de extração: Análise do Componente principal.

Método de rotação: Varimax com normalização de Kaiser.

a. Rotação convergida em 5 iterações.



# Conceitos Básicos

## Comunalidades

Porção da variância que uma variável compartilha com todas as outras variáveis consideradas. É também a proporção de variância explicada pelos fatores comuns (AKER-KUMAR-DAY, 2001).

Valor de comunalidades deve ser  $>0,50$  (Hair; Anderson; Tatham; Black, 2009).

Valores de comunalidades inferiores sugerem uma contribuição pequena do item ao modelo construído

### Comunalidades

	Inicial	Extração
Plantas	1,000	,84
Vida_aquática	1,000	,86
Aves	1,000	,87
Animais	1,000	,81
Eu	1,000	,66
Meu_est_vida	1,000	,65
Minha_saude	1,000	,72
Meu_futuro	1,000	,63
Pessoas_País	1,000	,80
Todas_pessoas	1,000	,78
Crianças	1,000	,66
Meusamigos	1,000	,54

Método de extração: análise do componente principal.

# Validação interna

---

- Validação interna atribui qualidade ao instrumento de medição.
- DUAS CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS: **CONFIABILIDADE** E **VALIDADE** (Hayes, 1995)



# Validação interna

---

- **CONFIABILIDADE:** refere-se ao grau com que as medições estão isentas de erros (Hayes, 1995). Refere-se ao quanto os itens estão correlacionados entre si. (TROCHIM, 2003).
- **Sinônimos:** Consistência , estabilidade e previsibilidade.
- **Técnicas estatísticas:** Mais usado é o **Alpha de Cronbach**

## Validação interna

---

- **VALIDADE:** Refere-se ao grau com que a escala utilizada realmente mede o objeto para o qual ela foi criada para medir (Hayes, 1995).
- Técnicas estatísticas: AFE e AFC



# Validade x Confiabilidade

---

... são complementares, a confiabilidade de consistência interna está relacionada à homogeneidade das respostas dos distintos avaliadores, enquanto a validade está associada ao grau de certeza que se tem sobre o conceito medido. (BEM et al., 2010)

# Alpha de Cronbach

---

- Conceito: Estimativa de consistência interna, o índice do alfa de cronbach varia de 0 a 1, quanto mais perto de 1 mais consistente e confiável é considerado o instrumento (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006).
- Alfa adequada deve ser  $> 0,70$



# Alpha de Cronbach

---

- **Correlação item-item** - indicador de homogeneidade, **a média deve ser maior que 0,20** (CLARK;WATSON, 1995; HAIR et al., 2009).
- **Correlação Item-total** – indicador de homogeneidade, **a correlação deve ser > 0,50** (HAIR et al., 2009)

# Alpha de Cronbach

---

- **NOTA.** SE A ESCALA POSSUIR ITENS COM SEMÂNTICA CONTRÁRIA AO QUE ESTÁ SENDO OBSERVADO, ENTÃO ESSES ITENS DEVERÃO SER INVERTIDOS.
- Ex.: Escala para avaliar nível de conexão com a natureza das pessoas
- **Item direto:** Com frequência, sinto-me parte da teia da vida
- **Item invertido:** Frequentemente me sinto desconectado da natureza



# Análise Fatorial

---

- Propósito principal é **decifrar a estrutura fatorial** subjacente a conjunto de dados correlacionados.

# Objetivos AFE e AFC

---

- **Fatorial Exploratória vs Fatorial Confirmatória (Brown, 2006)**
- **EXPLORATÓRIA** – Descobrir o menor número de fatores interpretáveis necessários para explicar a correlação entre eles. (NÃO CONHECE OS FATORES)
- **CONFIRMATÓRIA** - O pesquisador especifica diversos aspectos do modelo fatorial, como o número de fatores, determinando diferentes modelos para encontrar o que mais se ajusta aos dados e tenha maior suporte teórico. (JÁ TEM UMA TEORIA SOBRE OS FATORES DA



# Análise Fatorial Exploratória

---

- **Conceito** - Pode ser entendida como um conjunto de técnicas multivariadas que busca encontrar a estrutura subjacente em uma matriz de dados e determinar o número e a natureza de fatores (variáveis latentes) que melhor representam um conjunto de variáveis observadas (construto) (DAMÁSIO, 2012; BROWN, 2006).

# Análise Fatorial Exploratória

Procedimento	O que deve ser observado
Verificar a adequabilidade da base de dados	Nível de mensuração das variáveis, tamanho da amostra, razão entre o número de casos e a quantidade de variáveis e o padrão de correlação entre as variáveis.
Determinar a técnica de extração e o número de fatores a serem extraídos	O tipo de extração ( <i>principal components, principal factors, image factoring; maximum likelihood factoring; alpha factoring; unweighted least squares; generalized least squares</i> ).
Decidir o tipo de rotação dos fatores	Se for ortogonal ( <i>Varimax, Quartimax, Equamax</i> ), se for oblíqua ( <i>direct oblimin, Promax</i> ).

Fonte: (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2010)



# Análise Fatorial Exploratória

- **1º PASSO – DETERMINAR SE OS DADOS ESTÃO ADEQUADOS À REALIZAÇÃO DA AFE.**
- **Teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)**

Índice de KMO	Considerado:
Menor que 0,5	Inaceitável
Entre 0,5 e 0,7	Medíocre
	Ótimo e Excelente

FONTE: (DAMÁSIO, 2012; HUTCHESON; SOFRONIOU, 1999)

# Análise Fatorial Exploratória

---

- **1º PASSO – DETERMINAR SE OS DADOS ESTÃO ADEQUADOS À REALIZAÇÃO DA AFE.**

## Teste de esfericidade de Barlett

- Os valores do teste de esfericidade de Bartlett com níveis de significância  $p < 0,05$  indicam que a matriz é passível de fatoração (TABACHNICK; FIDELL, 2007),



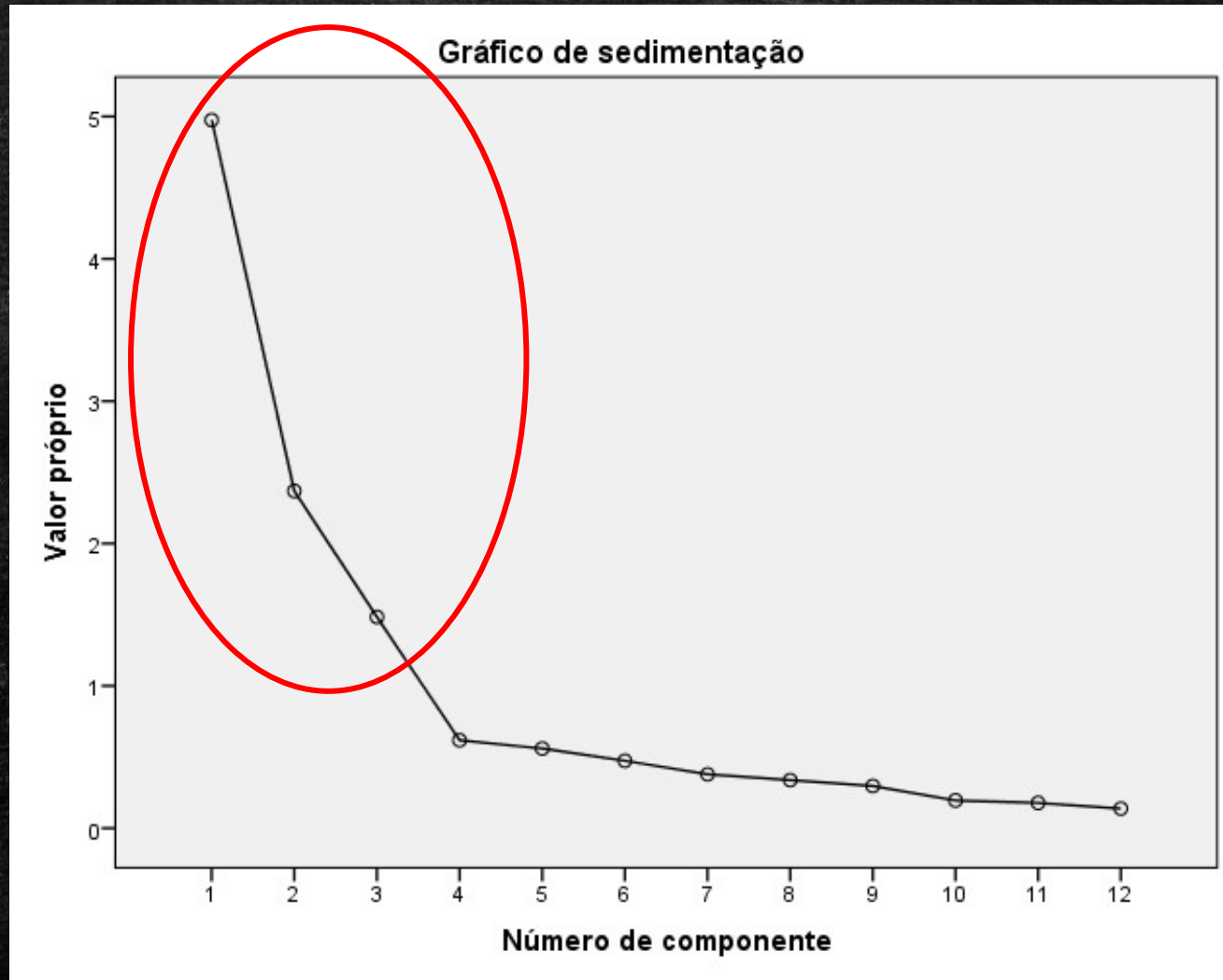
# Análise Fatorial Exploratória

## 2º Passo (APÓS RODAR A AFE NO SPSS)

- Verificar autovalor de Guntman-Kaiser (**eigenvalue > 1**) (DAMÁSIO 2012)
- **Variância acumulada > 60%** (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2010)

Componente	Valores próprios iniciais		
	Total	% de variância	% cumulativa
1	4,97	41,46	41,46
2	2,37	19,74	61,20
3	1,48	12,36	73,56
4	,62	5,15	78,70
5	,56	4,66	83,37
6	,47	3,95	87,31
7	,38	3,15	90,47
8	,34	2,81	93,28
9	,30	2,47	95,75
10	,19	1,62	97,37
11	,18	1,48	98,85
12	,14	1,15	100,00

# Análise Fatorial Exploratória





# Análise Fatorial Exploratória

## 3º Passo - ANALISAR A MATRIZ DE COMPONENTE ROTATIVA

- Verificar a distribuição dos itens em componentes nos diversos fatores.
- A CARGA FATORIAL INDICA EM QUAL FATOR O ITEM

Matriz de componente rotativa<sup>a</sup>

	Componente		
	1	2	3
Aves	,90	,23	,02
Vida_aquática	,90	,22	,02
Plantas	,89	,17	,13
Animais	,88	,09	,15
Pessoas_País	,12	,88	,06
Todas_pessoas	,23	,84	,16
Crianças	,22	,77	,15
Meusamigos	,14	,63	,35
Eu	,08	,04	,81
Minha_saude	,10	,27	,80
Meu_est_vida	,09	,05	,80
Meu_futuro	-,01	,38	,70

Método de extração: Análise do Componente principal.

Método de rotação: Varimax com normalização de Kaiser.

a. Rotação convergida em 5 iterações.

# Análise Fatorial Confirmatória

---

- **Conceito:** É conhecida como uma das técnicas de modelos de equações estruturais (MEE) e ela permite o teste confirmatório da estrutura psicométrica de escalas de medidas e também pode ser utilizada para analisar relações explicativas entre múltiplas variáveis simultaneamente, sejam elas latentes ou observadas (LAROS, 2007).



# Análise Fatorial Confirmatória

---

- Programas Estatísticos mais usados para AFC – Mplus, Amos, R.
- **Mplus e R** (pacote lavaan) são através de Scripts. (Admitem variáveis categóricas).
- **Amos** pela interface do próprio programa (apenas variáveis contínuas)

# Análise Fatorial Confirmatória

---

- **1º PASSO** – definir o modelo AFC especificado.
- **Exemplo: ESCALA DE PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS**
- **Fator Biosférico** – item1, item2 , item 3, item4
- **Fator Egoísta** – item5, item6, item7, item8
- **Fator Altruísta** – item9, item10, item11, item12



# Análise Fatorial Confirmatória

---

- **2º PASSO** - Para identificar as estimativas para cada parâmetro do modelo (cargas fatoriais, variâncias, covariâncias fatoriais e variâncias e covariâncias de erros de medida) é necessário **escolher o método de estimação** (Brown, 2006).
- Estimador mais usado: ML (Máxima Verossimilhança)
- Estimador que está atualmente sendo muito usado: WLSMV (estimador de mínimos quadrados ponderados robustos ajustados)
- Outros estimadores: WLS, ULS e etc.

- **3º PASSO** – verificar os principais índices de qualidade ajustes do modelo - *goodness-of-fit (Após rodar a AFC no software escolhido)*

Índice	Modelo Robusto	Modelo aceitável
$\chi^2/df$	Aceitável até 5	Entre 2 e 3
RMSEA	$\leq 0,05$	Até 0,08; aceitando até 1,0
TLI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
CFI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
GFI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
AGFI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
Fonte: (BENTLER, 1990; BROWN, 2006; SCHREIBER, 2006; LEON, 2011)	$\leq 0,05$	Até 0,08
SRMR	$< 0,90$	-



