



Engenharia de Dados Experimentais

SPSS - Análise de Dados - Comparar Médias

Raquel Guiné



Conteúdo

1. Introdução
2. Teste T para Amostras Independentes
3. Teste T de Student para Múltiplas Variáveis
4. Teste de U-man-Whitney (ou Mann-whitney)
5. Análise de Variância a Um Fator (ANOVA)
6. ANOVA para Múltiplas Variáveis
7. Teste de Kruskal Wallis
8. ANOVA com duas variáveis independentes
9. Teste T-student emparelhado
10. Teste de Wilcoxon (para amostras emparelhadas)
11. Teste de Friedman (para amostras emparelhadas)

1. INTRODUÇÃO

- Vamos agora tratar do **Menu Analyze**
- O Comando **Compare Means** tem várias possibilidades:
 - Means
Compara muitas médias (não usamos)
 - One Sample T test
Tem interesse para comparar os nossos valores com estudos já publicados
 - Independent-Samples T test
Teste para amostra independentes
 - Summary Independent-Samples T test
Também não usamos
 - Paired -Samples T test
Teste para amostras emparelhadas
 - One-Way ANOVA
Análise de variância a um fator

2. TESTE T PARA AMOSTRAS INDEPENDENTES

- É uma teste paramétrico, deve usar-se para:
 - ✓ Para comparara as médias de uma variável quantitativa em 2 grupos (variável qualitativa)
 - ✓ Variáveis Numéricas (intervalares ou de razão)
 - ✓ Com distribuição normal (ou N grande)
 - ✓ Com grupos homogéneos na variável qualitativa
 - ✓ Com pelo menos 30 casos em cada grupo

- Na nossa base de dados temos a variável quantitativa Altura, cujas médias quero comparar entre Sexos (F e M)

- Peço **Analyse / Descriptive Statistics / Explore**

- Dependent List: **Altura**


- Factor List: **Sexo**

Case Processing Summary

		Valid		Cases Missing		Total	
Sexo		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Altura	Feminino	392	92,0%	34	8,0%	426	100,0%
	Masculino	386	90,8%	39	9,2%	425	100,0%

- **NOTA:**

Quando não há normalidade, posso fazer uma correção através do fator Z (centrar e reduzir usando a média e o desvio padrão)


$$Z = \frac{(X - \bar{X})}{s}$$

Permite transformar uma distribuição não normal numa normal

Esta distribuição tem média nula e desvio padrão unitário



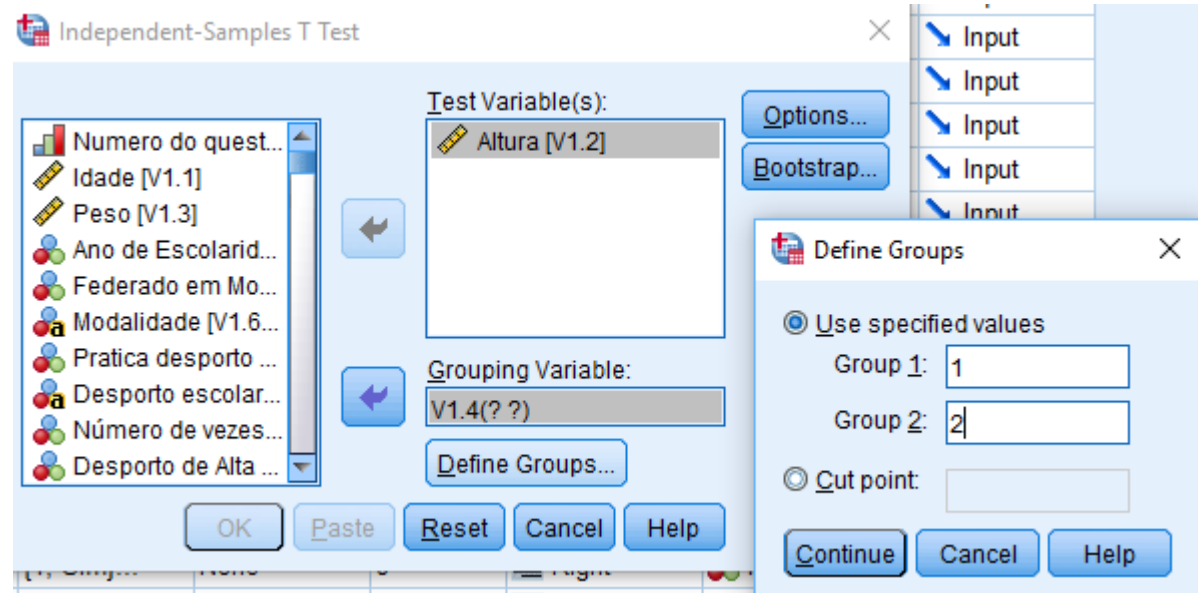
Assim, toda a amostra fica nivelada

Desta forma posso usar todos os testes paramétricos

Verificação das condições:

- Temos uma variável quantitativa (**V1.2 - altura**) e uma variável qualitativa dicotómica (**V 1.4 - Sexo**)
- A variável quantitativa altura tem distribuição normal: $N = 392 + 386 = 778 > 120$
- O nº de casos em cada grupo é $N_i > 30$
- Os grupos são homogéneos: $N/n = 392/386 = 1,02 < 1,5$
- Fazer o teste t no SPSS: **Analyze / Compare Means / Independent Samples T Test**
 - Test variable(s): **V1.2 - Altura**
 - Grouping variable: **V1.4 - Sexo**
 - Aparece V1.4(? ?) \Rightarrow tenho de identificar os grupos
 - Group 1: 1 (corresponde ao feminino)
 - Group 2: 2 (corresponde ao Masculino)

Se eu já não me lembrar quais os códigos para esta variável posso colocar o rato em cima de v1.4(?,?), e clicar no botão direito e escolher Variable Information



- Define groups :
Aqui coloco dois grupos de uma variável que até pode ter mais do que dois grupos, mas eu posso só querer comparar entre dois deles
Ex. tenho uma variável com 4 grupos mas quero comparar o 1 com o 3
- Escolho **Options** à esquerda
- Por defeito está o intervalo de confiança de 95%, que corresponde ao nível de significância 5%, que é o que usamos, por isso deixo ficar.
- Faço **Continue** e **OK**.

- Ver o **OUTPUT**:
- Obtêm-se dois quadros

Group Statistics

	Sexo	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Altura	Feminino	392	1,5593	,08819	,00445
	Masculino	386	1,5909	,12598	,00641

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Altura	Equal variances assumed	60,580	,000	-4,064	776	,000	-,03165	,00779	-,04693	-,01636
	Equal variances not assumed			-4,053	688,375	,000	-,03165	,00781	-,04698	-,01632

O teste de Levene permite ver se as variâncias são ou não homogêneas

Se $p < 5\%$ \Rightarrow há diferenças \Rightarrow variâncias **NÃO** homogêneas

Se $p > 5\%$ \Rightarrow não há diferenças \Rightarrow variâncias homogêneas

Lêem-se os valores na linha correspondente

- Levantar hipótese H_0 :

A altura não difere consoante o grupo de idade

- Neste caso (2ª tabela – linha das variâncias não homogêneas):
- Valor da estatística de teste $t = -4,053$ com $p = 0,000$

Como $p < 5\%$



rejeita-se H_0 e há diferenças significativas (altamente significativas) entre a altura consoante o sexo

- Reportar os dados:

Tabela 1. Teste t de student para amostras independentes entre altura e sexo.

Sexo	N	\bar{X}	s	Levene (p)	t	p
Feminino	392	1,56	0,09	0,000	-4,053	0,000
Masculino	386	1,59	0,13			

■ Leitura da Tabela:

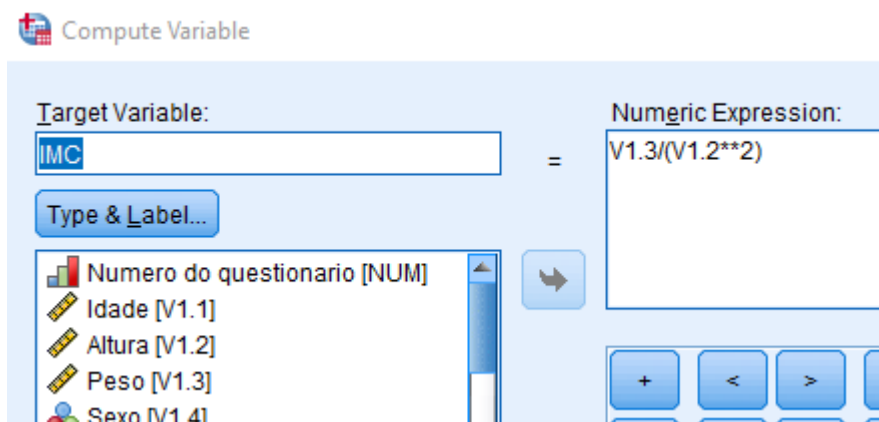
- ✓ Dos resultados obtidos e apresentados na Tabela 1, verificamos que os alunos do sexo masculino apresentam altura mais elevada ($\bar{X} = 1,59 \pm 0,13$ m) do que os do sexo feminino ($\bar{X} = 1,56 \pm 0,09$ m).
- ✓ Assumindo que não há igualdade de variâncias, conforme resultado do teste de Levene ($p = 0,000$), o valor de t é explicativo ($t = - 4,053$, $p = 0,000$).
- ✓ Perante estes resultados, podemos afirmar que há diferenças significativas entre a altura dos alunos do sexo feminino e masculino.

3. TESTE T DE STUDENT PARA MÚLTIPLAS VARIÁVEIS

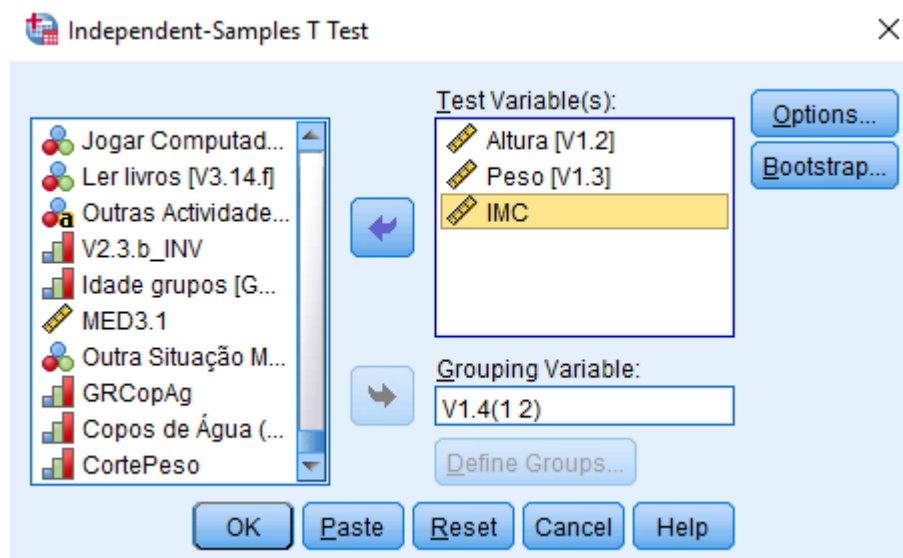
- Podemos aplicar o teste t com várias variáveis quantitativas em simultâneo: quando há várias variáveis quantitativas que se quer testar com a mesma variável qualitativa, usa-se o teste t de student para amostras independentes.
- Ex: comparar **Altura**, **Peso** e **IMC** nos rapazes e raparigas

Criar a variável IMC:

Transform / Compute Variable



- Fazer os testes: **Analyze / Compare Means / Independent-Samples T test**
 - ✓ Em **Test Variables** inserimos todas as variáveis quantitativas
 - ✓ Em **Grouping variable** inserimos a variável Sexo



- No **OUTPUT** obtêm-se os mesmos resultados, mas todos de uma só vez.

Group Statistics

	Sexo	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Altura	Feminino	392	1,5593	,08819	,00445
	Masculino	386	1,5909	,12598	,00641
Peso	Feminino	385	46,1145	10,15024	,51730
	Masculino	399	49,5432	12,61165	,63137
IMC	Feminino	369	19,0499	3,04669	,15860
	Masculino	376	19,4415	3,17671	,16383

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Altura	Equal variances assumed	60,580	,000	-4,064	776	,000	-,03165	,00779	-,04693	-,01636
	Equal variances not assumed			-4,053	688,375	,000	-,03165	,00781	-,04698	-,01632
Peso	Equal variances assumed	20,980	,000	-4,185	782	,000	-3,42869	,81936	-5,03709	-1,82029
	Equal variances not assumed			-4,201	757,776	,000	-3,42869	,81623	-5,03103	-1,82634
IMC	Equal variances assumed	,986	,321	-1,717	743	,086	-,39156	,22811	-,83938	,05626
	Equal variances not assumed			-1,717	742,608	,086	-,39156	,22802	-,83921	,05608

Se $p < 5\%$ \Rightarrow há diferenças \Rightarrow variâncias **NÃO** homogêneas \Rightarrow Lê-se na linha de baixo

Se $p > 5\%$ \Rightarrow não há diferenças \Rightarrow variâncias homogêneas \Rightarrow Lê-se na linha de cima

- Como reportar os dados:

Tabela 2. Teste t de student entre Altura, Peso, IMC e Sexo.

Sexo	Feminino		Masculino		Levene (p)	t	p
	\bar{X}	s	\bar{X}	s			
Altura	1,56	0,09	1,59	0,13	0,000	-4,053	0,000
Peso	46,11	10,15	49,54	12,61	0,000	-4,201	0,000
IMC	19,05	3,05	19,44	3,18	0,321	-1,717	0,086

Altura: $p < 0,05 \Rightarrow$ há diferenças significativas



Ou seja, a altura é diferente nos rapazes e raparigas

Peso: $p < 0,05 \Rightarrow$ há diferenças significativas



Ou seja, o peso é diferente nos rapazes e raparigas

IMC: $p > 0,05 \Rightarrow$ Não há diferenças significativas



Ou seja, o IMC não é diferente nos rapazes e raparigas

Questão: Qual é a razão de t positivo ou negativo?

A resposta a esta questão, tem a ver com as médias: reparemos que na variável Altura, a média 2 (Masculino) é superior à média 1 (Feminino), ou seja, $\bar{x}_2 = 1,59$ e $\bar{x}_1 = 1,56$, logo, $\bar{x}_2 > \bar{x}_1$.

E, se aplicarmos a fórmula,

$$T_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \cdot s_p^2}}$$

Como $\bar{x}_2 > \bar{x}_1$, então o valor de t é negativo.

4. TESTE DE U-MAN-WHITNEY (ou Mann-Whitney)

- Quando as condições de aplicação do teste t de Student não se verificam, temos de usar o teste U Mann Whitney, que é o correspondente NÃO Paramétrico
- Por exemplo, basta que não se verifique uma destas condições:
 - Se a distribuição não é normal;
 - Se o nº de elementos em cada grupo é inferior a 30: $N_i < 30$;
 - Se os grupos não são homogêneos
- Este teste trabalha com ordenações médias (ordens médias - RANKS) em vez de médias.
- É utilizado em variáveis de razão ou ordinais, embora também possa ser usado em variáveis nominais.
- O teste UMW vai fazer as ordenações e vai fazer as médias dessas ordenações.

- Exemplo: comparar as médias da variável quantitativa **IMC** entre os alunos do 2º ciclo e os do 3º ciclo – variável com 2 grupos
- Como esta variável ainda não está criada, tenho de a criar a partir da variável **Ano de escolaridade**.
 - ✓ Variável Ano (**Analyze/Descriptive Statistics/Frequencies**):

- Vou agrupar:
 - 5º e 6º ano – 2º ciclo
 - 7º ao 9º ano – 3º ciclo

Ano de Escolaridade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	5	187	21,9	22,0	22,0
	6	185	21,7	21,8	43,8
	7	185	21,7	21,8	65,5
	8	136	16,0	16,0	81,5
	9	157	18,4	18,5	100,0
	Total	850	99,8	100,0	
Missing	System	2	,2		
Total		852	100,0		

- Fazer: **Transform / Recode Into different Variables**

V1.5 → Ciclos

- Definir os valores na Vista de Variáveis

Old → New:

5 thru 6 → 2

7 thru 9 → 3

Value Labels

Value Labels

Value:

Label:

2 = "2º ciclo"

3 = "3º ciclo"

Add

Change

▪ Verificação das condições:

- ✓ Variável IMC (**Analyze/Descriptive Statistics/Descriptives** - IMC):

$N = 745 > 120 \Rightarrow D$ Normal

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IMC	745	10,49	33,20	19,2476	3,11706
Valid N (listwise)	745				

- ✓ Variável Ciclos (**Analyze/Descriptive Statistics/Frequencies** - Ciclos):

$N/n = 478/372 = 1,28 < 1,5$

Grupos homogêneos

Ciclos					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2º ciclo	372	43,7	43,8	43,8
	3º ciclo	478	56,1	56,2	100,0
	Total	850	99,8	100,0	
Missing	System	2	,2		
Total		852	100,0		

- ✓ Ambos os grupos têm mais de 30 casos

Neste caso verificam-se as condições e até podíamos usar o teste PARAMÉTRICO, mas vamos mesmo assim usar o UMW

NOTA:

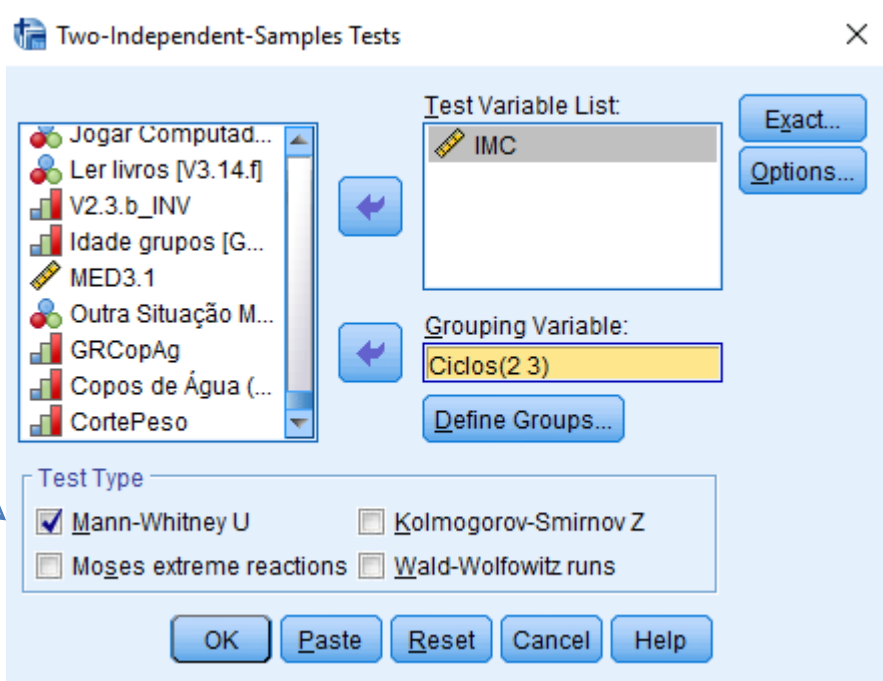
Os testes NÃO PARAMÉTRICOS podem-se usar em qualquer situação, mesmo naquelas situações em que até se verificam as condições para usar os testes PARAMÉTRICOS.

Normalmente, se se verificam as condições preferimos os testes PARAMÉTRICOS pois são mais potentes.

- Fazer o teste: **Analyze / Non Parametric Test / Legacy Dialog / 2 Independent Samples**

- O SPSS assume logo por defeito a opção Mann-Whitney U

- Fazer **OK**.



- Levantar hipótese H_0 :

O IMC não difere consoante o ciclo de estudos

- Vamos ver o **OUTPUT**:

Ranks				
	Ciclos	N	Mean Rank	Sum of Ranks
IMC	2º ciclo	317	280,46	88906,50
	3º ciclo	427	440,83	188233,50
	Total	744		

Ordem Média

Test Statistics ^a	
	IMC
Mann-Whitney U	38503,500
Wilcoxon W	88906,500
Z	-10,065
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Ciclos	

Estatística do teste

- O valor de Z (Estatística do teste) dá a aproximação à normalidade centrada e reduzida
- Como o p associado ao teste é 0,000 \Rightarrow há diferenças significativas

Rejeita-se H_0 e aceita-se a hipótese alternativa H_1

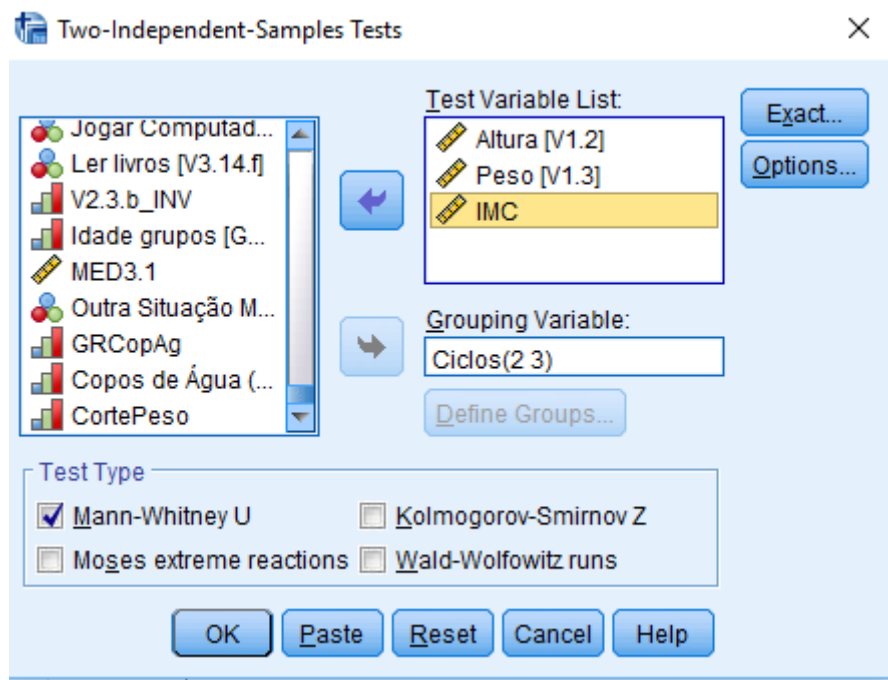
- Reportar os dados:

Tabela 3. Teste de UMW entre IMC e Ciclos de ensino.