**Covariância entre as latentes**

**Variável latente**

**Cargas fatoriais  
(coeficiente de regressão)**

**Variável observada**

**Erro (variâncias únicas inexplicadas)**

**Correlação entre erros**

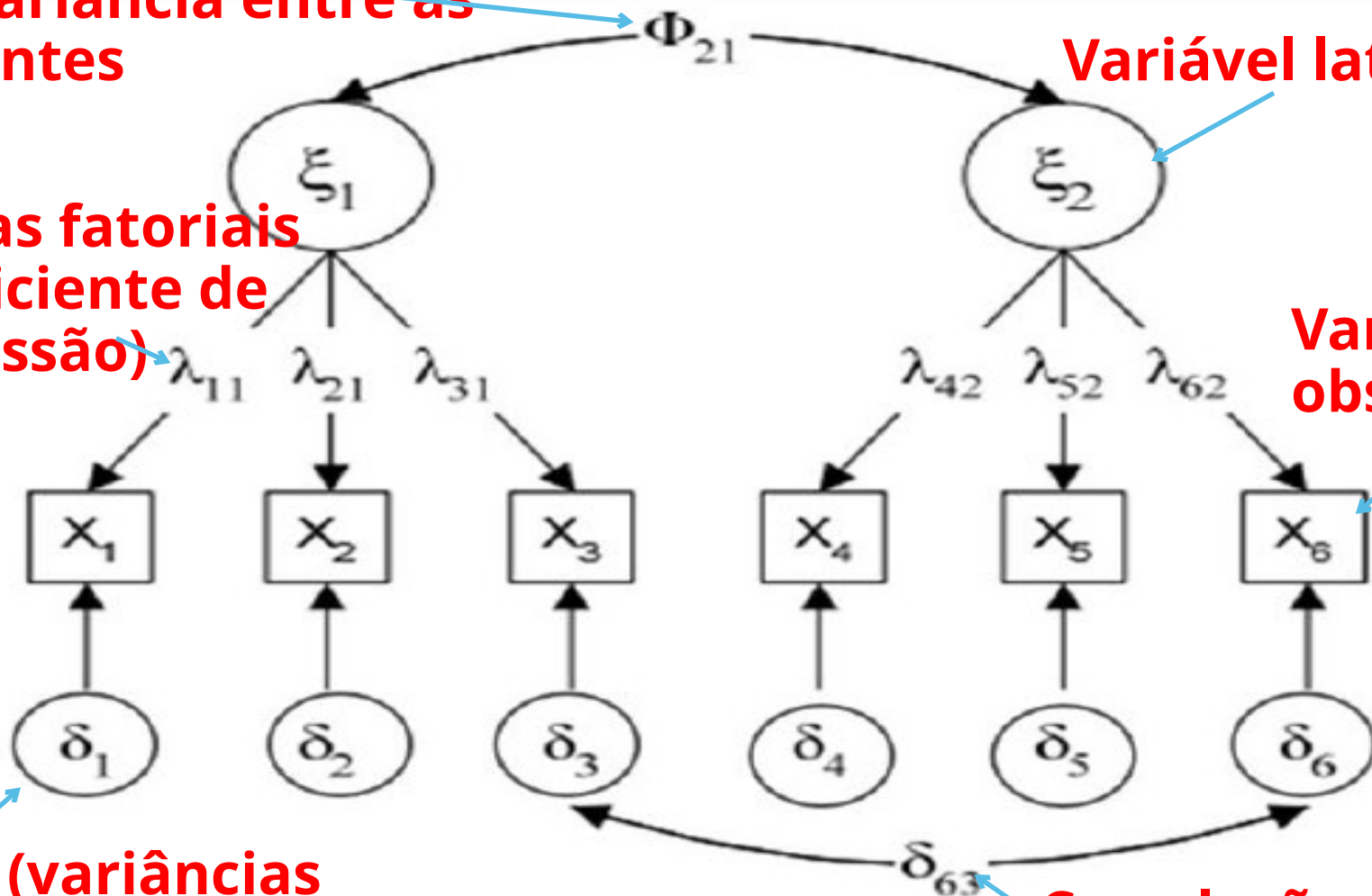


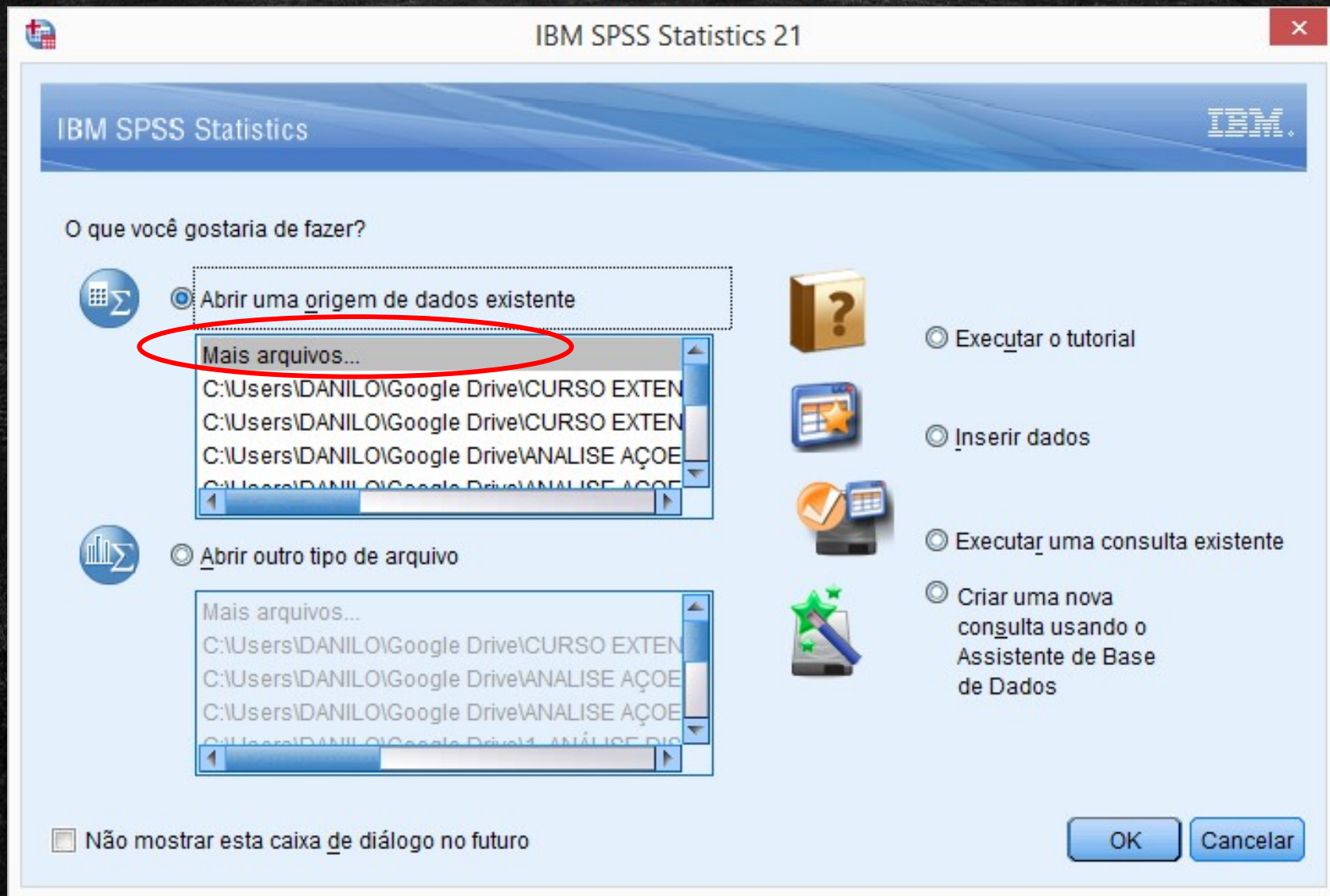
Figura 2.1. Diagrama de Caminho, fonte Albright J. & Park H., (2009)

---

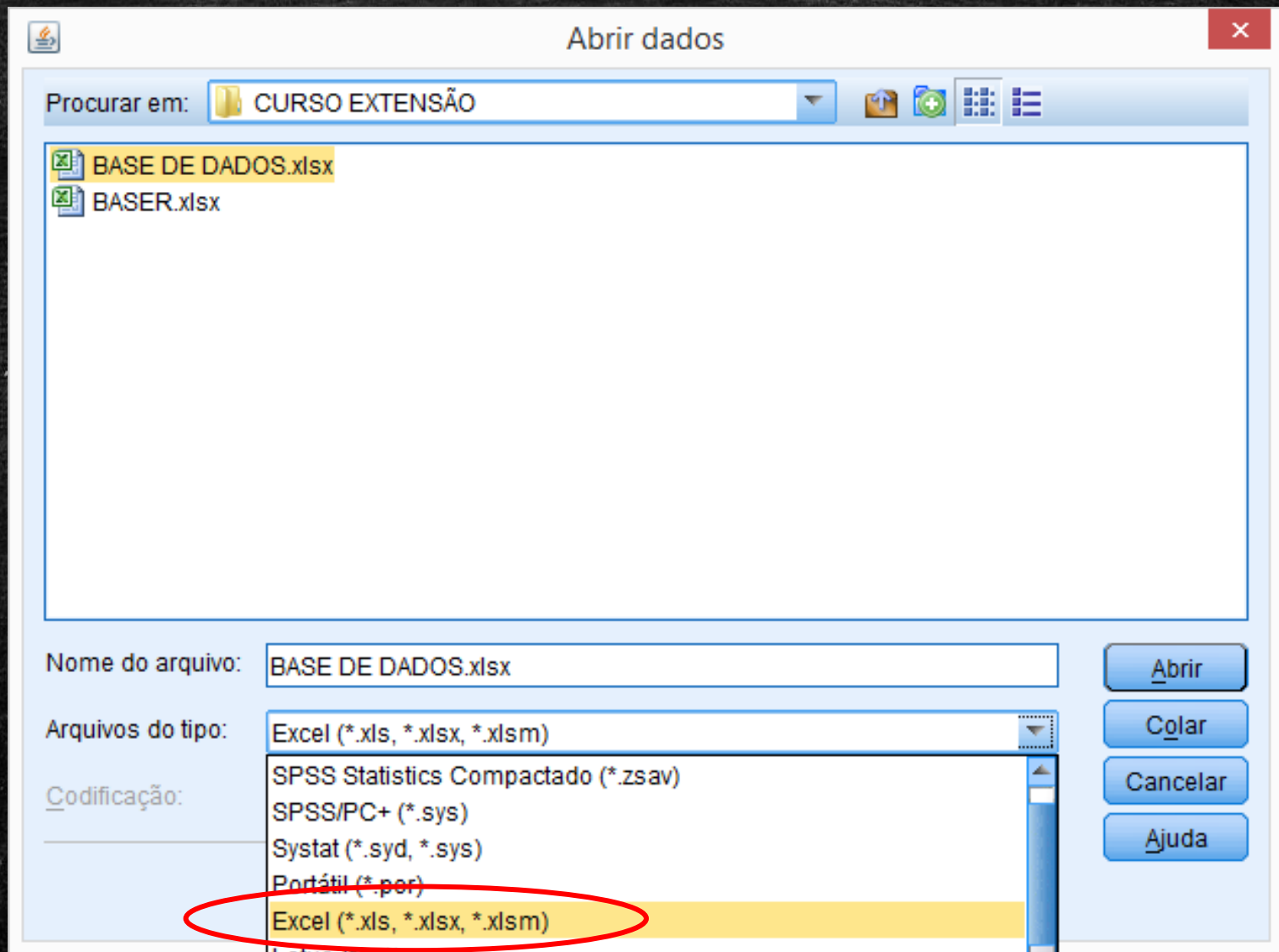
PRÁTICAS



# Abrir arquivos no SPSS

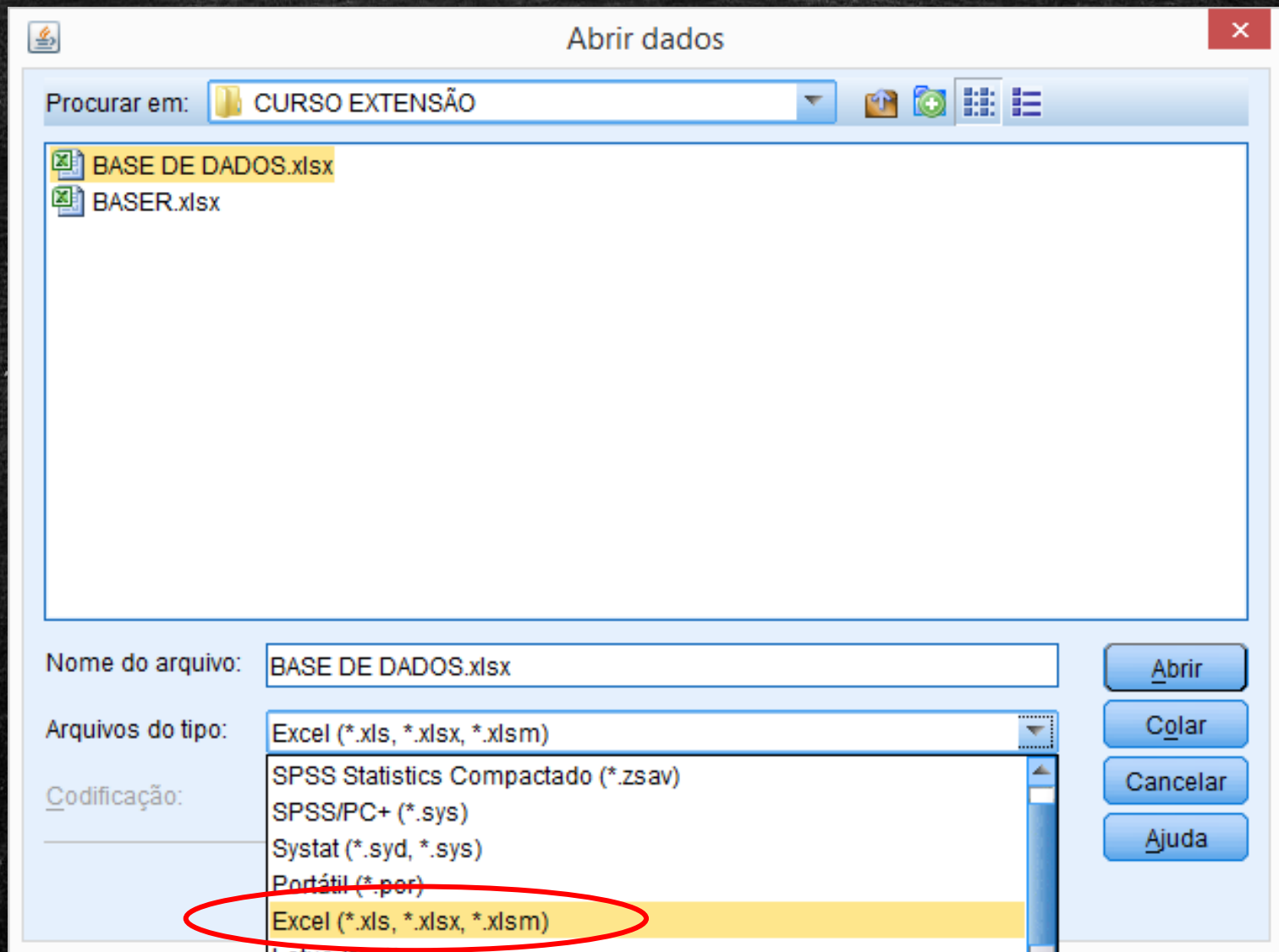


# Abrir arquivos no SPSS

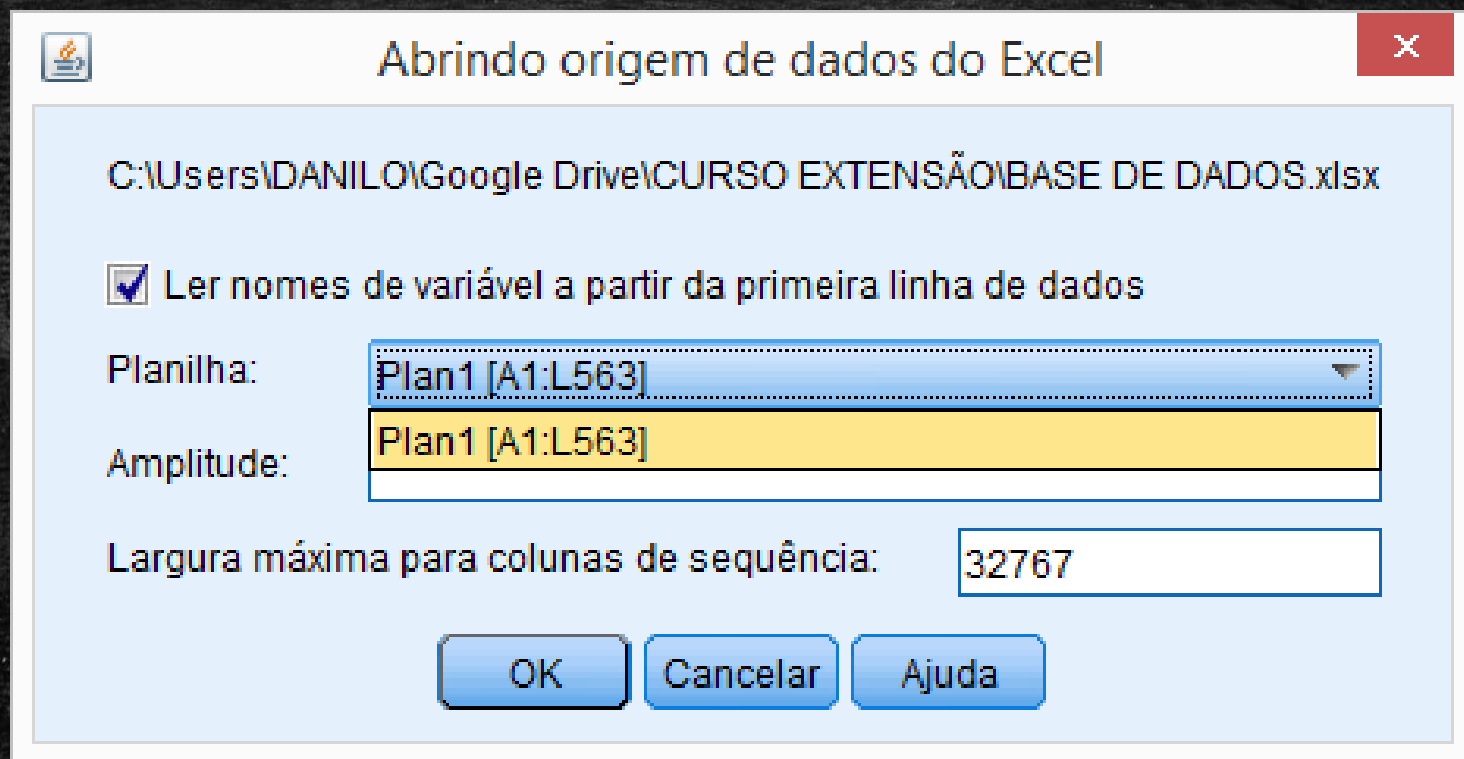




# Abrir arquivos no SPSS



# Abrir arquivos no SPSS





# Alpha de Cronbach

\*Sem título2 [Conjunto\_de\_dados1] - IBM SPSS Statistics Editor de dados

Arquivo Editar Visualizar Dados Transformar **Analisar** Marketing direto Gráficos Utilitários Janela Ajuda

Relatórios  
Estatísticas descritivas  
Tabelas  
Comparar médias  
Modelo linear geral  
Modelos lineares generalizados  
Modelos mistos  
Correlacionar  
Regressão  
Log linear  
Redes neurais  
Classificar  
Redução de dimensão  
**Escala**  
Testes não paramétricos  
Previsão  
Sobrevivência  
Múltiplas respostas  
Análise de valor ausente...  
Imputação múltipla  
Amostras complexas  
Simulação...  
Controle de qualidade  
Curva ROC...  
IBM SPSS Amos...