	N	OM	UMW	p
2º Ciclo	317	280,46	38503,50	0,000
3º Ciclo	427	440,83		

- O 3º Ciclo apresenta uma ordem média superior ao 2º Ciclo, e esta diferença é estatisticamente significativa.
- Leitura da Tabela:
 - ✓ Os resultados revelam que o 3º ciclo apresenta ordem média mais elevada de IMC (OM = 440,83) do que o 2º ciclo (OM = 280,46), e as diferenças entre grupos são estatisticamente significativas ($p = 0,000$), pelo que se rejeita H_0 , ou seja, há diferenças entre os ciclos de ensino no que respeita ao IMC.

- Também podemos fazer este teste com múltiplas variáveis quantitativas, como já vimos para o teste t de student
- Vamos testar com UMW as variáveis quantitativas **Altura**, **Peso** e **IMC** nos dois ciclos de ensino (variável qualitativa dicotômica)



- No **OUTPUT**:

Test Statistics^a

	Altura	Peso	IMC
Mann-Whitney U	20378,500	21731,000	38503,500
Wilcoxon W	74993,500	80727,000	88906,500
Z	-17,277	-17,120	-10,065
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000

a. Grouping Variable: Ciclos

Ranks

	Ciclos	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Altura	2º ciclo	330	227,25	74993,50
	3º ciclo	447	508,41	227259,50
	Total	777		
Peso	2º ciclo	343	235,36	80727,00
	3º ciclo	440	514,11	226209,00
	Total	783		
IMC	2º ciclo	317	280,46	88906,50
	3º ciclo	427	440,83	188233,50
	Total	744		

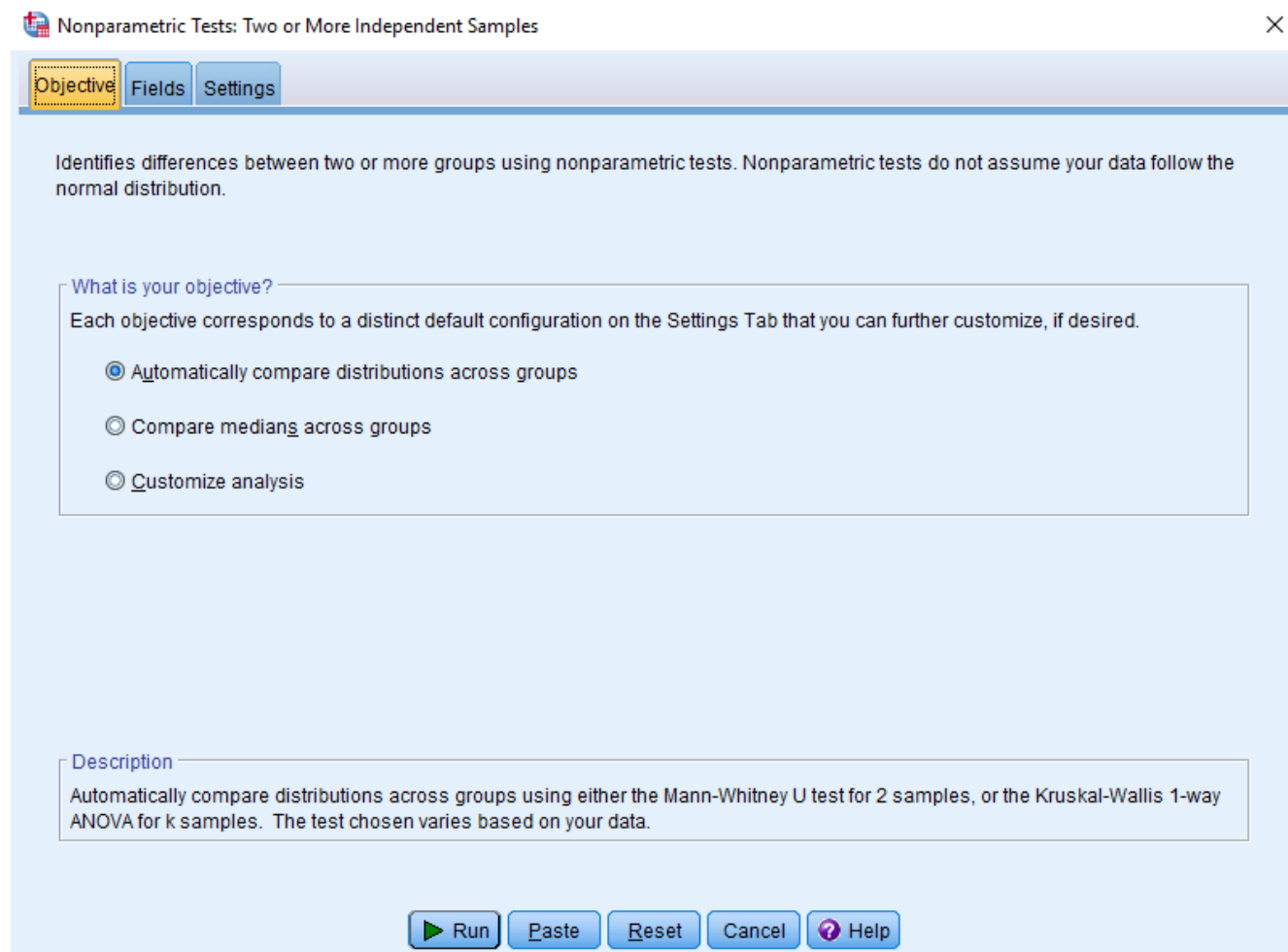
- Reportar os dados:

Tabela 4. Teste de UMW entre Altura, Peso, IMC e Ciclos de ensino.

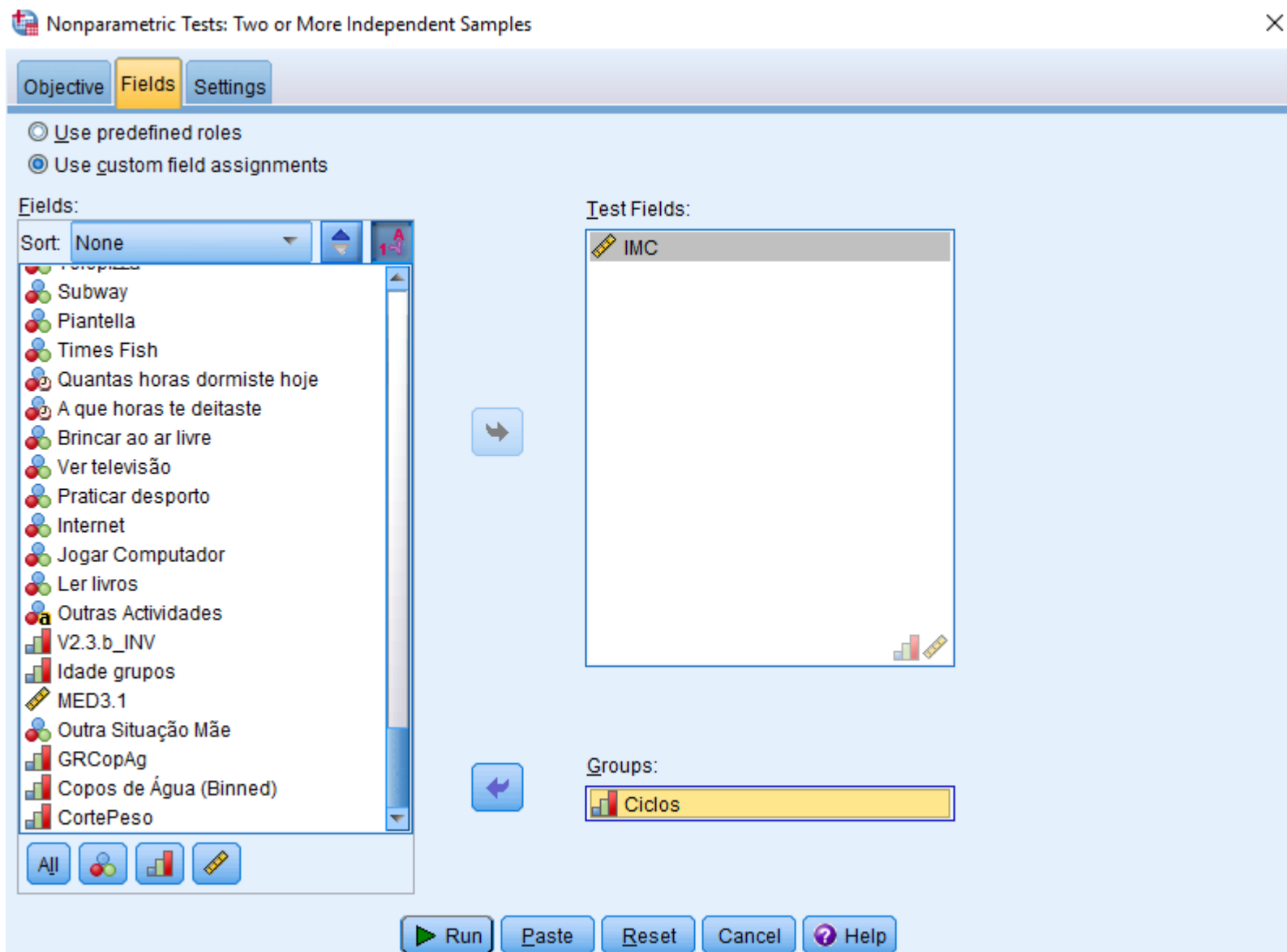
	2º Ciclo OM	3º Ciclo OM	UMW	p
Altura	227,25	508,41	20378,50	0,000
Peso	235,36	514,11	21731,00	0,000
IMC	280,46	440,83	38503,50	0,000

- Todos os p são significativos, i.e., a altura, o peso e o IMC são significativamente diferentes nos alunos do 2º e do 3º ciclos.

- MÉTODO ALTERNATIVO PARA FAZER O TESTE UMW
- Fazer: **Analyze / Non Parametric Tests / Independent Samples**
- No separador **Objective** deixar ficar como está



- No separador **Fields** definir a variável de teste e a de agrupamento



- No separador **settings** há duas alternativas ou deixar a opção que está por defeito e o SPSS escolhe o teste adequado, ou escolhemos nós o teste em **Customize tests** e seleccionamos UMW
- Fazer **Run**

The screenshot shows the 'Nonparametric Tests: Two or More Independent Samples' dialog box in SPSS, with the 'Settings' tab selected. The 'Choose Tests' section on the left lists 'Choose Tests', 'Test Options', and 'User-Missing Values'. The main area is divided into several sections:

- Select an item:**
 - ☐ Automatically choose the tests based on the data
 - ☒ Customize tests
- Compare Distributions across Groups:**
 - ☒ Mann-Whitney U (2 samples)
 - ☐ Kolmogorov-Smirnov (2 samples)
 - ☐ Test sequence for randomness (Wald-Wolfowitz for 2 samples)
 - ☐ Kruskal-Wallis 1-way ANOVA (k samples)
 - Multiple comparisons: All pairwise
 - ☐ Test for ordered alternatives (Jonckheere-Terpstra for k samples)
 - Hypothesis order: Smallest to largest
 - Multiple comparisons: All pairwise
- Compare Ranges across Groups:**
 - ☐ Moses extreme reaction (2 samples)
 - ☒ Compute outliers from sample
 - ☐ Custom number of outliers
 - Outliers: 1
- Compare Medians across Groups:**
 - ☐ Median test (k samples)
 - ☒ Pooled sample median
 - ☐ Custom
 - Median: 0
 - Multiple comparisons: All pairwise
- Estimate Confidence Interval across Groups:**
 - ☐ Hodges-Lehmann estimate (2 samples)

At the bottom, there are buttons for 'Run', 'Paste', 'Reset', 'Cancel', and 'Help'.

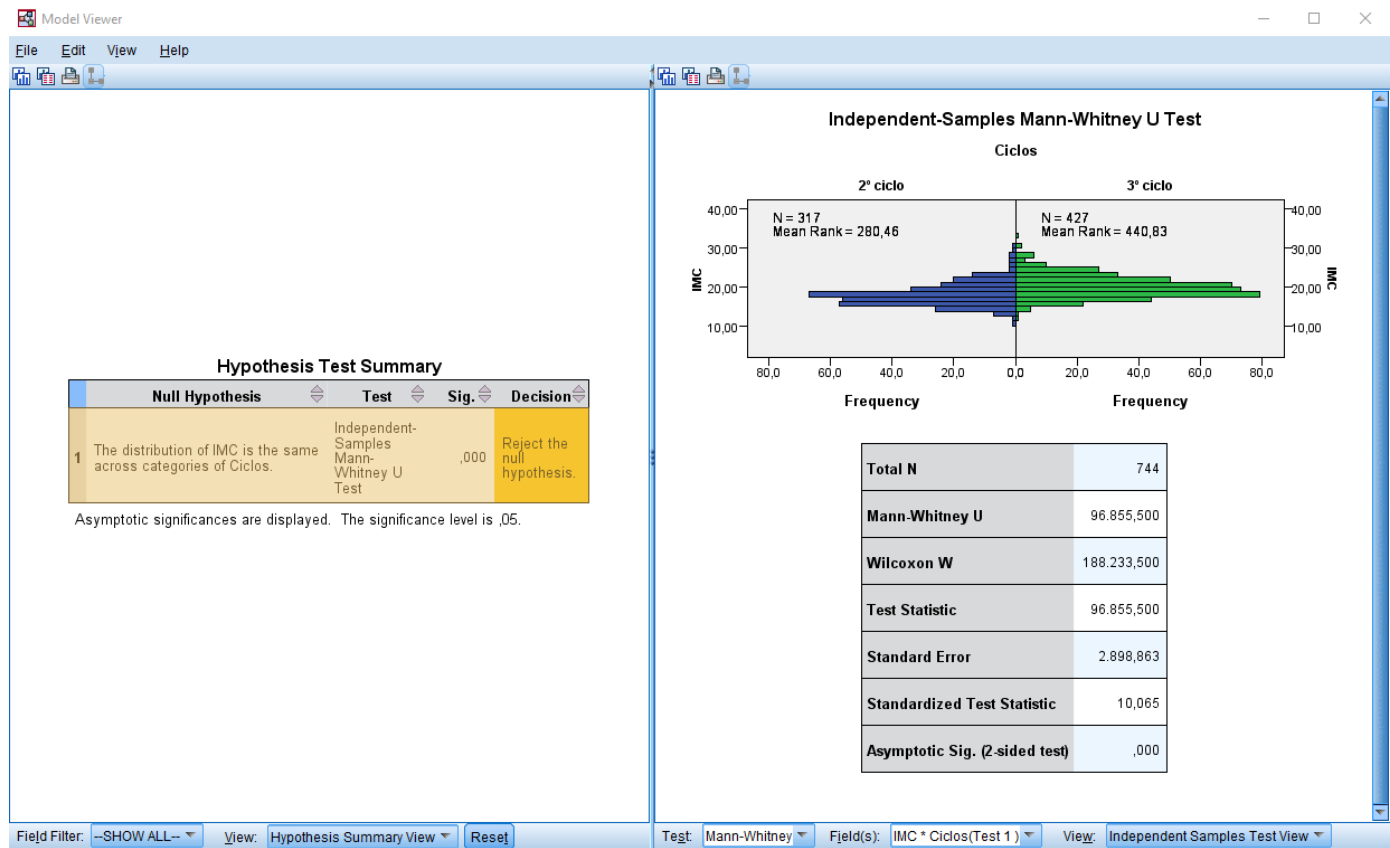
- No **OUTPUT** obtenho só um quadro mais simples com a estatística de teste

Hypothesis Test Summary

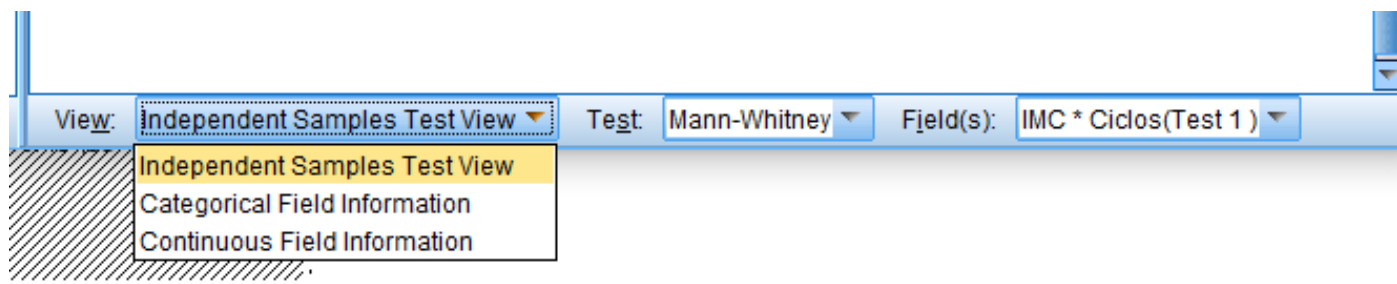
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of IMC is the same across categories of Ciclos.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

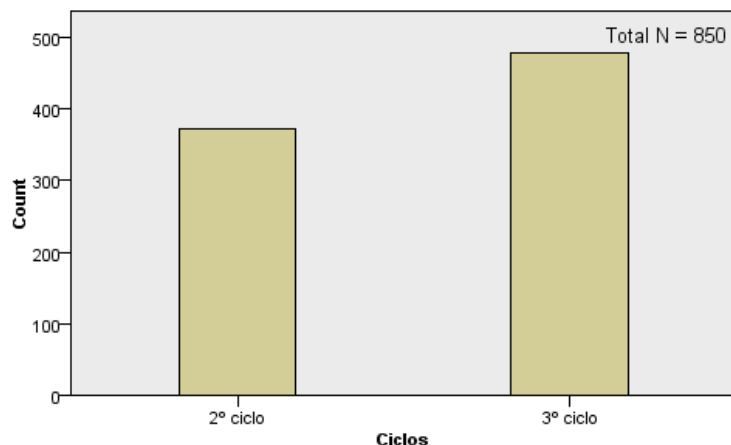
- Mas se clicar duas vezes sobre o quadro abre uma janela com mais informação



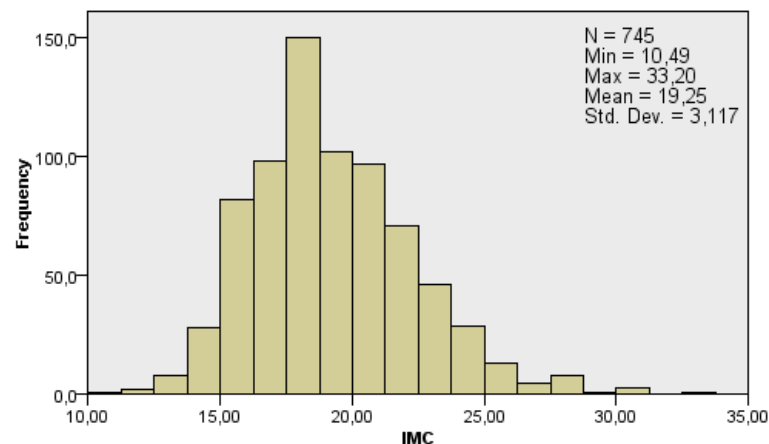
- Nesta nova janela os mean ranks (OM) aparecem no gráfico
- Ao fundo aparece uma janela com várias opções de visualização, que podemos alternar:



Categorical Field Information



Continuous Field Information



5. ANÁLISE DE VARIÂNCIA A UM FATOR (ANOVA)

- A ANOVA é uma extensão do teste t de Student
- É um teste paramétrico que permite comparar 3 ou mais médias, ou seja, 3 ou mais grupos em simultâneo.
- Embora se use fundamentalmente para 3 ou mais médias, pode também ser usado só para duas médias, para avaliar a potência do teste.
- Para de efetuar o teste ANOVA é necessário que os grupos sejam homogéneos.

Recomenda-se que os grupos tenham o seguinte nº de elementos:


K	3	4	5	6	Nº de grupos
N.º global	80	95	105	111	Dimensão mínima da amostra
N.º global/K	$27 \cong 30$	25	21	20	Dimensão mínima de cada grupo

Por segurança e facilidade podemos considerar a dimensão mínima de cada grupo sempre ≥ 30 , independentemente do nº de grupos

Testes *Post-Hoc*

- Associado à análise de variância (ANOVA), encontramos os testes ***Post Hoc***.
- São testes que permitem determinar ou localizar onde se situam as diferenças de médias.
- Se a estatística de teste da ANOVA, F (variâncias), apresentar um p significativo (por ex. $p = 0,020$), então há diferenças entre os grupos, ou pelo menos um grupo apresenta diferenças significativas em relação aos restantes.



- Para localizar essa(s) diferença(s) temos de recorrer ao teste ***Post Hoc*** (ex: Bonferroni; Scheff; LSD; Tukey,).
- De entre estes testes, o que nos permite analisar os resultados com mais rigor é o teste de Tukey  é o que tem maior consistência, e o mais utilizado.
- O teste ***Post Hoc*** tem a mesma função do que os testes dos resíduos ajustados do teste χ^2 .