Plantas Vida\_aquática

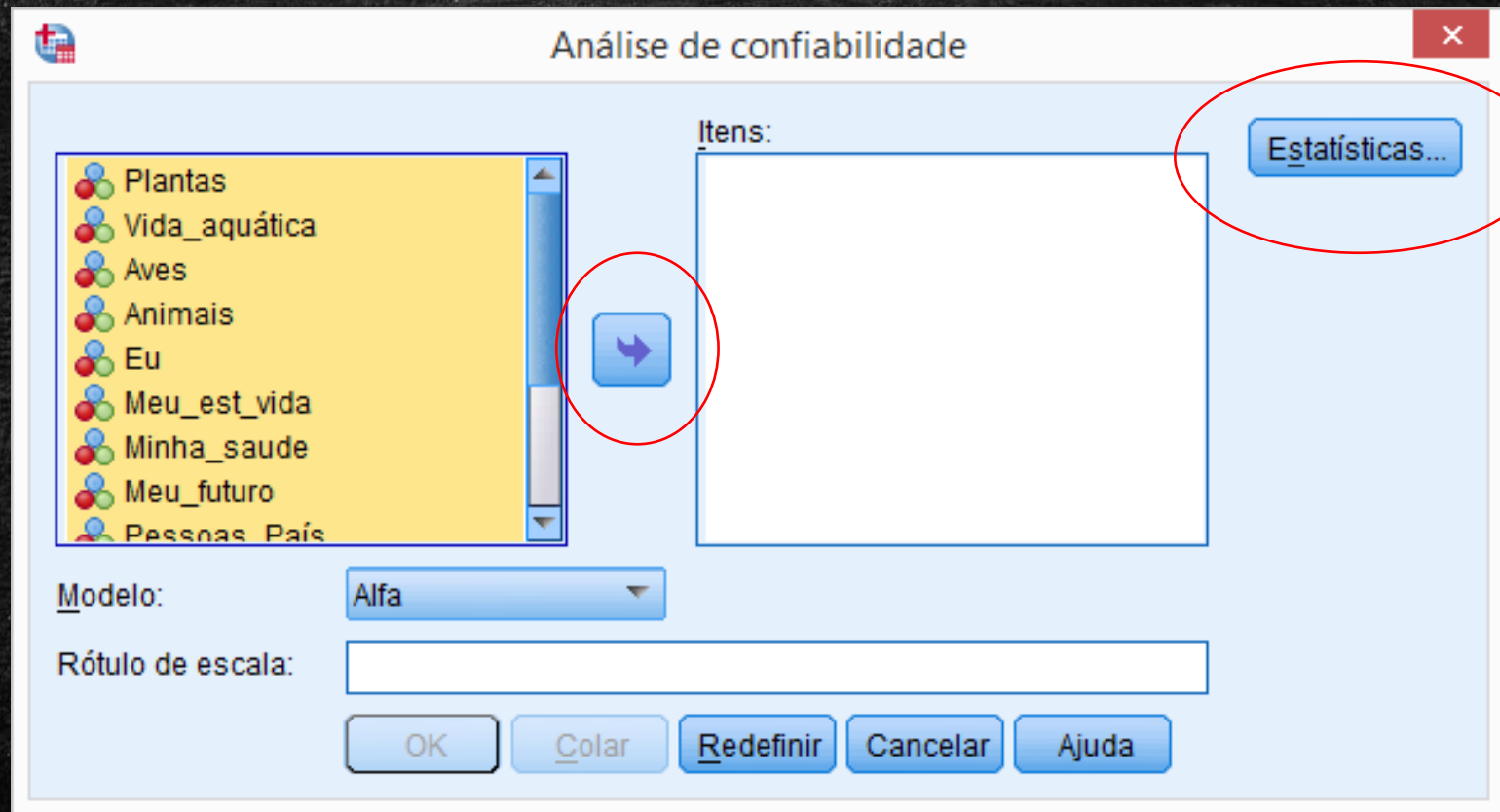
	Eu	Meu_est_vida	Minha_saude
6	4,0	6,0	5,0
7	5,0	4,0	7,0
8	6,0	6,0	5,0
9	6,0	5,0	2,0
10	7,0	7,0	7,0
11	3,0	3,0	7,0
12	7,0	7,0	6,0
13	7,0	7,0	4,0
14	7,0	6,0	5,0
15	6,0	6,0	5,0
16	4,0	5,0	2,0
17	2,0	7,0	4,0
18	6,0	6,0	5,0
19	5,0	4,0	6,0
20	7,0	7,0	7,0
21	7,0	7,0	7,0
22	5,0	4,0	6,0
23	6,0	6,0	7,0
24	7,0	4,0	7,0
25	7,0	7,0	7,0
26	7,0	7,0	7,0
27	7,0	7,0	7,0

1

Visualização de dados Visualização da variável


Análise de confiabilidade...  
Desdobramento multidimensional (PREFSCAL)...  
Escala multidimensional (PROXSCAL)...  
Escala multidimensional (ALSCAL)...

# Alpha de Cronbach





# Alpha de Cronbach

 **Análise de confiabilidade: Estatística** ✕

**Descritivos para**

- ☒ Item
- ☒ Escala
- ☒ Escalar se item foi excluído

**Interitem**

- ☒ Correlações
- ☐ Covariâncias

**Resumos**

- ☒ Médias
- ☐ Variâncias
- ☐ Covariâncias
- ☐ Correlações

**Tabela de ANOVA**

- ☒ Nenhum
- ☐ Teste F
- ☐ Quiquadrado de Friedman
- ☐ Quiquadrado de Cochran

☐ Quadrado I de Hotelling

☐ Coeficiente de correlação intraclass



☐ Teste de aditividade de Tukey

Modelo: Misto de duas vias ▾ Tipo: Consistência ▾










Intervalo de confiança: 95 % Valor de teste: 0


Continuar Cancelar Ajuda

# Alpha de Cronbach

 **Análise de confiabilidade** 

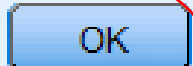
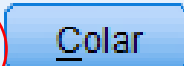
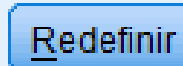
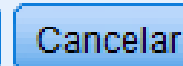
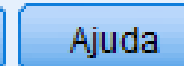
Itens:

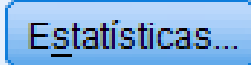
-  Plantas
-  Vida\_aquática
-  Aves
-  Animais
-  Eu
-  Meu\_est\_vida
-  Minha\_saude
-  Meu\_futuro
-  Pessoas\_País



Modelo: Alfa

Rótulo de escala: ALFA EPA





# Alpha de Cronbach

## Resumo do processamento de caso

		N	%
Casos	Válido	562	100,0
	Excluídos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	562	100,0

a. Exclusão de lista com base em todas as variáveis do procedimento.

## Estatísticas de confiabilidade

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach com base em itens padronizados	N de itens
,88	,88	12

# Alpha de Cronbach

## Resumo do processamento de caso

		N	%
Casos	Válido	562	100,0
	Excluídos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	562	100,0

a. Exclusão de lista com base em todas as variáveis do procedimento.

## Estatísticas de confiabilidade

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach com base em itens padronizados	N de itens
,88	,88	12



# Alpha de Cronbach

## Correlação item-item

Estadísticas de item de resumo

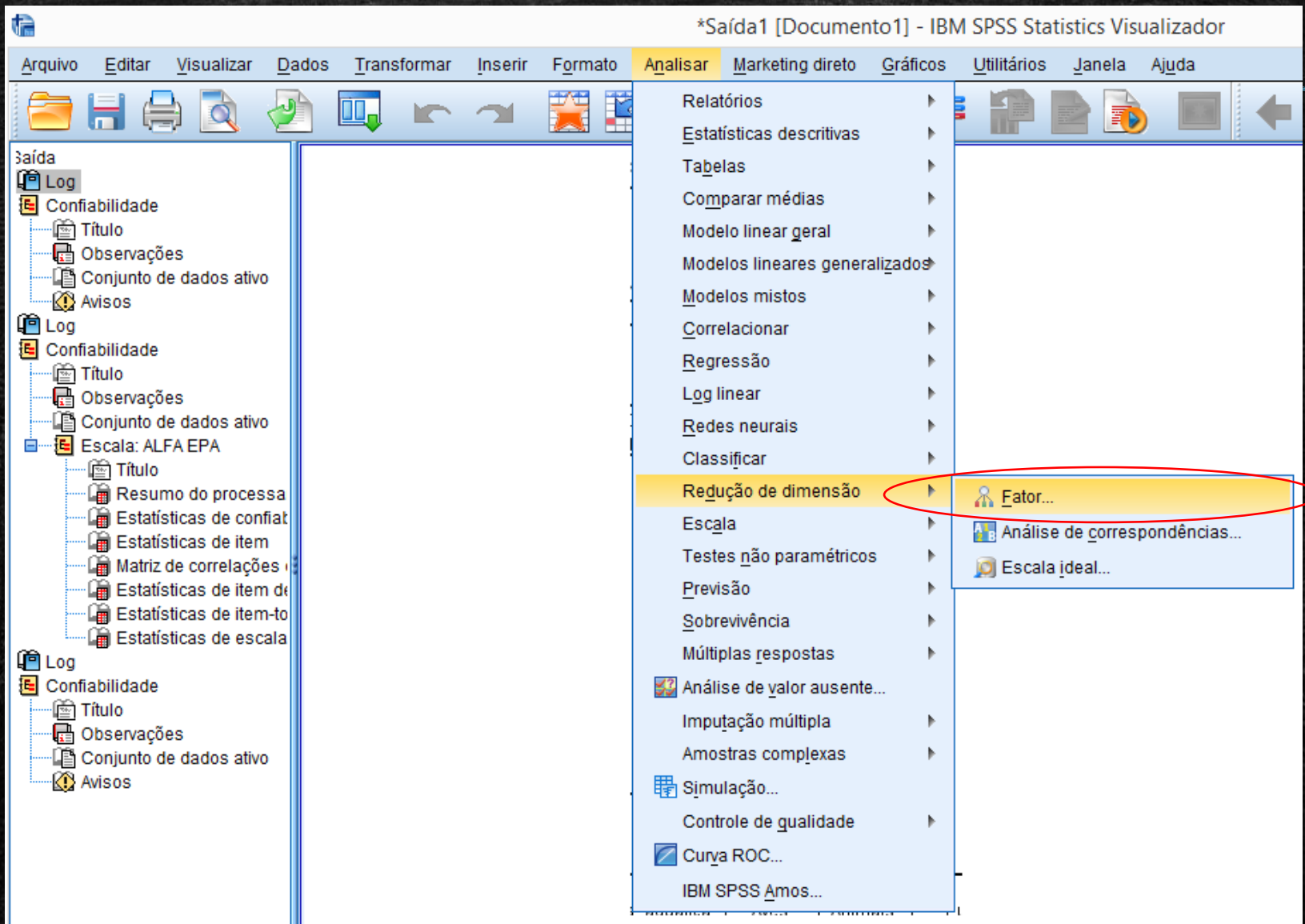
	Média	Mínimo	Máximo	Amplitude	Máximo / Mínimo	Variância	N de itens
Médias de item	5,77	5,08	6,22	1,14	1,22	,10	12
Correlações entre itens	,38	,11	,80	,69	7,45	,03	12

## Correlação item-total

Estadísticas de item-total

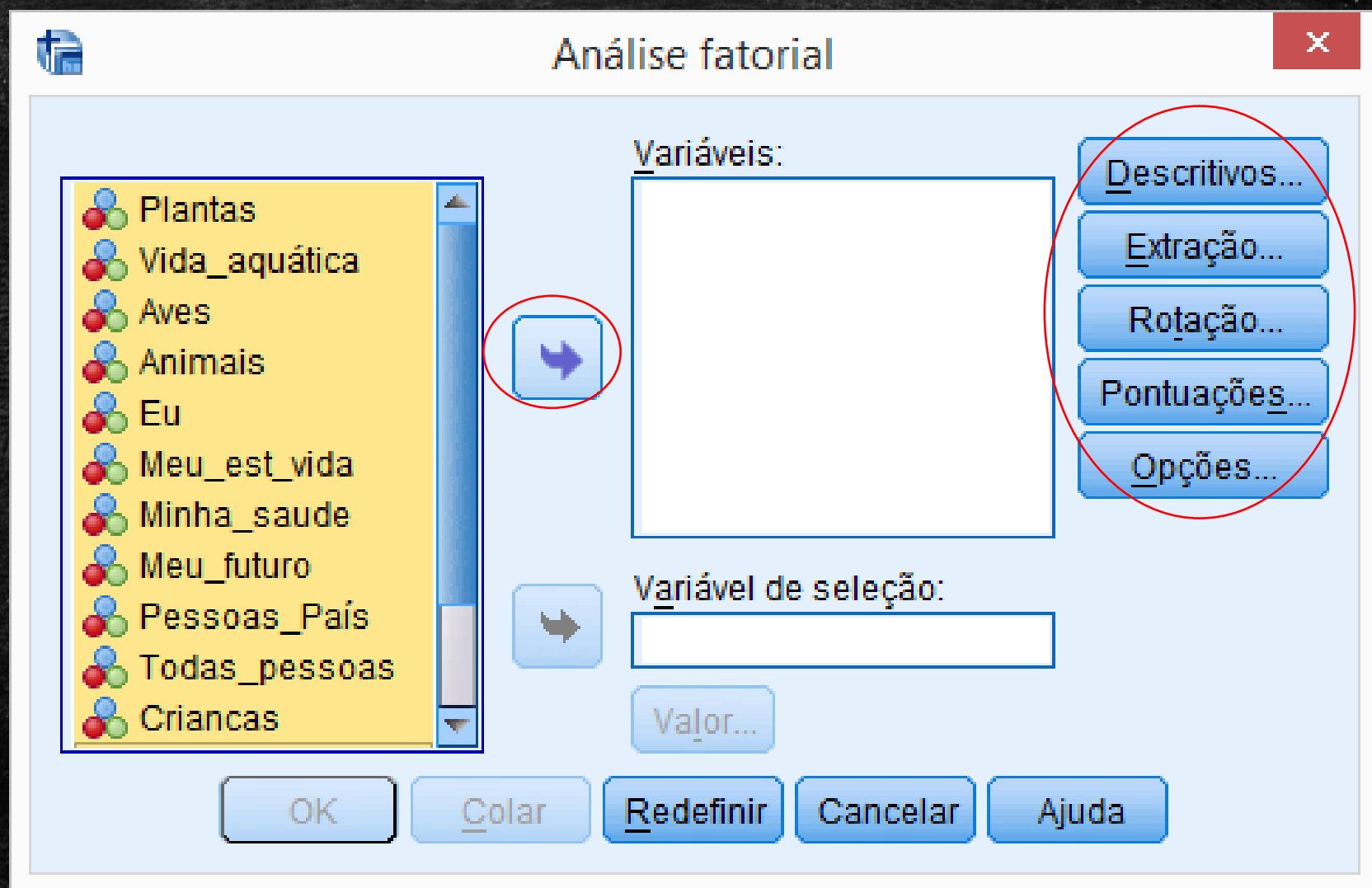
	Média de escala se o item for excluído	Variância de escala se o item for excluído	Correlação de item total corrigida	Correlação múltipla ao quadrado	Alfa de Cronbach se o item for excluído
Plantas	63,40	107,09	,58	,62	,87
Vida_aquática	63,63	105,69	,61	,74	,87
Aves	63,75	105,06	,61	,74	,86
Animais	63,21	109,40	,59	,63	,87
Eu	63,62	107,24	,49	,45	,87
Meu_est_vida	64,18	109,36	,40	,41	,88
Minha_saude	63,37	105,10	,63	,55	,86
Meu_futuro	63,07	109,98	,52	,46	,87
Pessoas_País	63,48	107,68	,58	,62	,87
Todas_pessoas	63,62	103,91	,65	,65	,86
Crianças	63,04	108,20	,61	,51	,87
Meusamigos	63,41	106,31	,63	,52	,86