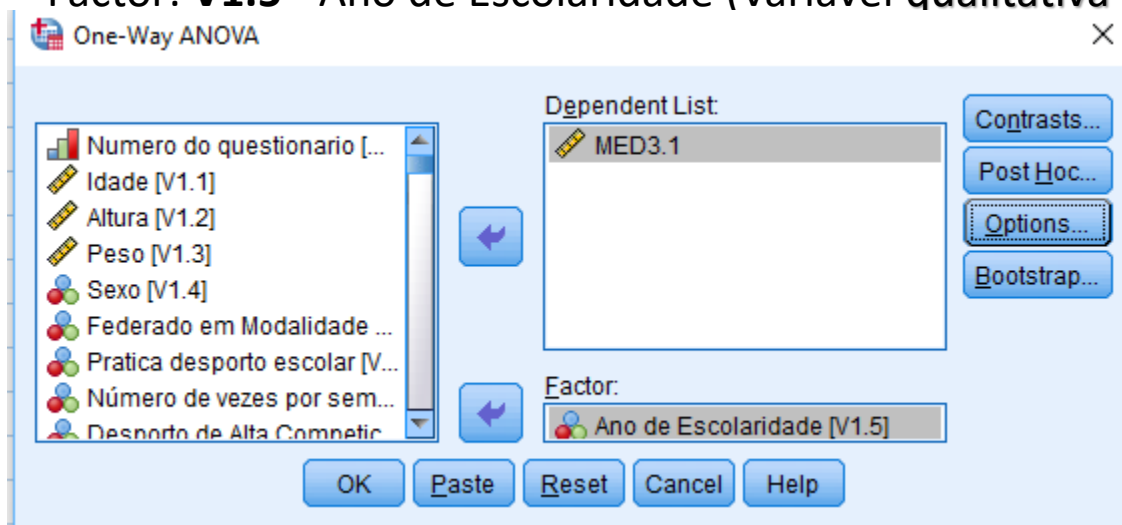
- Para realizar uma ANOVA a um fator temos uma variável quantitativa cujas médias queremos comparar numa variável qualitativa, com pelo menos 3 grupos, homogêneos.
- Fazer **Analyze / Descriptive Statistics / Frequencies** – variável **Ano de Escolaridade**

Ano de Escolaridade

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	5	187	21,9	22,0	22,0
	6	185	21,7	21,8	43,8
	7	185	21,7	21,8	65,5
	8	136	16,0	16,0	81,5
	9	157	18,4	18,5	100,0
	Total	850	99,8	100,0	
Missing	System	2	,2		
Total		852	100,0		

- Temos 5 grupos homogêneos:
 $N/n = 187/136 = 1,38 < 1,5$
- Todos com $N_i \geq 30$
- Temos DN pois $N > 120$
- Vamos então fazer a análise da variável Média das cotações na pergunta 3.1 (**MED3.1**), que mede a preocupação com alimentação saudável, numa escala entre 1 e 5, e comparar as médias obtidas em função do Ano de Escolaridade.
- Fazer o teste: **Analyze / Compare Means / One-Way ANOVA**

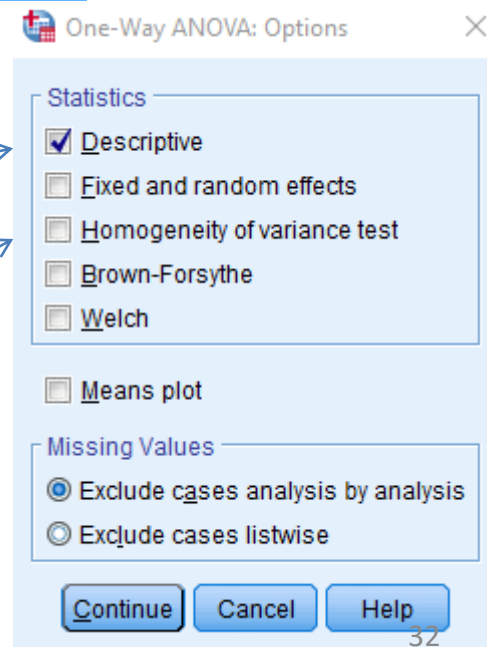
- ✓ Variável dependente: **MED3.1** \Leftarrow variável quantitativa
- ✓ Factor: **V1.5** - Ano de Escolaridade (Variável qualitativa com 5 grupos)



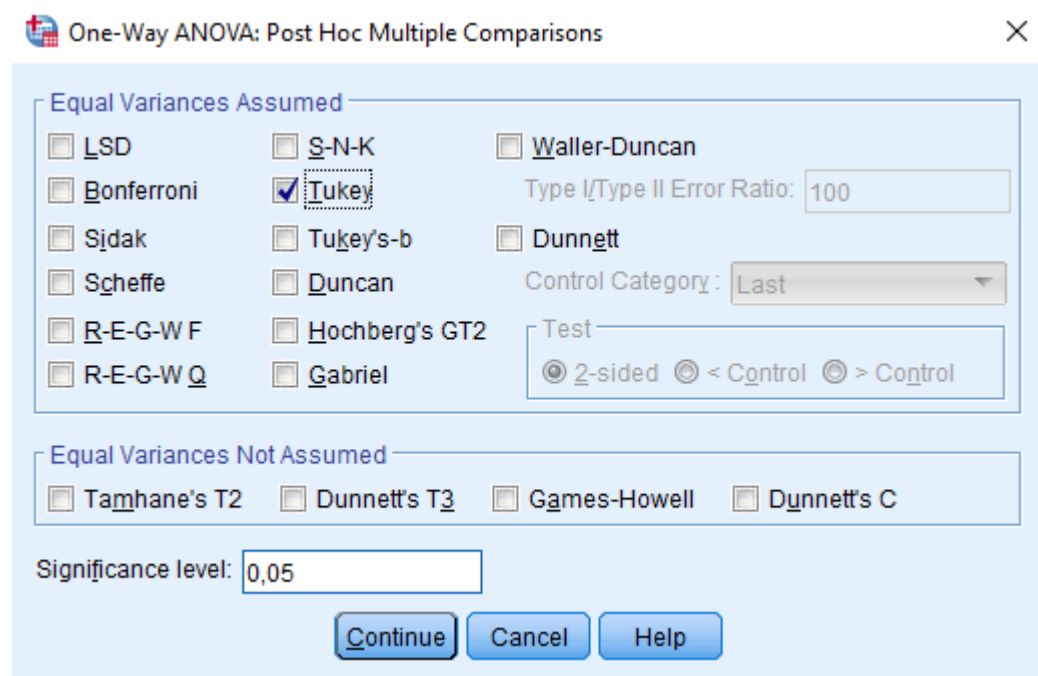
■ Em **Options**

- ✓ Descriptives (selecionar)
- ✓ **Nota:** não preciso pedir o teste de homogeneidade de variâncias pois tenho grupos muito grandes

■ Fazer **Continue**



- Em **Post Hoc**
 - ✓ Escolher apenas o teste Tukey
 - ✓ Significance level: 0,05 (valor por defeito que corresponde a 95% de confiança– pode ser alterado, mas nós trabalhamos com este valor)
- Fazer **Continue** e **OK**.



One-Way ANOVA: Post Hoc Multiple Comparisons

Equal Variances Assumed

☐ LSD ☐ S-N-K ☐ Waller-Duncan
☐ Bonferroni ☒ Tukey Type I/Type II Error Ratio: 100
☐ Sidak ☐ Tukey's-b ☐ Dunnett
☐ Scheffe ☐ Duncan Control Category: Last
☐ R-E-G-W F ☐ Hochberg's GT2
☐ R-E-G-W Q ☐ Gabriel

Test
☒ 2-sided ☐ < Control ☐ > Control

Equal Variances Not Assumed

☐ Tamhane's T2 ☐ Dunnett's T3 ☐ Games-Howell ☐ Dunnett's C

Significance level: 0,05

Continue **Cancel** **Help**

- Levantar hipótese H_0 :

Não há diferenças significativas entre as médias nos alunos dos diferentes anos

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Ou seja, a preocupação com alimentação saudável é independente do ano escolar

- Vamos analisar o **OUTPUT**:

Descriptives

MED3.1

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5	186	3,5887	,99128	,07268	3,4453	3,7321	1,00	5,00
6	185	3,1108	,98764	,07261	2,9676	3,2541	1,00	5,00
7	185	3,0784	1,07115	,07875	2,9230	3,2338	1,00	5,00
8	136	3,0074	,99067	,08495	2,8393	3,1754	1,00	5,00
9	157	3,2038	,88968	,07100	3,0636	3,3441	1,00	5,00
Total	849	3,2091	1,01035	,03468	3,1410	3,2771	1,00	5,00

ANOVA

MED3.1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	37,292	4	9,323	9,499	,000
Within Groups	828,349	844	,981		
Total	865,640	848			

O p-value do F é $0,000 < 0,05$



há diferenças significativas entre os grupos

▪ Ainda No **OUTPUT**:

Post Hoc Tests

probabilidade

Apesar de globalmente haver diferenças significativas, o teste *Post-Hoc* indica que em alguns casos não existem diferenças significativas.

Ex: há diferenças significativas entre os alunos do 5º ano e todos os restante

Ex: Não há diferenças entre os alunos do 6º ano e os do 7º, 8º ou 9º ano

Multiple Comparisons

Dependent Variable: MED3.1

Tukey HSD

(I) Ano de Escolaridade	(J) Ano de Escolaridade	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5	6	,47790*	,10287	,000	,1967	,7591
	7	,51033*	,10287	,000	,2291	,7915
	8	,58136*	,11177	,000	,2758	,8869
	9	,38489*	,10737	,003	,0914	,6784
6	5	-,47790*	,10287	,000	-,7591	-,1967
	7	,03243	,10301	,998	-,2492	,3140
	8	,10346	,11190	,887	-,2024	,4094
	9	-,09301	,10750	,910	-,3869	,2009
7	5	-,51033*	,10287	,000	-,7915	-,2291
	6	-,03243	,10301	,998	-,3140	,2492
	8	,07103	,11190	,969	-,2349	,3769
	9	-,12544	,10750	,770	-,4193	,1684
8	5	-,58136*	,11177	,000	-,8869	-,2758
	6	-,10346	,11190	,887	-,4094	,2024
	7	-,07103	,11190	,969	-,3769	,2349
	9	-,19647	,11605	,439	-,5137	,1208
9	5	-,38489*	,10737	,003	-,6784	-,0914
	6	,09301	,10750	,910	-,2009	,3869
	7	,12544	,10750	,770	-,1684	,4193
	8	,19647	,11605	,439	-,1208	,5137

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

- Ainda No **OUTPUT**:
- Esta última tabela indica os subconjuntos homogêneos
 - Um grupo homogêneo inclui os alunos do 6º ao 9º ano
 - Outro grupo distinto inclui os alunos do 5º ano

Homogeneous Subsets

MED3.1

Tukey HSD^{a,b}

Ano de Escolaridade	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
8	136	3,0074	
7	185	3,0784	
6	185	3,1108	
9	157	3,2038	
5	186		3,5887
Sig.		,367	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 167,171.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

- Como reportar os dados:

Tabela 5. Análise de variância a um fator entre preocupação com alimentação saudável e ano de escolaridade.

Ano de escolaridade	N	\bar{X}	s	F	p	VE
5º	186	3,59 ^b	0,99	9,499	0,000	4,31%
6º	185	3,11 ^a	0,99			
7º	185	3,08 ^a	1,07			
8º	136	3,01 ^a	0,99			
9º	157	3,20 ^a	0,89			

Médias na mesma coluna com a mesma letra não são significativamente diferentes (Teste de Tukey, $p < 0,05$)

- $VE (\%) = \text{Variância Explicada em percentagem (VE\%)}$



É a influência que uma variável tem sobre a outra, em %, neste caso, é a influência do ano de escolaridade sobre a preocupação com alimentação saudável.

- $VE(\%)$ é o valor da correlação (r^2) em termos percentuais e obtém-se através da tabela da ANOVA, na coluna Sum of Squares.

	Sum of Squares
Between Groups	37,292
Within Groups	828,349
Total	865,640

$$VE\% = \frac{\text{Between Groups}}{\text{Total}} = \frac{37,292}{865,640} \times 100 = 4,31\% (= r^2 \times 100)$$

Ou seja, os grupos etários vão explicar apenas 4,31% da variabilidade na preocupação com alimentação saudável, o restante, cerca de 96% é explicado por outro conjunto de variáveis que não o ano frequentado.

NOTA: Não há valores de referência, MAS,

Se %VE inferior a 30% podemos dizer que é fraca

Se %VE superior a 30% já é bom

- Se temos $r^2 = 0,0431$ (sem percentagem)



Denomina-se por Coeficiente de Determinação

- Se temos $r^2 = 0,0431 \times 100 = VE = 4,31\%$

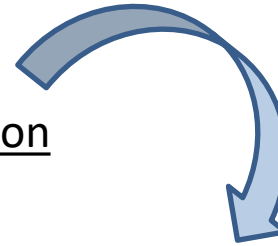


Denomina-se por Percentagem de Variância Explicada

- Se temos $r = \sqrt{r^2} = \sqrt{0,0431} = 0,21$



É o Coeficiente de Correlação de Pearson



Existe uma associação fraca entre o ano de escolaridade e a preocupação com uma alimentação saudável.

Não podemos concluir quanto ao sinal , pois quer o valor 0,21 quer o valor -0,21 dão o mesmo resultado para r^2

■ Leitura da Tabela:

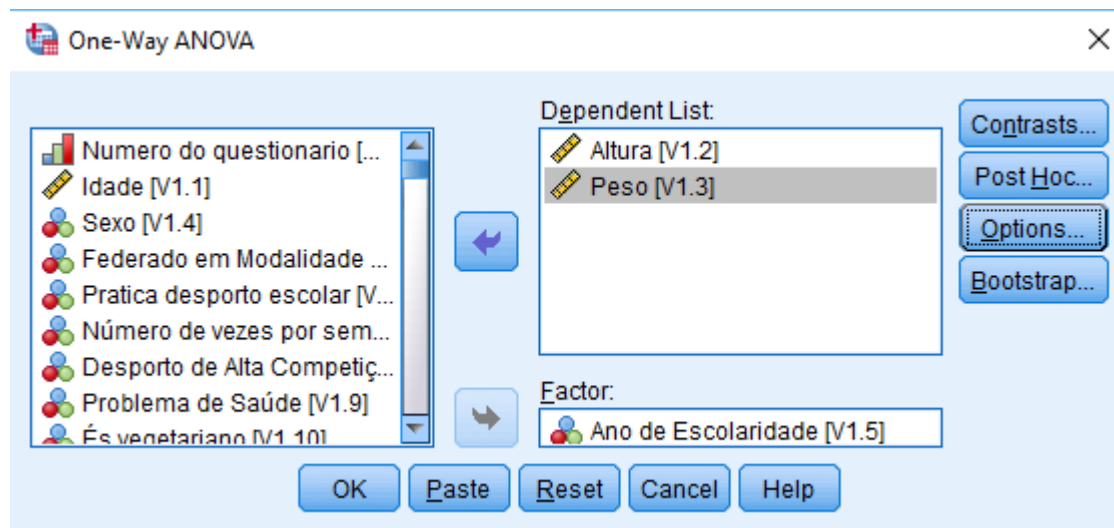
Ano de escolaridade	N	\bar{X}	s	F	p	VE
5º	186	3,59 ^b	0,99	9,499	0,000	4,31%
6º	185	3,11 ^a	0,99			
7º	185	3,08 ^a	1,07			
8º	136	3,01 ^a	0,99			
9º	157	3,20 ^a	0,89			

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes (Teste de Tukey, $p < 0,05$)

- ✓ Os resultados da Tabela 4 revelam que os alunos do 5º ano são os que apresentam maior preocupação com uma alimentação saudável ($\bar{x}=3,59\pm0,99$). Os que revelam menor preocupação são os do 8º ano ($\bar{x}=3,01\pm0,99$).
- ✓ Pelo valor do p associado ao F verificamos que existem diferenças estatísticas significativas ($p=0,000$) sendo que o teste Post Hoc de Tukey revelou que essas diferenças se situam entre o 5º e os restantes anos de escolaridade
- ✓ Quanto à percentagem de variância explicada verificamos que a influência de idade sobre a ansiedade é fraca.

6. ANOVA PARA MÚLTIPLAS VARIÁVEIS

- Se quiséssemos realizar a Anova com múltiplas variáveis quantitativas simultaneamente, p.ex, comparar as médias de altura e peso nos alunos dos diferentes anos de escolaridade.
- Fazer o teste: **Analyze / Compare Means / One-Way ANOVA**
- Mantemos todas as opções do caso anterior e o teste de Tukey



- No **OUTPUT**:

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
Altura	5	156	1,4719	,09399	,00753	1,4570	1,4867	1,00	1,85
	6	174	1,5235	,08036	,00609	1,5115	1,5355	1,25	1,80
	7	166	1,5910	,07924	,00615	1,5789	1,6032	1,35	1,78
	8	127	1,6314	,07961	,00706	1,6174	1,6454	1,42	1,82
	9	154	1,6740	,07857	,00633	1,6615	1,6865	1,50	1,85
	Total	777	1,5750	,10973	,00394	1,5673	1,5828	1,00	1,85
Peso	5	168	38,3265	7,24426	,55891	37,2231	39,4299	25,10	69,00
	6	175	42,1937	8,58565	,64901	40,9128	43,4747	25,00	68,00
	7	165	50,2576	10,02464	,78042	48,7166	51,7985	25,00	85,00
	8	122	52,2344	8,45112	,76513	50,7197	53,7492	36,00	84,00
	9	153	58,6536	10,35972	,83753	56,9989	60,3083	38,00	98,00
	Total	783	47,8440	11,58874	,41415	47,0310	48,6570	25,00	98,00

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Altura	Between Groups	4,078	4	1,019	149,471	,000
	Within Groups	5,265	772	,007		
	Total	9,343	776			
Peso	Between Groups	41995,430	4	10498,858	129,599	,000
	Within Groups	63026,277	778	81,011		
	Total	105021,707	782			

A tabela **Multiple Comparisons** é muito grande para mostrar aqui, mas com as tabelas dos **subconjuntos homogêneos** (uma para cada variável quantitativa testada) temos o que necessitamos para reportar e analisar os dados

Altura						
Tukey HSD ^{a,b}						
Ano de Escolaridade	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
5	156	1,4719				
6	174		1,5235			
7	166			1,5910		
8	127				1,6314	
9	154					1,6740
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 153,615.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Peso					
Tukey HSD ^{a,b}					
Ano de Escolaridade	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5	168	38,3265			
6	175		42,1937		
7	165			50,2576	
8	122			52,2344	
9	153				58,6536
Sig.		1,000	1,000	,304	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 154,036.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

- Construção da tabela quando temos mais de uma variável quantitativa:

Tabela 6. Análise de variância a um fator entre altura, peso e ano de escolaridade.

	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	F	p	VE (%)
	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{\bar{X}} \pm s$			
Altura (m)	1,47 \pm 0,09 ^a	1,52 \pm 0,08 ^b	1,59 \pm 0,08 ^c	1,63 \pm 0,08 ^d	1,67 \pm 0,08 ^e	149,47	0,000	43,65
Peso (kg)	38,33 \pm 7,24 ^a	42,19 \pm 8,59 ^b	50,26 \pm 10,02 ^c	52,23 \pm 8,45 ^c	58,65 \pm 10,36 ^d	129,60	0,000	39,99

Médias na mesma linha com a mesma letra não são significativamente diferentes (Teste de Tukey, $p < 0,05$)

Nota: a construção da tabela vai depender muito se temos mais variáveis ou mais grupos, e se queremos colocar as variáveis em linha ou em coluna. Várias configurações são possíveis, desde que adequadas e bem explícitas

7. TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

- Quando as condições de aplicação do teste paramétrico não se verificam, temos de usar o teste de Kruskal-Wallis (KW), que é o correspondente NÃO Paramétrico
- Por exemplo, basta que não se verifique uma das condições:
 - Se a distribuição não é normal;
 - Se o nº de elementos em cada grupo é inferior a 30: $N_i < 30$;
 - Se os grupos não são homogéneos
- À semelhança do teste de UMW este teste também trabalha com ordenações médias (ordens médias - RANKS) em vez de médias.
- Utiliza-se para qualquer tipo de variável, como o UMW

- Exemplo: comparar as médias da variável quantitativa **IMC** entre os grupos de idade- variável com 4 grupos
- Verificação das condições:
 - ✓ Variável IMC (**Analyze/Descriptive Statistics/Descriptives** - IMC):

$N = 745 > 120 \Rightarrow D \text{ Normal}$

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IMC	745	10,49	33,20	19,2476	3,11706
Valid N (listwise)	745				

- ✓ Variável GRIdade (**Analyze/Descriptive Statistics/Frequencies** - GRIdade):

$N/n = 323/23 = 14,04 \gg 1,5$

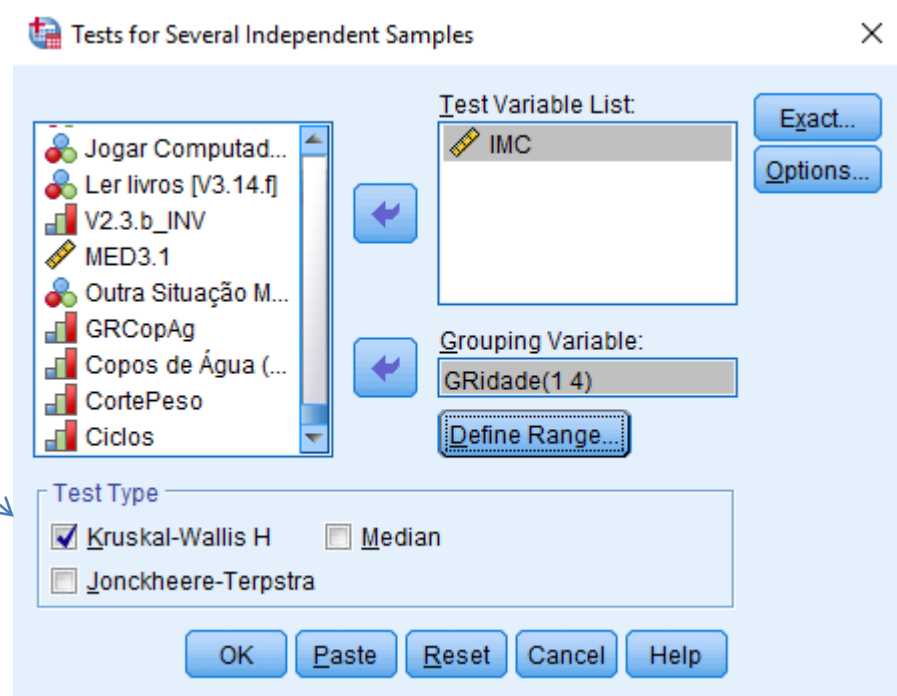
Grupos Não homogêneos

Idade grupos					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	10 a 11 anos	273	32,0	32,0	32,0
	12 a 13 anos	323	37,9	37,9	70,0
	14 a 15 anos	233	27,3	27,3	97,3
	16 a 18 anos	23	2,7	2,7	100,0
	Total	852	100,0	100,0	

- ✓ Há um grupo (idade 16 a 18) cuja dimensão é inferior a 30 casos: $N_4 = 23$

- Fazer o teste: **Analyze / Non Parametric Test / Legacy Dialogs / k Independent Samples**

- Test variable: **IMC**
- Grouping Variable: **RGIdade**
- A opção Kruskal-Wallis já está ativa por defeito
- Fazer **OK**.