# Análise Fatorial Exploratória

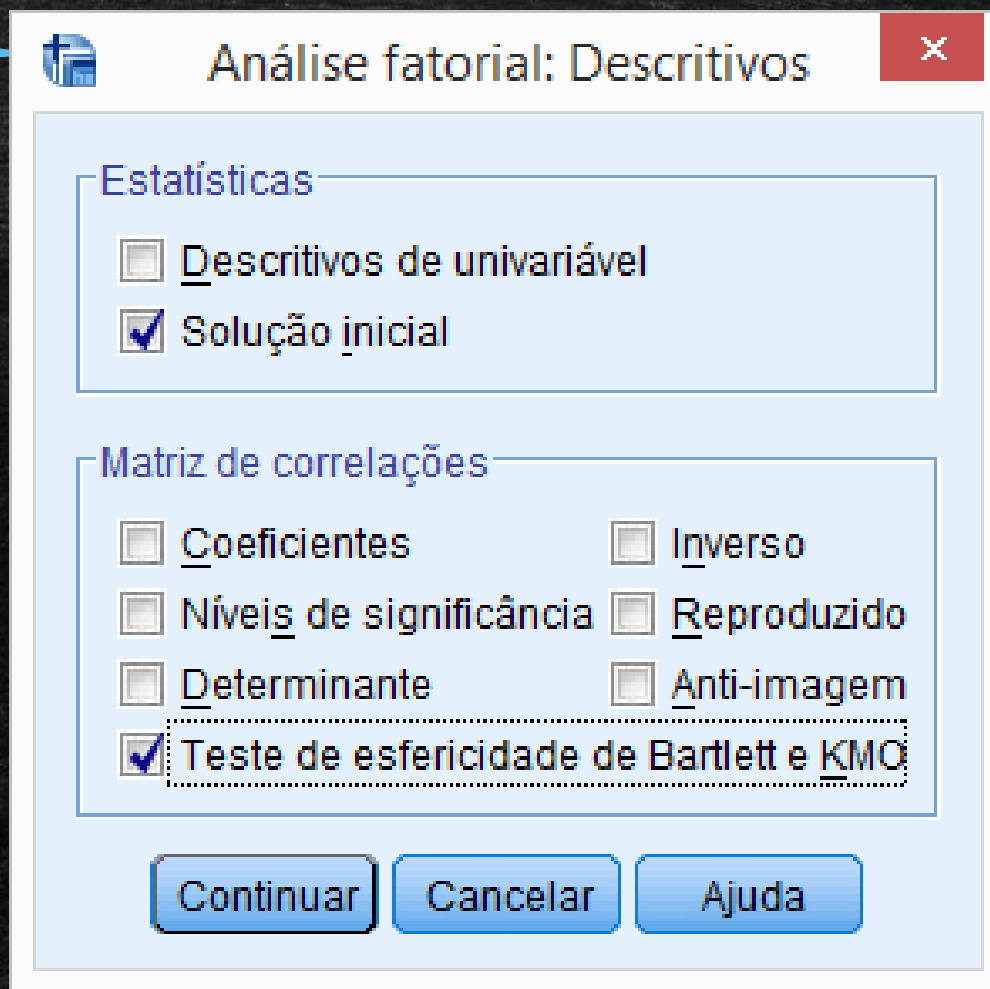





# Análise Fatorial Exploratória



# Análise Fatorial Exploratória



 **Análise fatorial: Descritivos** ✕

**Estatísticas**

- ☐ Descritivos de univariável
- ☒ Solução inicial



**Matriz de correlações**

- ☐ Coeficientes
- ☐ Inverso
- ☐ Níveis de significância
- ☐ Reproduzido
- ☐ Determinante
- ☐ Anti-imagem
- ☒ Teste de esfericidade de Bartlett e KMO

**Continuar** **Cancelar** **Ajuda**



# Análise Fatorial Exploratória

 **Análise fatorial: Extração** 

Método: Componentes principais ▼

Analisar

☒ Matriz de correlações  
☐ Matriz de covariância

Exibir

☒ Solução de fator não rotacionado  
☒ Gráfico de sedimentação


Extrair

☒ Com base no valor próprio  
Valores próprios superiores a: 1

☐ Número fixo de fatores  
Fatores a extrair:

Máximo de iterações por convergência: 25

# Análise Fatorial Exploratória

 **Análise fatorial: Rotação** ✕

**Método**

☐ Nenhum ☐ Quartimax

☒ Varimax ☐ Equamax

☐ Oblimin direto ☐ Proporção máxima

Delta:  Capa

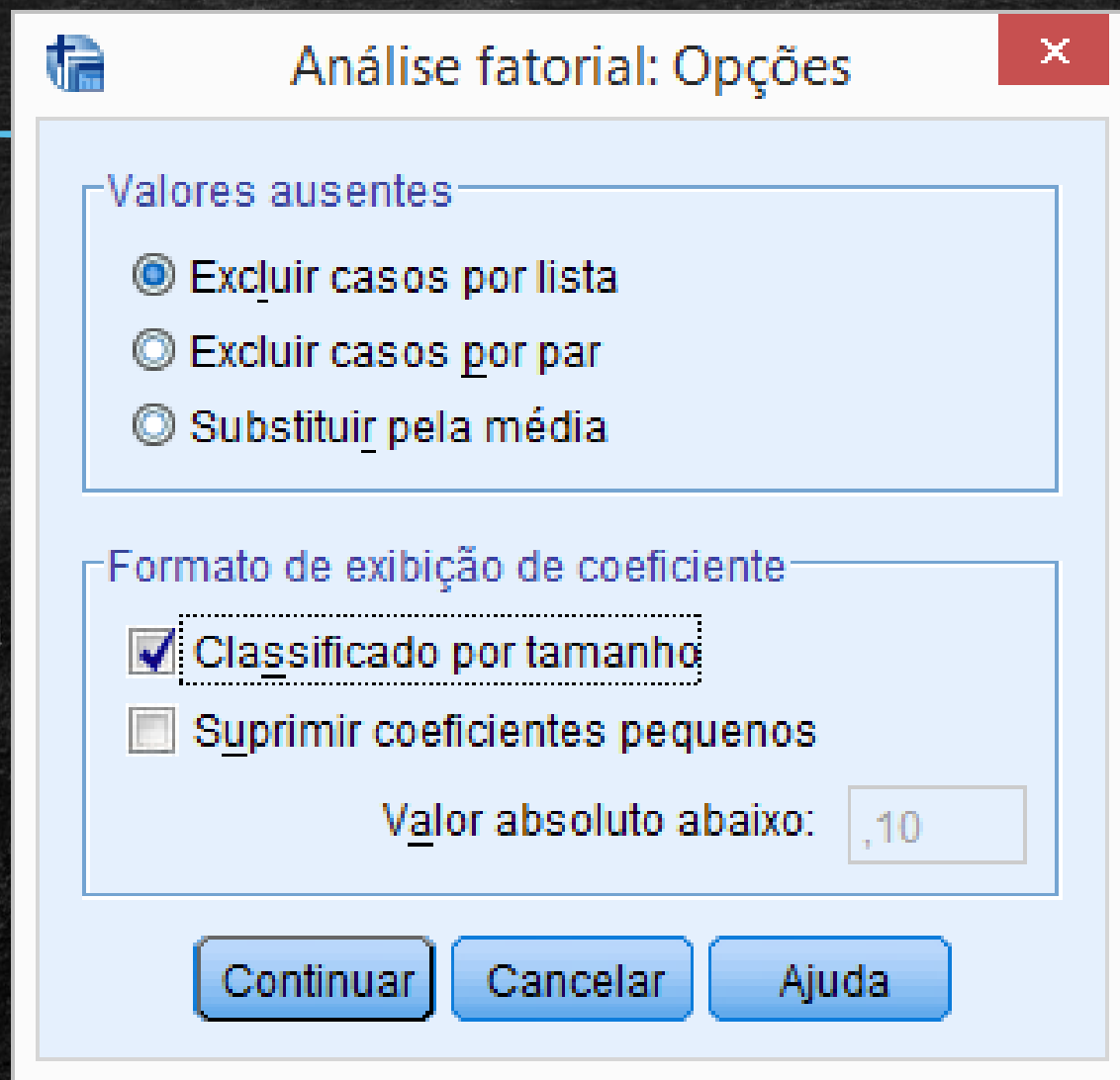
**Exibir**

☒ Solução rotacionada ☐ Carregando gráfico(s)

Máximo de iterações por convergência:



# Análise Fatorial Exploratória



The image shows a dialog box titled "Análise fatorial: Opções" (Factorial Analysis: Options). It has a standard Windows-style title bar with a minimize button, a maximize button, and a close button (red square with a white 'X'). The dialog is divided into two main sections, each with a blue header and a light blue background.

**Valores ausentes** (Missing values):

- ☒ Excluir casos por lista
- ☐ Excluir casos por par
- ☐ Substituir pela média

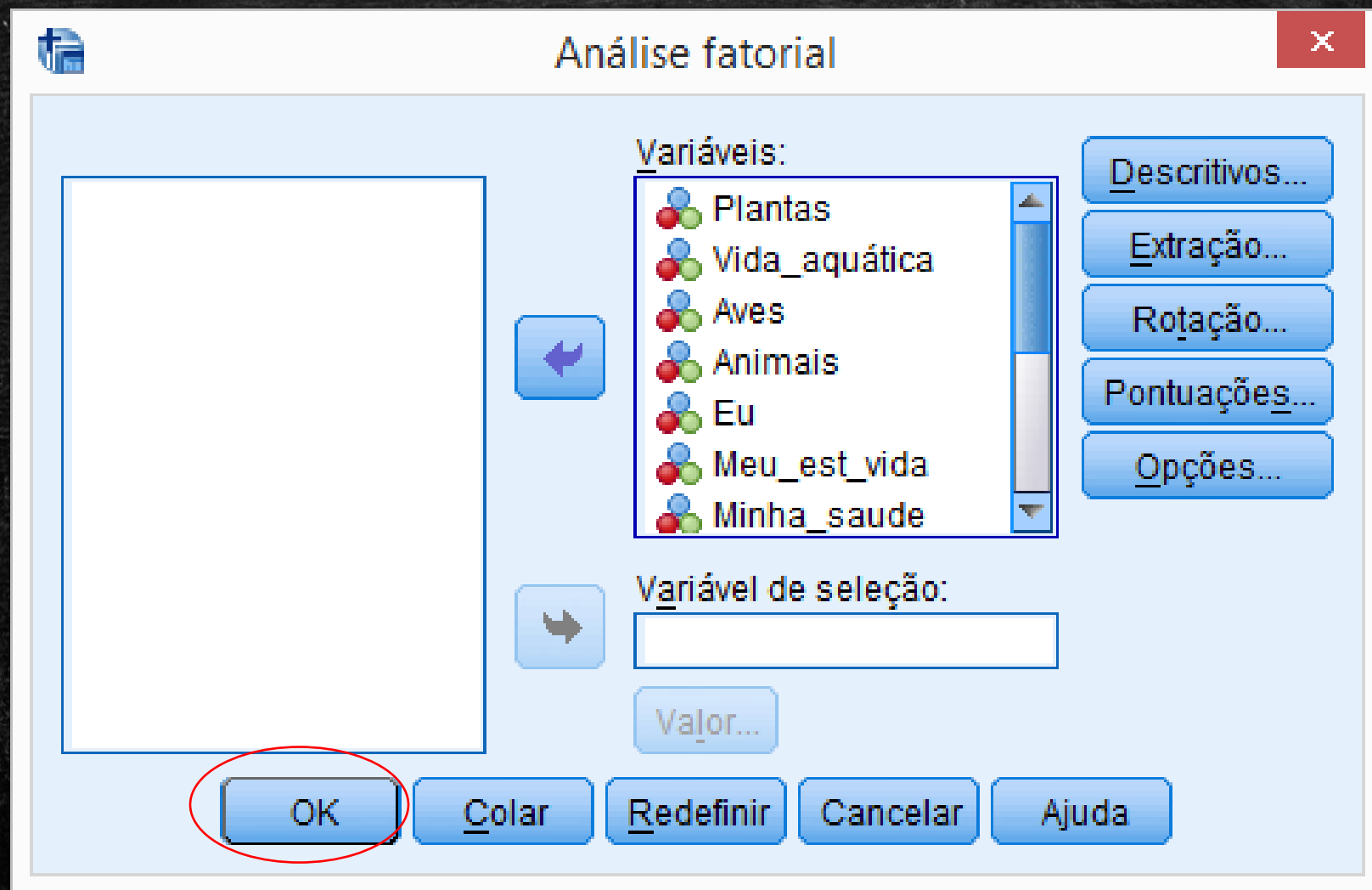
**Formato de exibição de coeficiente** (Coefficient display format):

- ☒ Classificado por tamanho
- ☐ Suprimir coeficientes pequenos

Below the second section, there is a label "Valor absoluto abaixo:" followed by a text input field containing the value ".10".

At the bottom of the dialog, there are three buttons: "Continuar", "Cancelar", and "Ajuda".

# Análise Fatorial Exploratória





# Análise Fatorial Exploratória

## Teste de KMO e Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,876
Teste de esfericidade de Bartlett	Qui-quadrado aprox.	3951,073
	df	66
	Sig.	,000

KMO entre 0,8 e 0,9 (Considerado ótimo)  
Bartlett  $p < 0,05$  (significativo)

Os resultados estão adequados à realização da AFE.

# Análise Fatorial Exploratória

## Comunalidades

	Inicial	Extração
Plantas	1,000	,75
Vida_aquática	1,000	,84
Aves	1,000	,84
Animais	1,000	,77
Eu	1,000	,67
Meu_est_vida	1,000	,70
Minha_saude	1,000	,71
Meu_futuro	1,000	,62
Pessoas_País	1,000	,78
Todas_pessoas	1,000	,78
Crianças	1,000	,68
Meusamigos	1,000	,67

Método de extração: análise do componente principal.

$H^2 > 0,50$ . Todos os itens estão contribuindo para a formação do construto.



# Análise Fatorial Exploratória

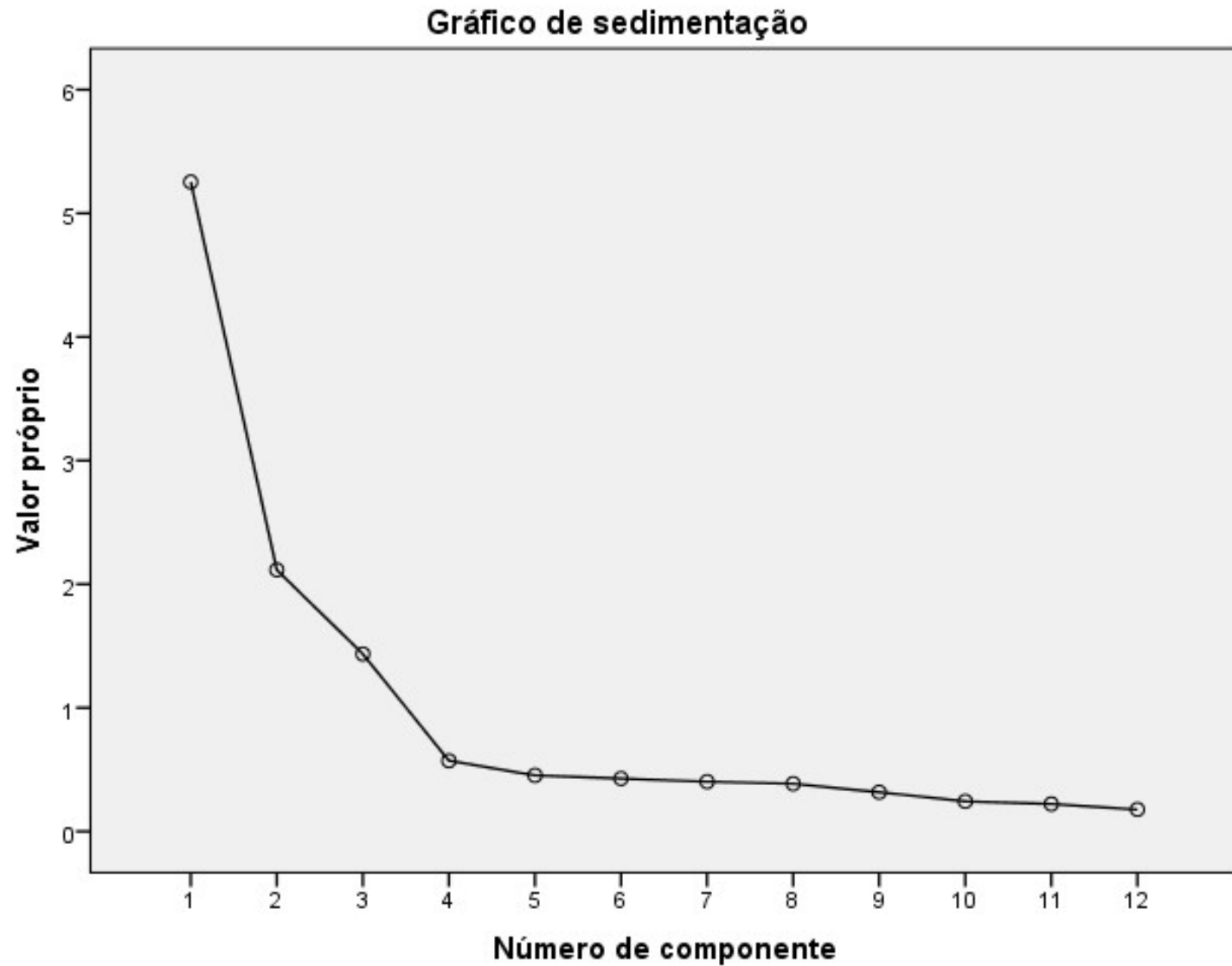
Variância total explicada

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	5,25	43,78	43,78	5,25	43,78	43,78	3,22	26,81	26,81
2	2,11	17,62	61,40	2,11	17,62	61,40	2,94	24,52	51,33
3	1,43	11,96	73,36	1,43	11,96	73,36	2,64	22,03	73,36
4	,57	4,77	78,12						
5	,45	3,78	81,90						
6	,43	3,56	85,46						
7	,40	3,35	88,81						
8	,39	3,21	92,02						
9	,32	2,64	94,66						
10	,24	2,02	96,68						
11	,22	1,85	98,53						
12	,18	1,47	100,00						

Método de extração: análise do componente principal.

**Valor próprio > 1 = FATOR (Critério de Guntman-Kaiser)**

# Análise Fatorial Exploratória





# Análise Fatorial Exploratória

Matriz de componente rotativa<sup>a</sup>

	Componente		
	1	2	3
Aves	,89	,19	,10
Vida_aquática	,88	,26	,03
Animais	,85	,13	,16
Plantas	,84	,19	,11
Pessoas_País	,17	,86	,09
Todas_pessoas	,21	,83	,19
Crianças	,27	,76	,14
Meusamigos	,16	,74	,32
Meu_est_vida	,08	-,01	,83
Eu	,10	,13	,80
Minha_saude	,16	,33	,76
Meu_futuro	,05	,30	,73

Método de extração: Análise do Componente principal.

Método de rotação: Varimax com normalização de Kaiser.

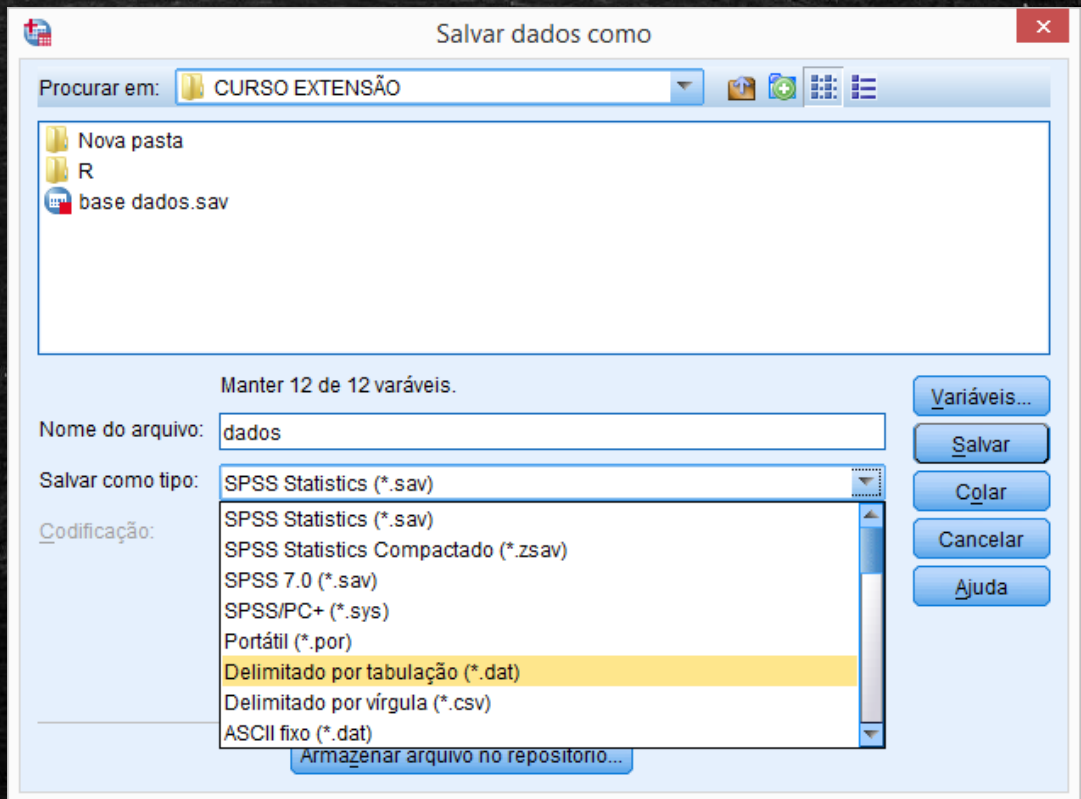
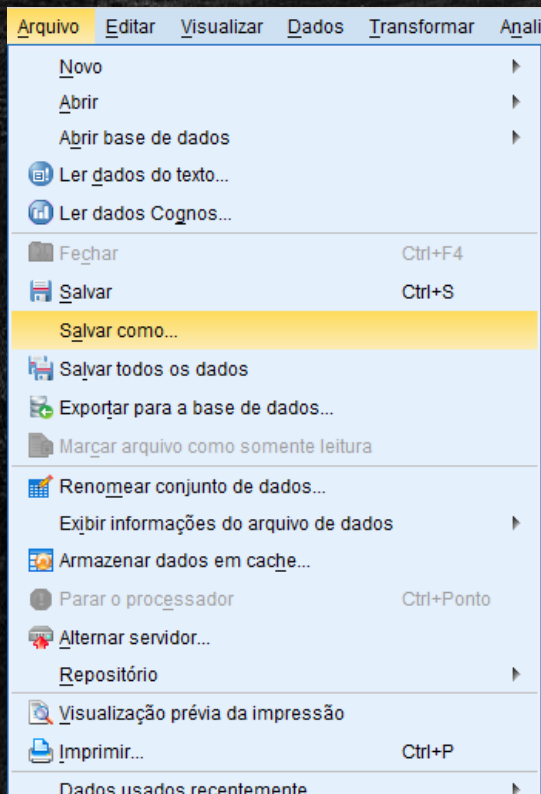
a. Rotação convergida em 5 iterações.

$\lambda > 0,30$  - Por estarem bem próximos de 1, os itens estão bem relacionados com os seus fatores.

# Análise Fatorial Confirmatória

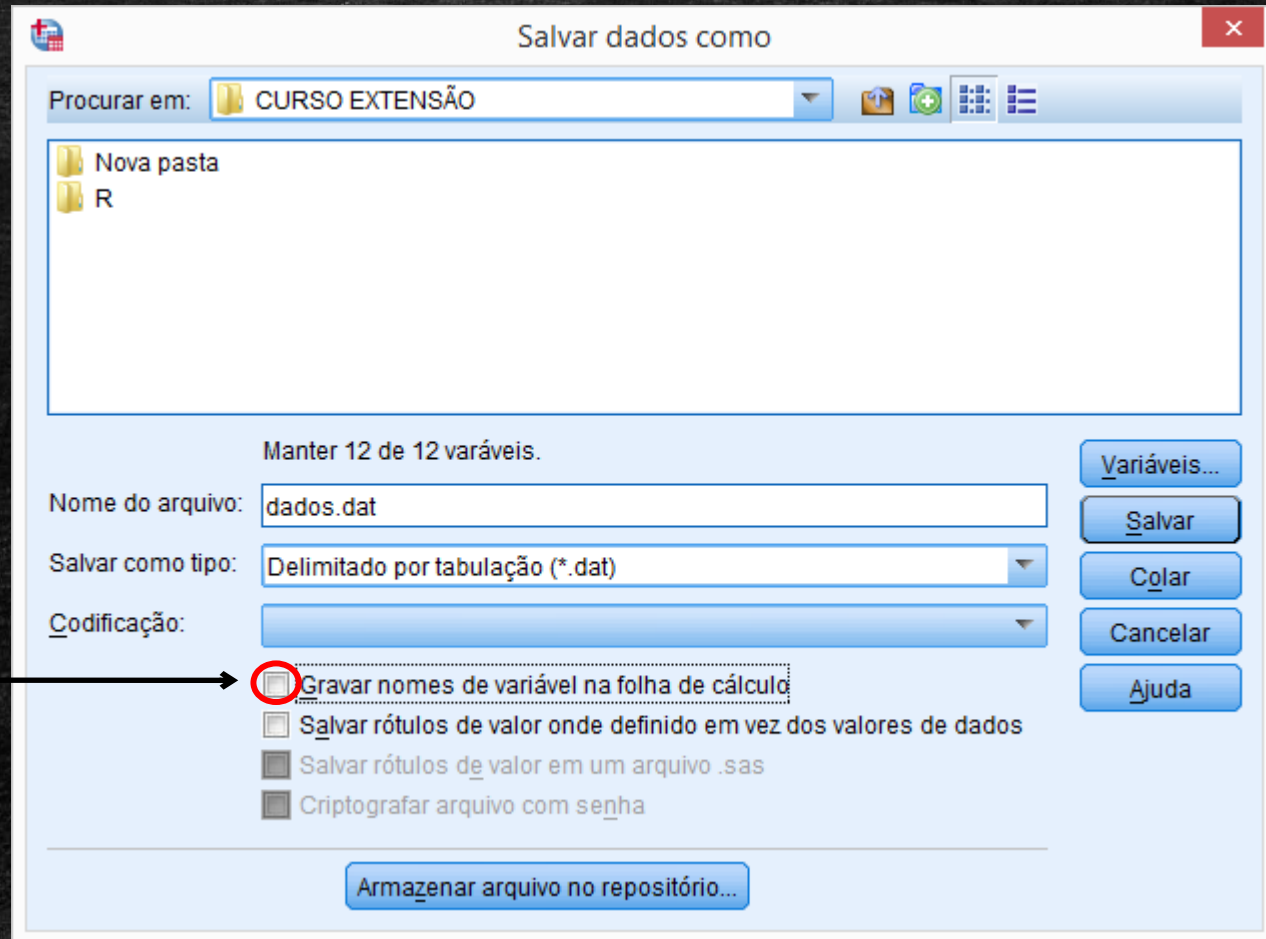
O Mplus consegue “ler” a base dados nas extensões .txt ou .dat.

**1º Passo** – Salvar arquivo com extensão .dat, a partir do SPSS.





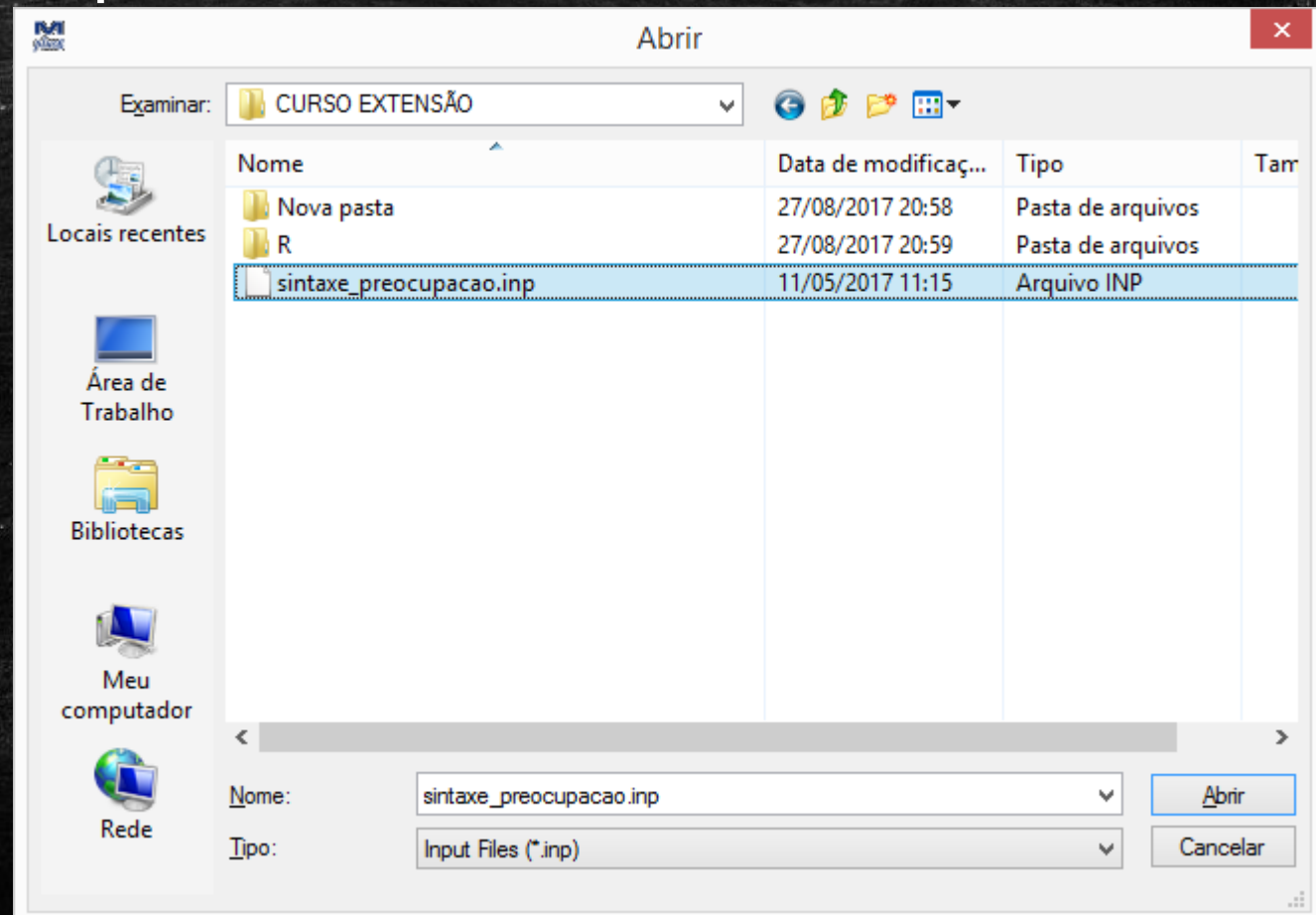
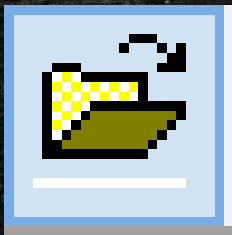
# Análise Fatorial Confirmatória