- Ver o **OUTPUT**:

Ranks			
	Idade grupos	N	Mean Rank
IMC	10 a 11 anos	225	274,15
	12 a 13 anos	283	364,71
	14 a 15 anos	215	470,62
	16 a 18 anos	22	536,61
	Total	745	

Test Statistics ^{a,b}	
	IMC
Kruskal-Wallis H	104,840
df	3
Asymp. Sig.	,000
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Idade grupos	

- Levantar hipótese H_0 :

Não há diferenças significativas entre o IMC dos alunos em diferentes idades

Ou **Não há relação entre o IMC e a idade**

- Repostar os dados:

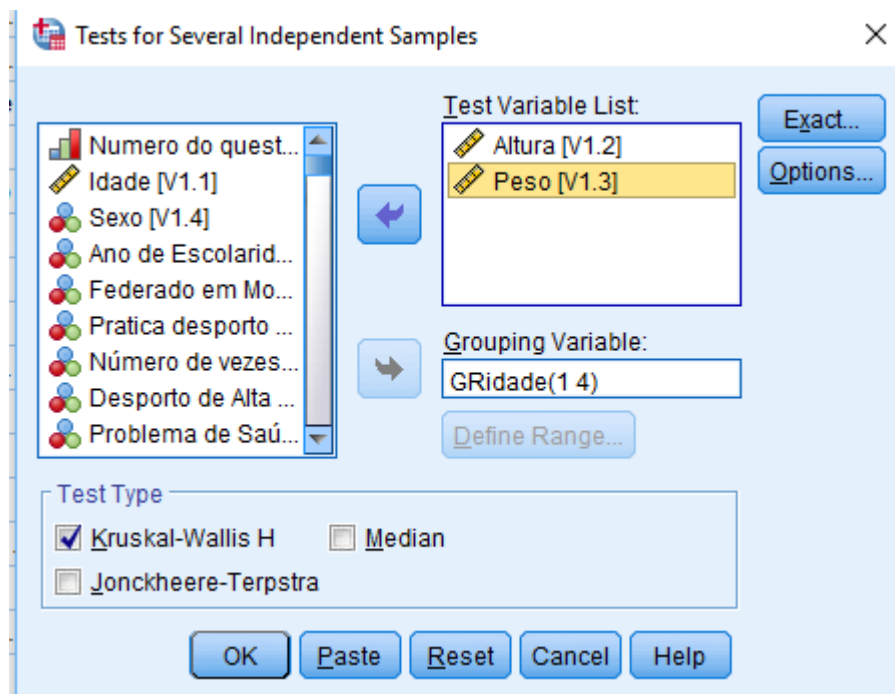
Tabela 7. Teste de Kruskal-Wallis entre IMC e idade.

Grupo de idade	OM	KW H	p
10-11 anos	274,15	104,840	0,000
12-13 anos	364,71		
14-15 anos	470,62		
16-18 anos	536,61		

- Leitura da tabela:
 - ✓ Realizado o teste de KW para o estudo da relação entre o IMC e a idade, verificamos pela Tabela 7 que os alunos com idades entre os 16 e 18 anos são os que têm maior IMC (OM = 536,61), e os que têm IMC mais baixo são os de 10 a 11 anos (OM = 274,12), e estas diferenças são significativas ($p = 0,000$) mas não sabemos onde se situam...

Teste de Kruskal-Wallis para múltiplas variáveis quantitativas

- Exemplo: comparar as médias das variáveis quantitativas **Altura e Peso** entre os grupos de idade - variável com 4 grupos não homogêneos como já vimos
- Fazer o teste: **Analyze / Non Parametric Test / Legacy Dialogs / k Independent Samples**
- Test variables: **Altura e Peso**
- Grouping Variable: **RGIdade**
- Fazer **OK**.



- Ver o **OUTPUT**:

Ranks

	Idade grupos	N	Mean Rank
Altura	10 a 11 anos	237	194,54
	12 a 13 anos	296	395,11
	14 a 15 anos	224	563,69
	16 a 18 anos	22	658,39
	Total	779	
Peso	10 a 11 anos	246	209,67
	12 a 13 anos	295	394,34
	14 a 15 anos	221	567,47
	16 a 18 anos	22	654,52
	Total	784	

Test Statistics^{a,b}

	Altura	Peso
Kruskal-Wallis H	344,424	322,080
df	3	3
Asymp. Sig.	,000	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Idade grupos

- Levantar hipóteses H_0 :

A idade não influencia a altura

E

A idade não influencia o peso

- Reportar os dados

Tabela 8. Teste de Kruskal-Wallis entre Altura, Peso e idade.

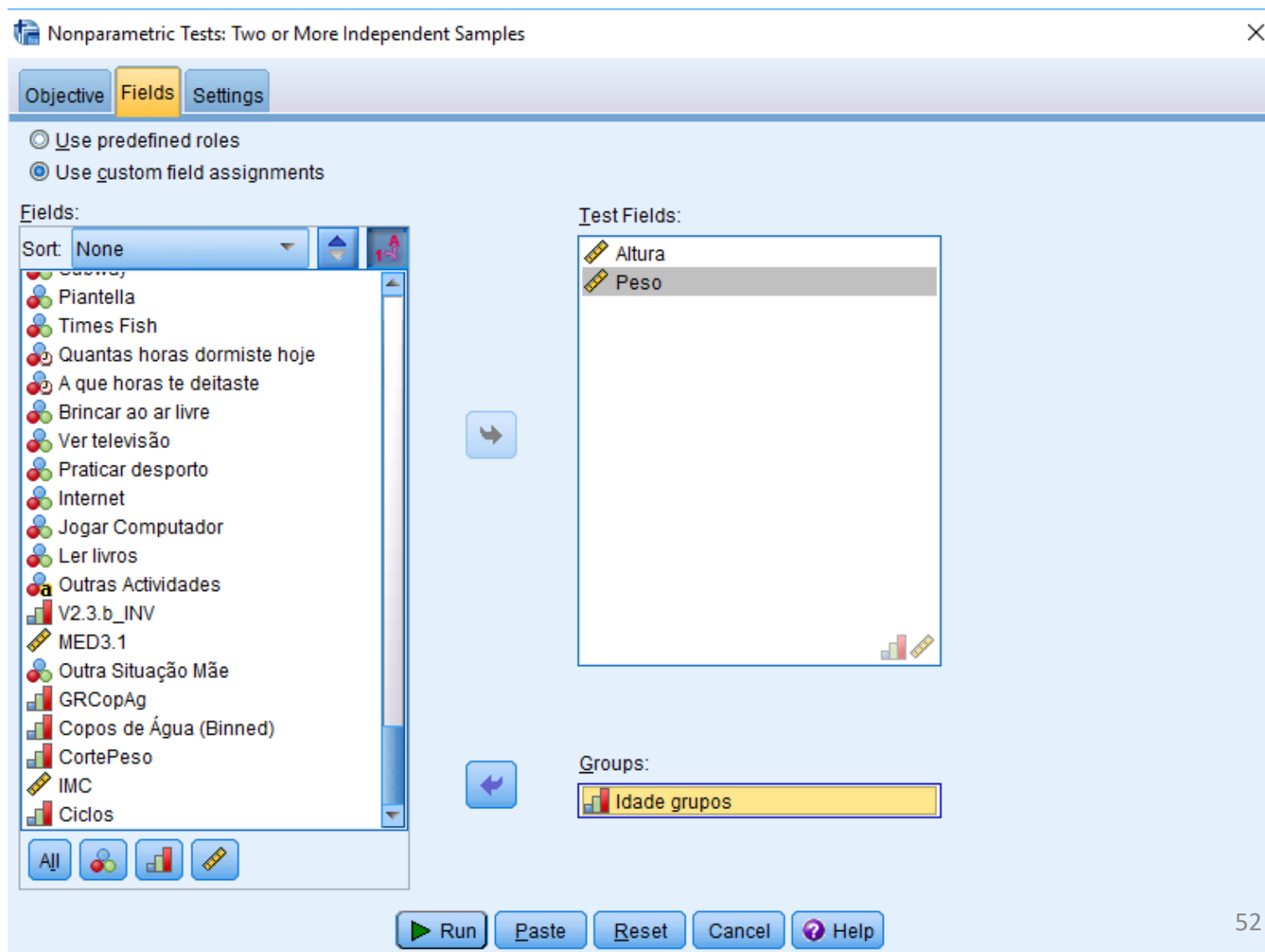
	10-11 anos OM	12-13 anos OM	14-15 anos OM	16-18 anos OM	KW H	p
Altura (m)	194,54	395,11	563,69	658,39	344,42	0,000
Peso (Kg)	209,67	394,34	567,47	654,52	322,08	0,000

- Leitura da tabela.
 - ✓ Os resultados da tabela 8 mostram que a altura e o peso são menores para os alunos com idades 10-11 anos (OM de 194,54 e 209,67, respectivamente) e vão aumentando à medida que aumenta a idade até ao valor mais elevado para os alunos com 16-18 anos (OM de 658,39 e 654,08, respectivamente).
 - ✓ Saliente-se ainda que as diferenças encontradas ao nível da altura e do peso são significativas ($p < 0,05$).