desmarcar

# Análise Fatorial Confirmatória

**2º Passo** – Abrir o Mplus e abrir a sintaxe/script e a base de dados para realizar a AFC.





# Análise Fatorial Confirmatória

```
sintaxe_preocupacao.inp

TITLE:  CFA de ESC com variveis categoricas, sendo 3 fatores e metodo WLSMV
invariance and correlated residuals across time

DATA:   FILE IS base.dat;

VARIABLE:  NAMES ARE ESC1-ESC12;

CATEGORICAL ARE ESC1-ESC12;

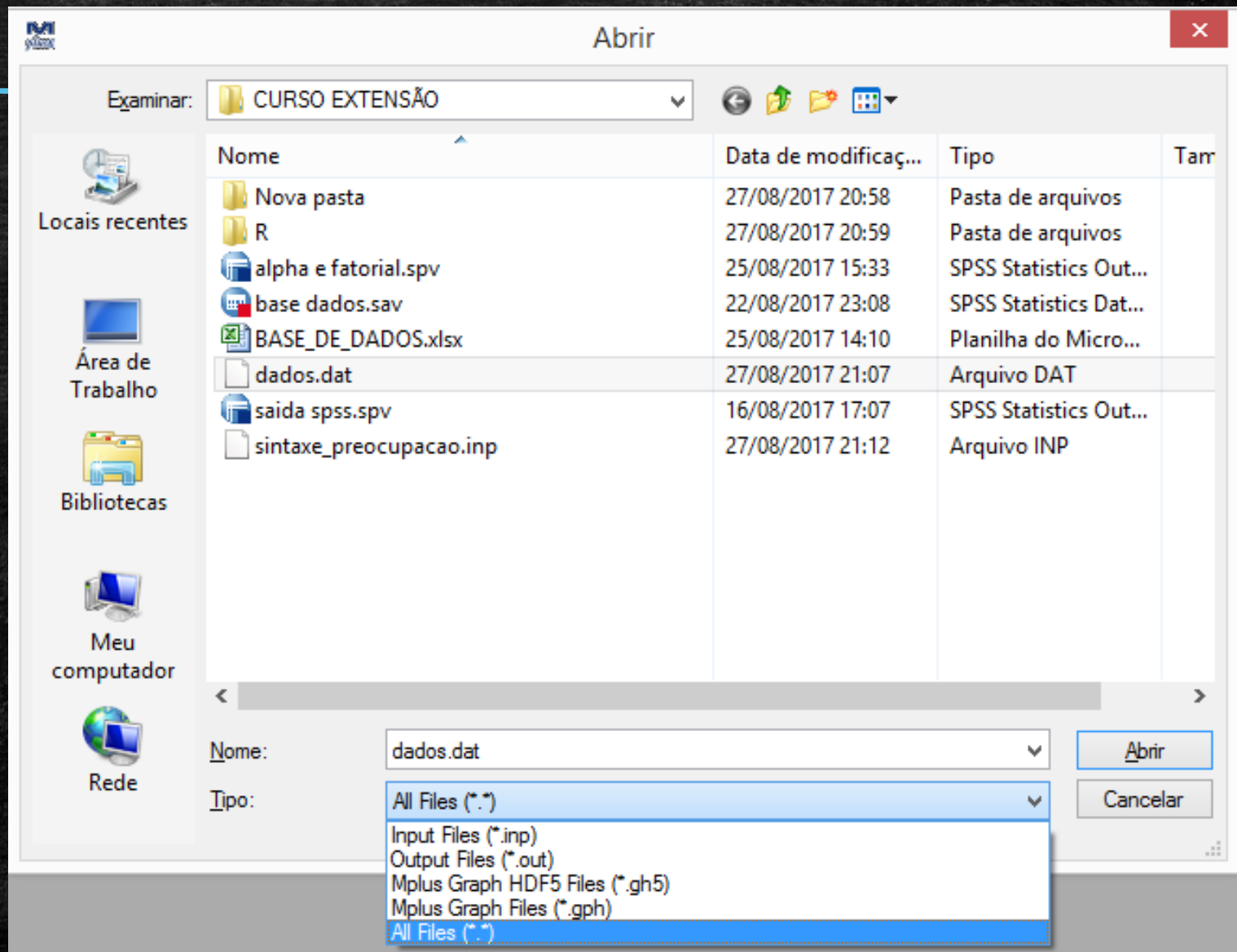
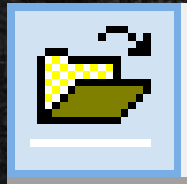
MODEL:  f1 BY  ESC1 ESC2 ESC3 ESC4;
           f2 BY ESC5 ESC6 ESC7 ESC8;
           f3 BY ESC9 ESC10 ESC11 ESC12;
           f1 with f2;
           f1 with f3;
           f2 with f3;

ANALYSIS:

ESTIMATOR = WLSMV;

OUTPUT: sampstat standardized residual modindices;
```

# Análise Fatorial Confirmatória

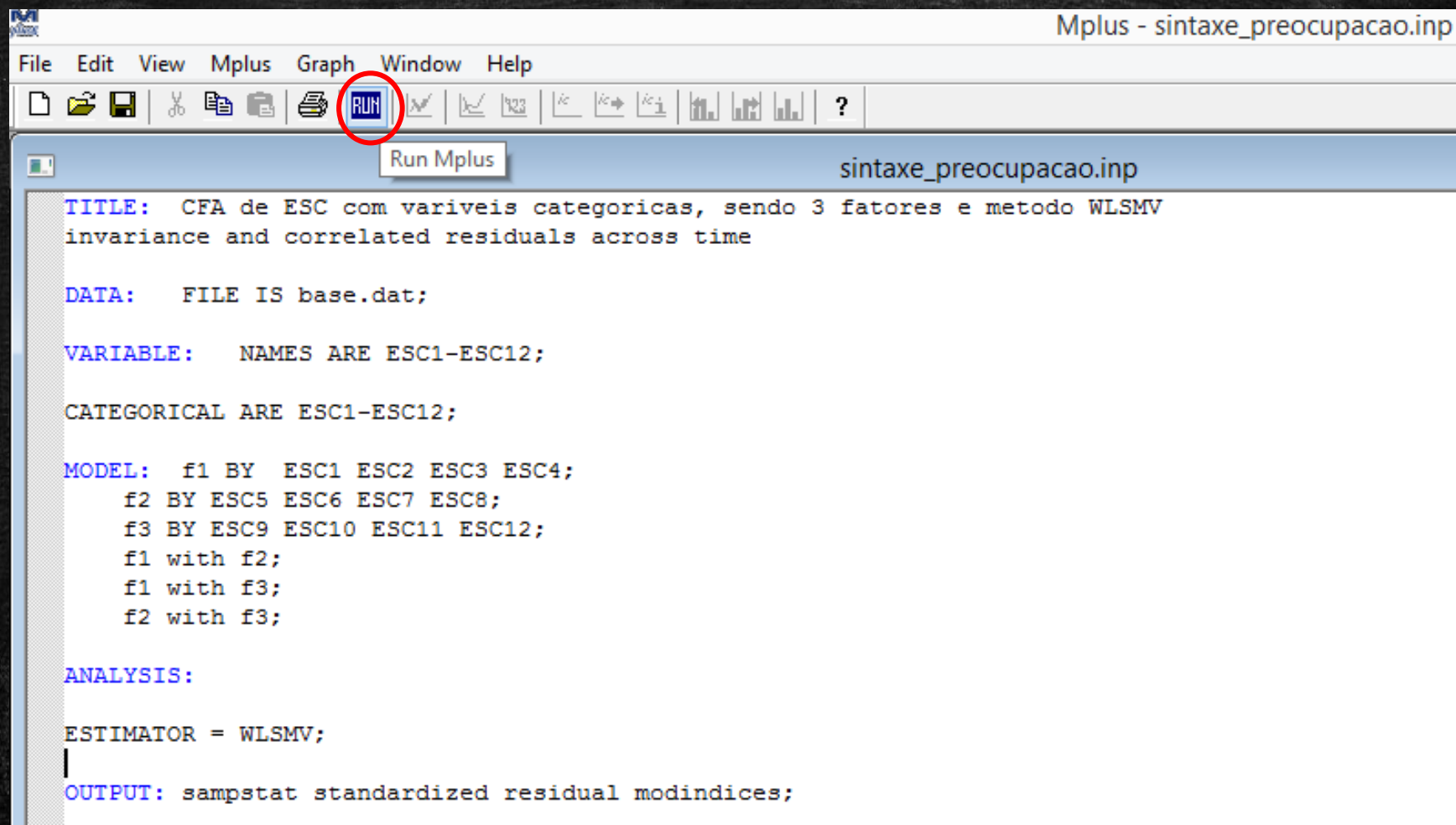




Pressionar Enter para que uma linha fique sem números

	dados.dat										
1	2	2	4	5	4	4	5	6	5	5	6
7	7	7	7	5	5	6	7	7	6	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	5	5	6	5
7	5	4	6	3	2	4	2	3	1	3	1
4	6	6	6	5	5	5	5	7	7	7	7
5	4	4	6	6	5	7	7	6	6	5	4
6	6	6	7	6	5	5	6	5	5	7	5
6	5	5	5	1	2	2	4	6	3	7	4
7	7	7	7	7	1	7	7	7	7	7	7
3	3	3	4	7	6	7	7	5	5	7	5
7	7	6	7	4	6	6	6	7	6	3	3
7	7	7	7	4	1	4	7	7	7	7	7
7	6	6	6	6	5	5	7	6	5	7	4
6	6	6	6	5	5	5	6	6	4	6	5
4	5	5	7	2	2	2	1	2	2	4	1
2	7	5	7	7	6	4	6	4	6	4	4
6	6	7	7	4	6	5	3	4	5	7	5
5	4	4	5	6	6	6	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7
5	4	3	4	7	6	6	7	3	4	6	6

### 3º Passo – Executar a Sintaxe/Script



The screenshot shows the Mplus software interface. The title bar reads "Mplus - sintaxe\_preocupacao.inp". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Mplus", "Graph", "Window", and "Help". The toolbar contains various icons, with the "RUN" icon (a blue square with white text) circled in red. Below the toolbar, a button labeled "Run Mplus" is visible. The main window displays the following syntax script:

```
TITLE:  CFA de ESC com variveis categoricas, sendo 3 fatores e metodo WLSMV
invariance and correlated residuals across time

DATA:  FILE IS base.dat;

VARIABLE:  NAMES ARE ESC1-ESC12;

CATEGORICAL ARE ESC1-ESC12;

MODEL:  f1 BY  ESC1 ESC2 ESC3 ESC4;
        f2 BY ESC5 ESC6 ESC7 ESC8;
        f3 BY ESC9 ESC10 ESC11 ESC12;
        f1 with f2;
        f1 with f3;
        f2 with f3;

ANALYSIS:

ESTIMATOR = WLSMV;
|
OUTPUT: sampstat standardized residual modindices;
```



## 4º Passo – verificar os índices de qualidade de ajuste.

CFA de ESC com variáveis categóricas, sendo 3 fatores e método WLSMV  
invariance and correlated residuals across time

### SUMMARY OF ANALYSIS

Number of groups	1
Number of observations	562

Number of dependent variables	12
Number of independent variables	0
Number of continuous latent variables	3

### Observed dependent variables

#### Binary and ordered categorical (ordinal)

ESC1	ESC2	ESC3	ESC4	ESC5	ESC6
ESC7	ESC8	ESC9	ESC10	ESC11	ESC12

### Continuous latent variables

F1	F2	F3
----	----	----

Estimator	WLSMV
Maximum number of iterations	1000
Convergence criterion	0.500D-04
Maximum number of steepest descent iterations	20
Parameterization	DELTA

Input data file(s)  
dados.dat

Input data format FREE

- **3º PASSO** – verificar os principais índices de qualidade ajustes do modelo - *goodness-of-fit (Após rodar a AFC no software escolhido)*

Índice	Modelo Robusto	Modelo aceitável
$\chi^2/df$	Aceitável até 5	Entre 2 e 3
RMSEA	$\leq 0,05$	Até 0,08; aceitando até 1,0
TLI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
CFI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
GFI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
AGFI	$\geq 0,95$	Entre 0,90 e 0,95
Fonte: (BENTLER, 1990; BROWN, 2006; SCHREIBER, 2006; LEON, 2011)	$\leq 0,05$	Até 0,08
SRMR	$< 0,90$	-



## 4º Passo – Verificar resultados do output

### MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 87

#### Chi-Square Test of Model Fit

Value	314.975*
Degrees of Freedom	51
P-Value	0.0000

\* The chi-square value for MLM, MLMV, MLR, ULSMV, WLSM and WLSMV cannot be used for chi-square difference testing in the regular way. MLM, MLR and WLSM chi-square difference testing is described on the Mplus website. MLMV, WLSMV, and ULSMV difference testing is done using the DIFFTEST option.

#### RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate	0.096
90 Percent C.I.	0.086 0.106
Probability RMSEA <= .05	0.000

#### CFI/TLI

CFI	0.977
TLI	0.970

#### Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value	11421.190
Degrees of Freedom	66
P-Value	0.0000

#### WRMR (Weighted Root Mean Square Residual)

Value	1.128
-------	-------

## 4º Passo – Verificar resultados do output

STD Standardization

**Estatisticamente significantes ( $z > 1,96$ ,  $p < 0,05$ )**

### CARGAS FATORIAIS

		Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
F1	BY				
	ESC1	0.859	0.014	61.443	0.000
	ESC2	0.914	0.008	108.218	0.000
	ESC3	0.933	0.008	122.713	0.000
	ESC4	0.880	0.013	70.269	0.000
F2	BY				
	ESC5	0.771	0.024	31.583	0.000
	ESC6	0.658	0.027	24.352	0.000
	ESC7	0.914	0.018	51.784	0.000
	ESC8	0.804	0.025	32.222	0.000
F3	BY				
	ESC9	0.844	0.014	58.331	0.000
	ESC10	0.898	0.012	77.027	0.000
	ESC11	0.846	0.019	44.107	0.000
	ESC12	0.831	0.019	44.457	0.000
F1	WITH				
	F2	0.370	0.042	8.725	0.000
	F3	0.549	0.033	16.764	0.000
F2	WITH				
	F3	0.583	0.034	17.052	0.000



## 4º Passo – Verificar resultados do output

STD Standardization

**Estatisticamente significantes ( $z > 1,96$ ,  $p < 0,05$ )**

### CARGAS FATORIAIS

		Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
F1	BY				
	ESC1	0.859	0.014	61.443	0.000
	ESC2	0.914	0.008	108.218	0.000
	ESC3	0.933	0.008	122.713	0.000
	ESC4	0.880	0.013	70.269	0.000
F2	BY				
	ESC5	0.771	0.024	31.583	0.000
	ESC6	0.658	0.027	24.352	0.000
	ESC7	0.914	0.018	51.784	0.000
	ESC8	0.804	0.025	32.222	0.000
F3	BY				
	ESC9	0.844	0.014	58.331	0.000
	ESC10	0.898	0.012	77.027	0.000
	ESC11	0.846	0.019	44.107	0.000
	ESC12	0.831	0.019	44.457	0.000
F1	WITH				
	F2	0.370	0.042	8.725	0.000
	F3	0.549	0.033	16.764	0.000
F2	WITH				
	F3	0.583	0.034	17.052	0.000

## 4º Passo – Verificar resultados do output

### MODEL MODIFICATION INDICES

NOTE: Modification indices for direct effects of observed dependent variables regressed on covariates and residual covariances among observed dependent variables may not be included. To include these, request MODINDICES (ALL).

Minimum M.I. value for printing the modification index 10.000

		M.I.	E.P.C.	Std E.P.C.	StdYX E.P.C.
BY Statements					
F1	BY ESC6	30.889	-0.155	-0.133	-0.133
F1	BY ESC7	22.360	0.156	0.134	0.134
F1	BY ESC11	23.229	0.162	0.139	0.139
F2	BY ESC9	41.591	-0.303	-0.234	-0.234
F2	BY ESC12	69.581	0.356	0.274	0.274
F3	BY ESC6	88.544	-0.360	-0.304	-0.304
F3	BY ESC7	39.388	0.282	0.238	0.238

Beginning Time: 21:23:48

Ending Time: 21:23:49

Elapsed Time: 00:00:01



# Gráfico de caminhos e AFC no AMOS

## 1º Passo: Exportar dados para o AMOS

\*Sem título2 [Conjunto\_de\_dados1] - IBM SPSS

Arquivo Editar Visualizar Dados Transformar **Analisar** Marketing direto Gráficos Utilitários Janela Ajuda

7 : Todas\_pessoas 6,0

	Plantas	Vida_aquática
1	3,0	2,0
2	7,0	7,0
3	7,0	7,0
4	7,0	7,0
5	7,0	5,0
6	4,0	6,0
7	5,0	4,0
8	6,0	6,0
9	6,0	5,0
10	7,0	7,0
11	3,0	3,0
12	7,0	7,0
13	7,0	7,0
14	7,0	6,0
15	6,0	6,0
16	4,0	5,0
17	2,0	7,0
18	6,0	6,0
19	5,0	4,0
20	7,0	7,0
21	7,0	7,0
22	5,0	4,0

Relatórios

Estadísticas descritivas

Tabelas

Comparar médias

Modelo linear geral

Modelos lineares generalizados

Modelos mistos

Correlacionar

Regressão

Log linear

Redes neurais

Classificar

Redução de dimensão

Escala

Testes não paramétricos

Previsão

Sobrevivência

Múltiplas respostas

Análise de valor ausente...

Imputação múltipla

Amostras complexas

Simulação...

Controle de qualidade

Curva ROC...

IBM SPSS Amos...

Eu Meu

0,0 5,0

0,0 5,0

0,0 7,0

0,0 7,0

0,0 3,0

0,0 5,0

0,0 6,0

0,0 6,0

0,0 1,0

0,0 7,0

0,0 7,0

0,0 4,0

0,0 4,0

0,0 6,0

0,0 5,0

0,0 2,0

0,0 7,0

0,0 4,0

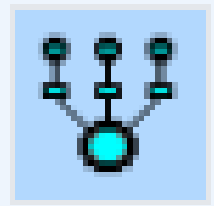
0,0 7,0

0,0 6,0

0,0 7,0

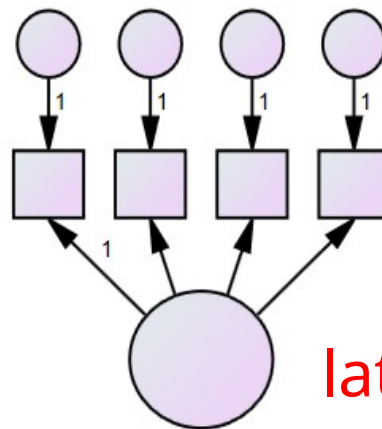
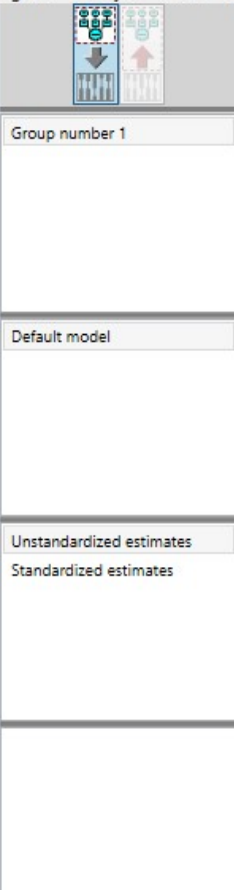
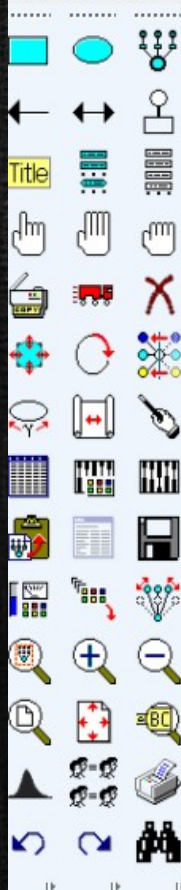
Visualização de dados Visualização da variável

## 2º Passo – “Criar” as variáveis



Clicar no botão de desenhar variáveis e clicar o número de variáveis observadas

File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help

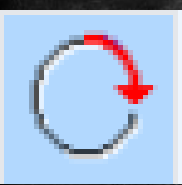


Estimativa de erro

Variáveis observadas

latente



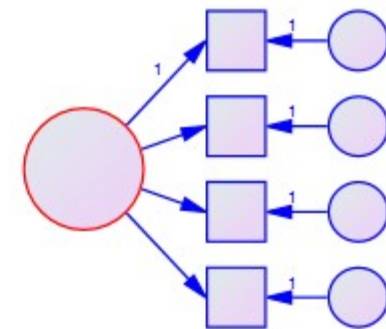
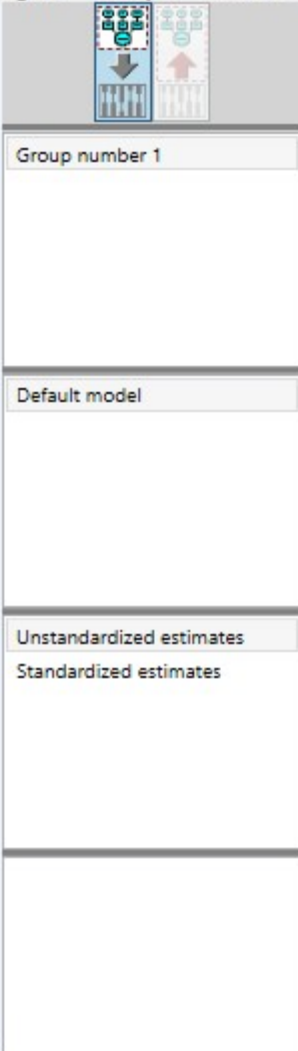
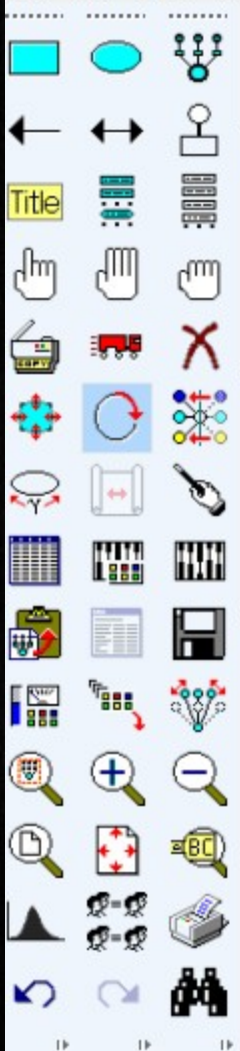


# Selecionar o botão rotacionar indicadores de variáveis latentes e depois clicar uma vez na latente



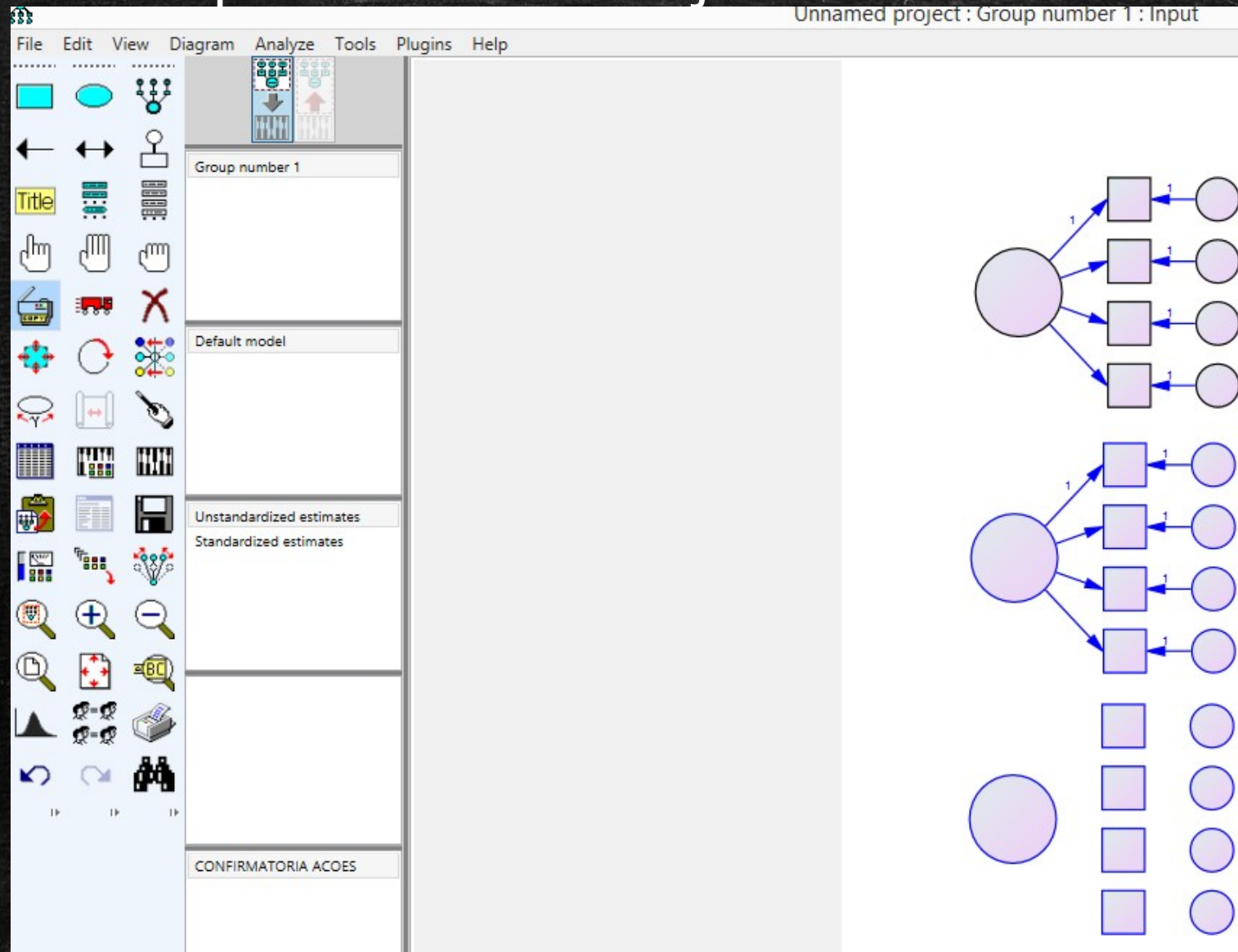
Unnamed project : Group number 1 : Input

File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help





Selecionar botão duplicar objetos,  
clicar no objeto +segurar + arrastar  
para o local desejado







# Clicar duas vezes em cada latente e nomear.

Unnamed project : Group number 1 : Input

File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help

Group number 1

Default model

Unstandardized estimates  
Standardized estimates

CONFIRMATORIA ACOES

Object Properties ? x

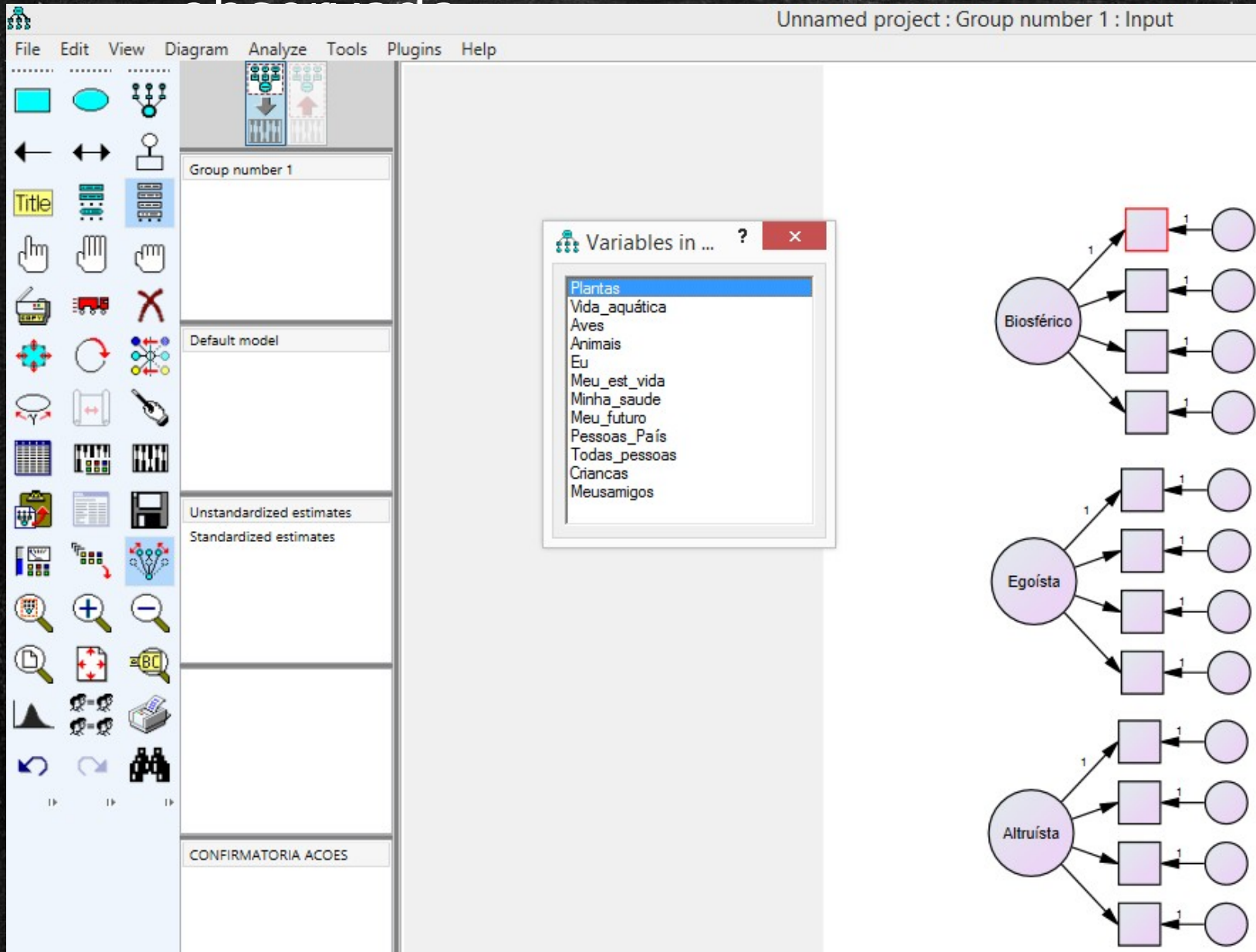
Text Parameters Colors Format Visibility

Font size: 18  
Font style: Regular  
Variable name: Biosférico  
Variable label: Biosférico  
Set Default  
Undo

Biosférico



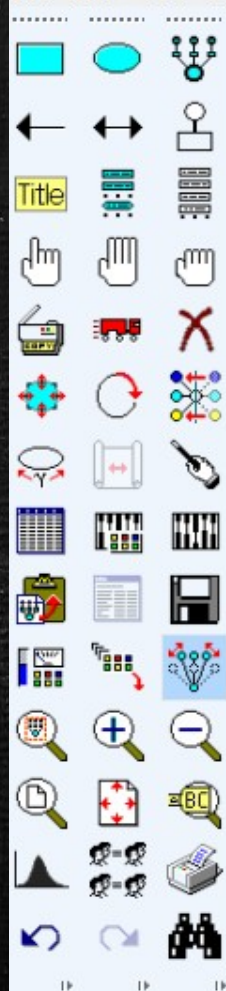
# Selecionar o botão listar variáveis do data set. Clicar e arrastar para cada variável







File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help



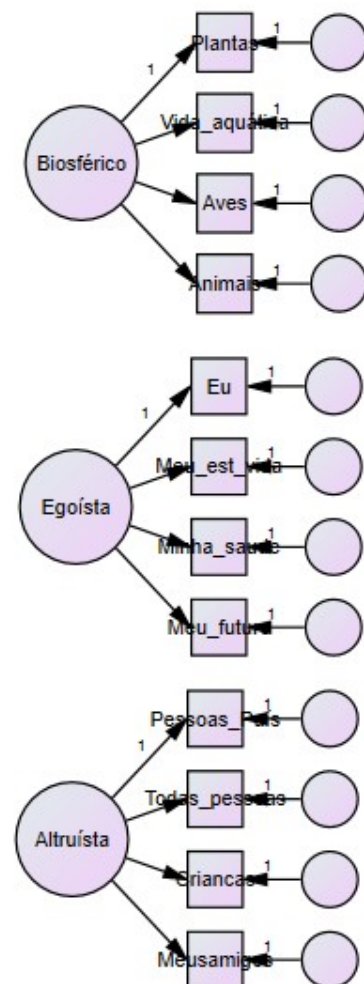
Group number 1

Default model

Unstandardized estimates

Standardized estimates

CONFIRMATORIA ACOES



# Clicar duas vezes em cada variável observada e nomear o rótulo (Variable label)

Unnamed project : Group number 1 : Input

File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help

Group number 1

Default model

Unstandardized estimates

Standardized estimates

CONFIRMATORIA ACOES

Object Properties

Text Parameters Colors Format Visibility

Font size: 18

Font style: Regular

Variable name: Meusamigos

Variable label: P12

Set Default

Undo

Biosférico

P1

P2

P3

P4

Egoísta

P5

P6

P7

P8

Altruísta

P9

P10

P11

P12



# Nomear todas as estimativas de

Unnamed project : Group number 1 : Input

File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help

Group number 1

Default model

Unstandardized estimates

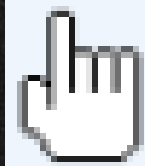
Standardized estimates

CONFIRMATORIA ACOES

Plugins... Alt+F8

- Draw Covariances
- Growth Curve Model
- Name Parameters
- Name Unobserved Variables
- Resize Observed Variables
- Standardized RMR

The diagram illustrates a confirmatory factor analysis (CFA) model. It features three latent variables (circles) on the left: 'Biosférico', 'Egoísta', and 'Altruísta'. Each latent variable is measured by three observed variables (squares): 'Biosférico' measures P1, P2, and P3; 'Egoísta' measures P5, P6, and P7; and 'Altruísta' measures P9, P10, and P11. Additionally, there are three unobserved variables (circles) on the right, each with a single-headed arrow pointing to an observed variable (P4, P8, and P12 respectively), all with a path coefficient of 1. The model is titled 'CONFIRMATORIA ACOES'.



# Selecionar todas as variáveis latentes e desenhar as covariâncias entre elas

Unnamed project : Group number 1 : Input

File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help

Group number 1

Default model

Unstandardized estimates

Standardized estimates

CONFIRMATORIA ACOES

Plugins...

- Draw Covariances
- Growth Curve Model
- Name Parameters
- Name Unobserved Variables
- Resize Observed Variables
- Standardized RMR

Biosférico

Egoísta

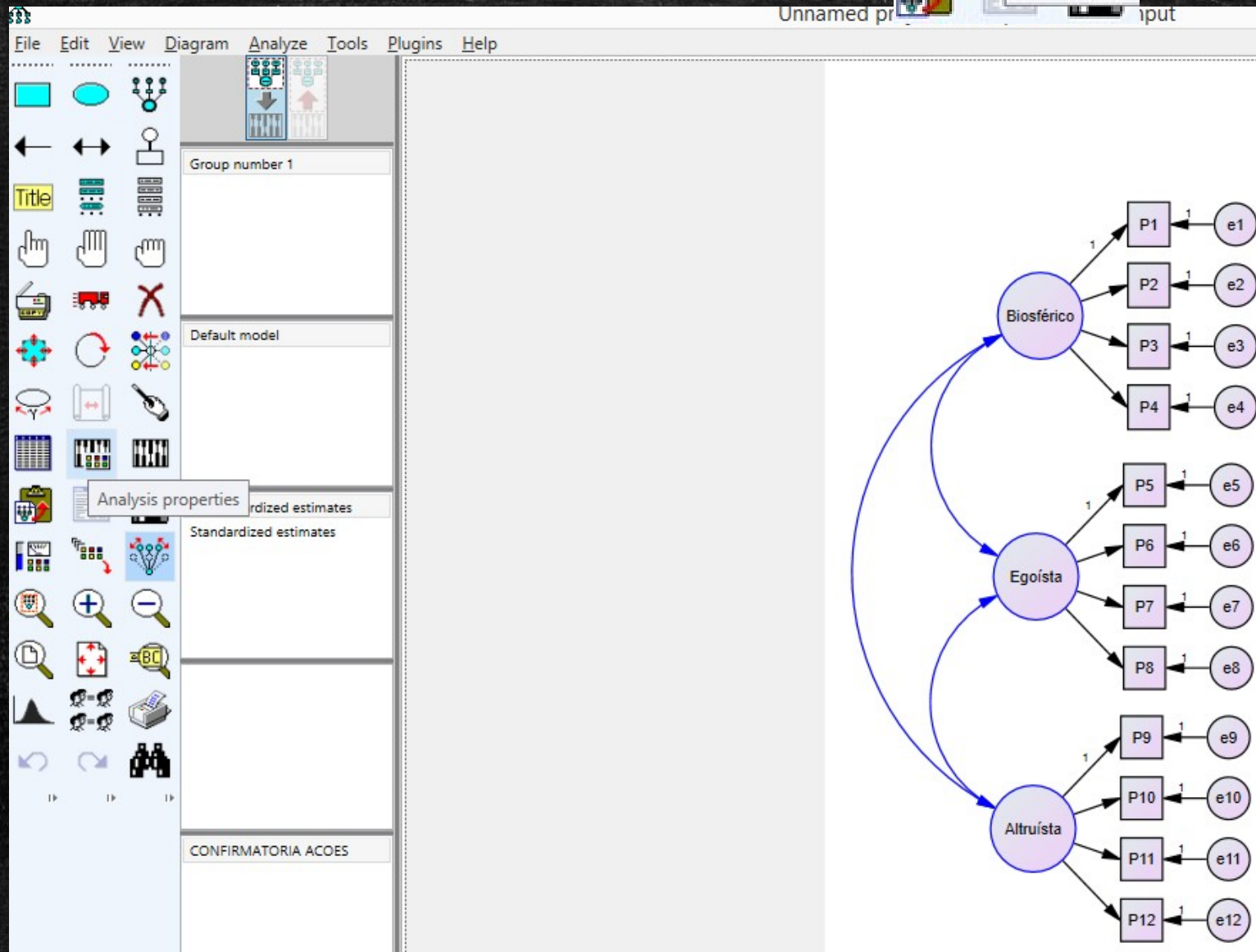
Altruísta

P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12

e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e11 e12



# Clicar em analisar propriedade





## Analysis Properties



Title

Estimation

Numerical

Bias

Output

Bootstrap

Permutations

Random #

### Discrepancy

- ☒ Maximum likelihood
- ☐ Generalized least squares
- ☐ Unweighted least squares
- ☐ Scale-free least squares
- ☐ Asymptotically distribution-free

☐ Estimate means and intercepts

☐ Emulisrel6

☐ Chincorrect

For the purpose of computing fit measures with incomplete data:

- ☒ Fit the saturated and independence models
- ☐ Fit the saturated model only
- ☐ Fit neither model





## Analysis Properties



Title

Estimation

Numerical

Bias

Output

Bootstrap

Permutations

Random #

☒ Minimization history

☐ Indirect, direct & total effects

☒ Standardized estimates

☐ Factor score weights

☒ Squared multiple correlations

☒ Covariances of estimates

☐ Sample moments

☒ Correlations of estimates

☐ Impplied moments

☐ Critical ratios for differences

☐ All implied moments

☐ Tests for normality and outliers

☐ Residual moments

☐ Observed information matrix

☒ Modification indices

4

Threshold for  
modification indices

# Clicar em calcular estimativa



Confirmatoria amos : Group number 1 : OK: Default model

File Edit View Diagram Analyze Tools Plugins Help

2º - Clicar em ver saída

1º - Clicar em estimativas padronizadas

GROUP NUMBER 1

Check for incomplete data

Scanning StatisticsData

Reading data

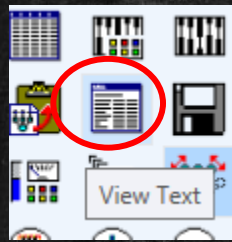
CONFIRMATORIA AMOS

Path diagram showing standardized estimates for a confirmatory factor analysis model. The model includes three latent variables: Biosférico, Egoísta, and Altruísta. Each latent variable is measured by four observed variables (P1-P4, P5-P8, P9-P12). The standardized factor loadings are as follows:

- Biosférico: P1 (.81), P2 (.89), P3 (.90), P4 (.82)
- Egoísta: P5 (.49), P6 (.70), P7 (.66), P8 (.83)
- Altruísta: P9 (.83), P10 (.87), P11 (.73), P12 (.74)

Error variances (e1-e12) are shown for each observed variable. Correlations between latent variables are: Biosférico-Egoísta (.33), Biosférico-Altruísta (.50), and Egoísta-Altruísta (.55).





Clicar em View Text e depois em Model Fit.

Amos Output

CONFIRMATORIA AMOS.amw

- Analysis Summary
  - Notes for Group
- Variable Summary
  - Parameter Summary
- Notes for Model
- Estimates
- Modification Indices
- Minimization History
- Pairwise Parameter Comparisons
- Model Fit
  - Execution Time

Model Fit Summary

MIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	27	224,212	51	,000	4,396
Saturated model	78	,000	0		
Independence model	12	3985,409	66	,000	60,385

MR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	,106	,933	,898	,610
Saturated model	,000	1,000		
Independence model	,782	,339	,219	,287

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	,944	,927	,956	,943	,956
Saturated model	1,000		1,000		1,000
Independence model					

Group number 1

Default model



## Amos Output



CONFIRMATORIA AMOS.amw

- Analysis Summary
  - Notes for Group
- Variable Summary
  - Parameter Summary
- Notes for Model
- Estimates
- Modification Indices
  - Minimization History
- Pairwise Parameter Comparisons
- Model Fit
  - Execution Time

## Independence model

3919,409 3716,143 4129,941

## MIN

## Model

FMIN F0 LO 90 HI 90

Default model

,400 ,309 ,233 ,398

Saturated model

,000 ,000 ,000 ,000

Independence model

7,104 6,986 6,624 7,362

## MSEA

## Model

RMSEA

LO  
90HI  
90

PCLOSE

Default model

,078 ,068 ,088 ,000

Independence model

,325 ,317 ,334 ,000

## IC

## Model

AIC

BCC

BIC

CAIC

Default model

278,212 279,493 395,163 422,163

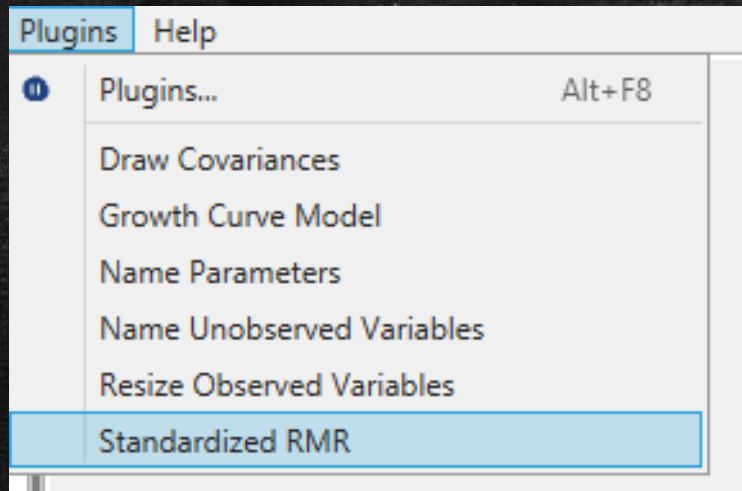
Saturated model

156,000 159,701 493,857 571,857

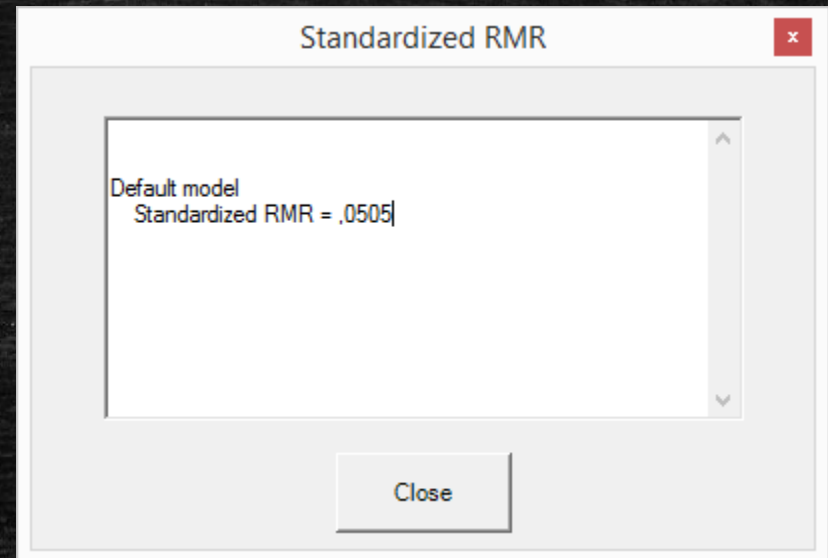
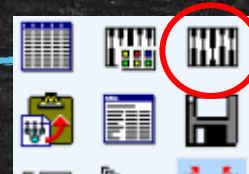
Independence model

4009,409 4009,979 4061,387 4073,387





# Calcular estimativas



---

OBRIGADO!



# Referencias

- PILATI, Ronaldo; PORTO, Juliana B. Apostila para tratamento de dados via SPSS. **Rede Social e Acadêmica da Universidade de São Paulo**, [https://social.stoa.usp.br/articles/0016/4637/apostila\\_SPSS\\_Porto\\_.pdf](https://social.stoa.usp.br/articles/0016/4637/apostila_SPSS_Porto_.pdf) [20 de julho de 2016], 2008
- Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. Análise multivariada de dados. 6ed. Bookman: Porto Alegre; 2009.
- O'Rourke N, Hatcher L. A step-by-step approach to using SAS for factor analysis and structural equation modeling. 2nd ed. Cary, USA: SAS Institute Inc, 2013.
- Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. Análise multivariada de dados. 6ed. Bookman: Porto Alegre; 2009.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman. [ Links ]
- HAYES, B. E., Medindo a satisfação do cliente, Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 228p. 1995.
- TROCHIM, W. M. The Research Methods Knowledge Base, 2nd Edition. Internet WWW page, at URL: <<http://trochim.human.cornell.edu/kb/index.htm>> (version current as of August, 2003).
- DE BEM, Amilton Barreto et al. Validade e confiabilidade de instrumento de avaliação da docência sob a ótica dos modelos de equação estrutural. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 16, n. 2, 2011.
- *A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach (PDF Download Available)*. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/236036099\\_A\\_avaliacao\\_da\\_confiabilidade\\_de\\_questionarios\\_uma\\_analise\\_utilizando\\_o\\_coeficiente\\_alfa\\_de\\_Cronbach](https://www.researchgate.net/publication/236036099_A_avaliacao_da_confiabilidade_de_questionarios_uma_analise_utilizando_o_coeficiente_alfa_de_Cronbach) [accessed Aug 24, 2017].
- FIGUEIREDO FILHO, Dalson Brito; SILVA JÚNIOR, José Alexandre da. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.
- SCHREIBER, James B. et al. Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. **The Journal of educational research**, v. 99, n. 6, p. 323-338, 2006.
- BENTLER, Peter M. Comparative fit indexes in structural models. **Psychological bulletin**, v. 107, n. 2, p. 238, 1990.
- TIMOTHY, A. Brown; PSYD, Brown. Confirmatory factor analysis for applied research. **New York: Guilford**, 2006.
- LEÓN, Daniela Andrea Droguett. Análise fatorial confirmatória através dos softwares R e Mplus. 2011.