- MÉTODO ALTERNATIVO PARA FAZER O TESTE KW
- Fazer: **Analyze / Non Parametric Tests / Independent Samples**
- No separador **Objective** deixar ficar como está

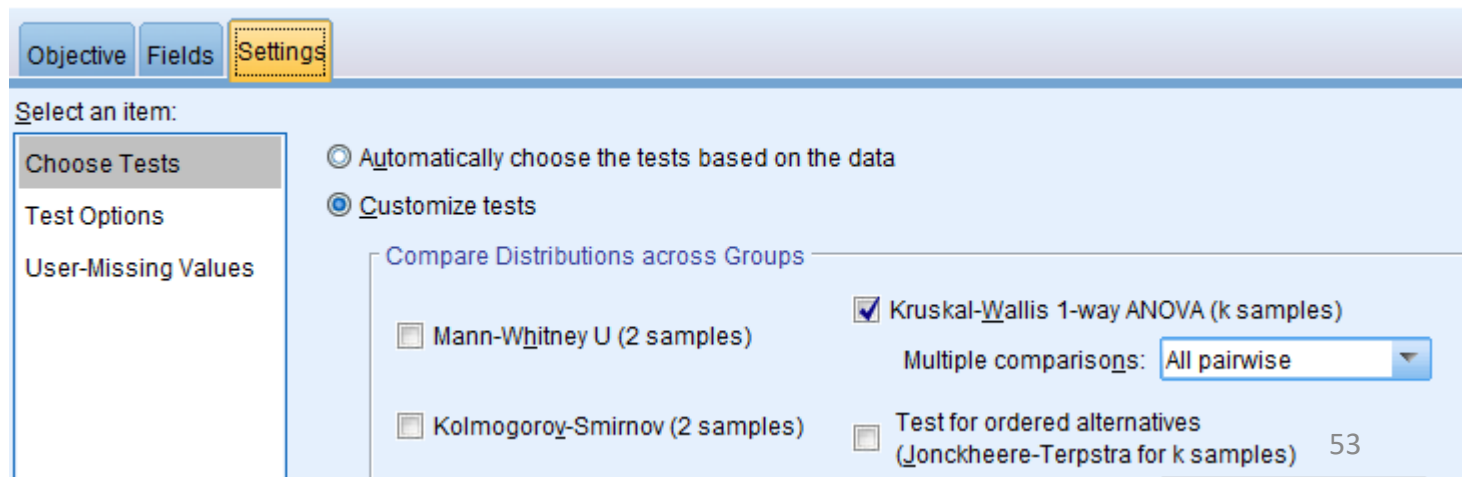


- No separador **Fields** definir a(s) variável(is) de teste (neste caso fiz **Altura** e **Peso**) e a de agrupamento (**GRIdade**)



- No separador **settings** há duas alternativas ou deixar a opção que está por defeito e o SPSS escolhe o teste adequado, ou escolhemos nós o teste em **Customize tests** e seleccionamos KW
- De salientar que usando este método de fazer o teste, temos hipótese de identificar a localização das diferenças, como acontece com o **Post-Hoc** na ANOVA, o que é uma vantagem em relação ao método anterior em que não sabíamos onde se situavam as diferenças, apenas que existiam.
- Para fazer isso escolhemos a opção **Customize tests** e seleccionamos a opção **Kruskal-Wallis 1-Way ANOVA (k samples)**
- Em **Multiple comparisons** deixamos a opção **All pairwise**, que está por defeito
- Fazer **Run**

Nonparametric Tests: Two or More Independent Samples



Objective Fields Settings

Select an item:

- Choose Tests
- Test Options
- User-Missing Values

☐ Automatically choose the tests based on the data

☒ Customize tests

Compare Distributions across Groups

- ☐ Mann-Whitney U (2 samples)
- ☒ Kruskal-Wallis 1-way ANOVA (k samples)
- ☐ Kolmogorov-Smirnov (2 samples)
- ☐ Test for ordered alternatives (Jonckheere-Terpstra for k samples)

Multiple comparisons: All pairwise

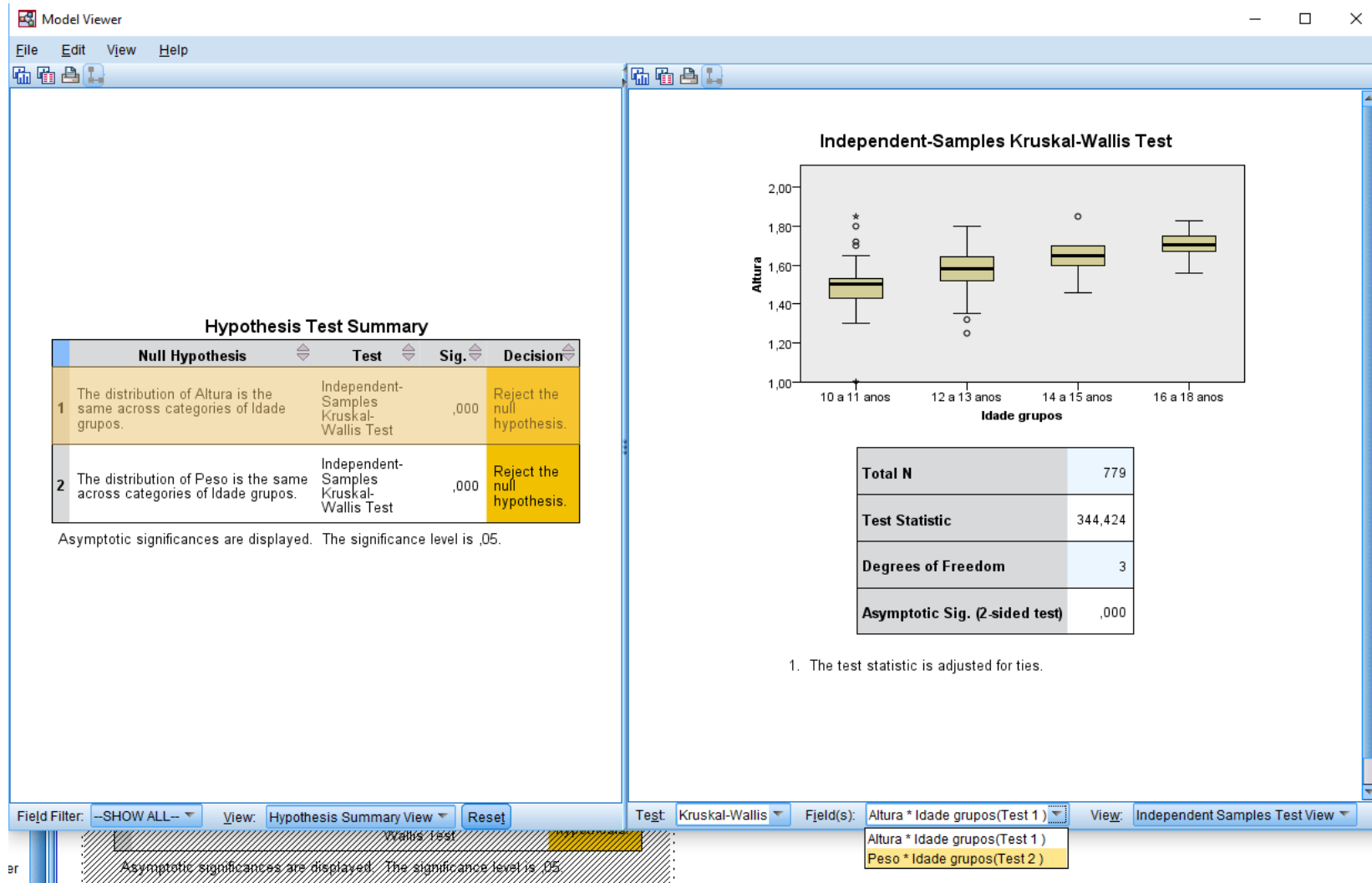
No **OUTPUT** obtenho só um quadro mais simples com a estatística de teste, mas se clicar duas vezes com o rato sobre o quadro abre uma janela com mais informação

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Altura is the same across categories of Idade grupos.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of Peso is the same across categories of Idade grupos.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

- Nesta nova janela há várias vistas, como discutido para o teste de UMW, mas neste caso há ainda uma vista para cada variável
- Em **Fields** temos 2 opções:
 - Altura
 - Peso
- Em **View** temos 4 opções (1 a mais do que no UMW)
 - Independent Samples Test View
 - Categorical Field Information
 - Continuous Field Information
 - Pairwise Comparisons (**NOVA!!**)



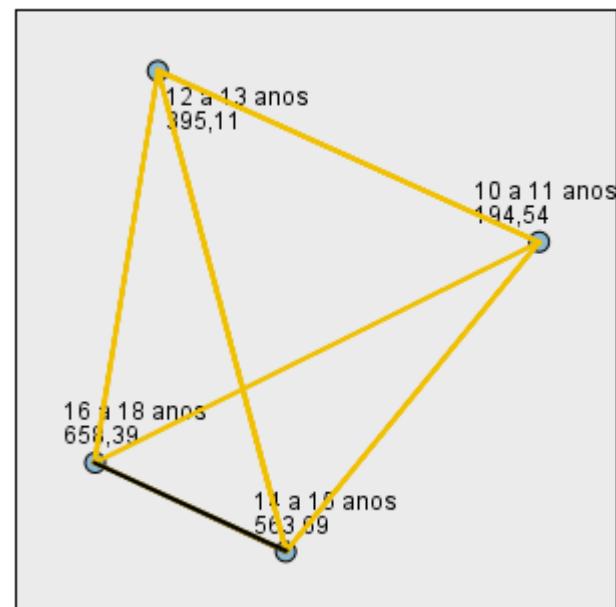
- Vista de **Pairwise Comparisons** para a variável altura
- Concluimos que quase todas as múltiplas comparações da altura entre grupos idade são significativas, com exceção de uma*

Each node shows the sample average rank of Idade grupos.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
10 a 11 anos-12 a 13 anos	-200,579	19,594	-10,237	,000	,000
10 a 11 anos-14 a 15 anos	-369,154	20,948	-17,622	,000	,000
10 a 11 anos-16 a 18 anos	-463,850	50,102	-9,258	,000	,000
12 a 13 anos-14 a 15 anos	-168,575	19,908	-8,468	,000	,000
12 a 13 anos-16 a 18 anos	-263,271	49,676	-5,300	,000	,000
14 a 15 anos-16 a 18 anos	-94,697	50,225	-1,885	,059	,356

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.
Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.
Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

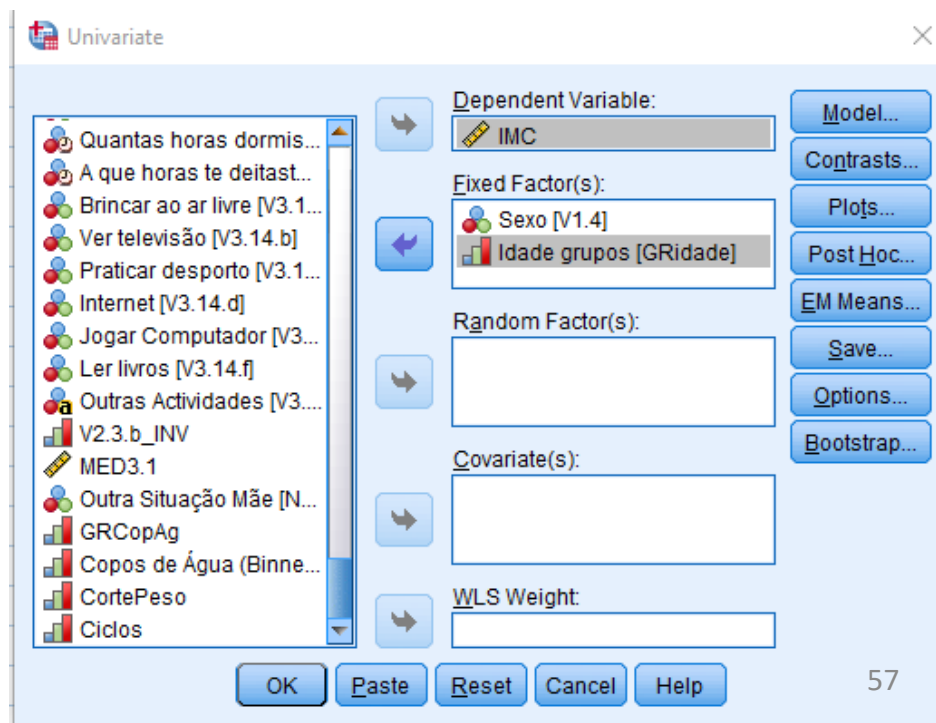
Pairwise Comparisons of Idade grupos



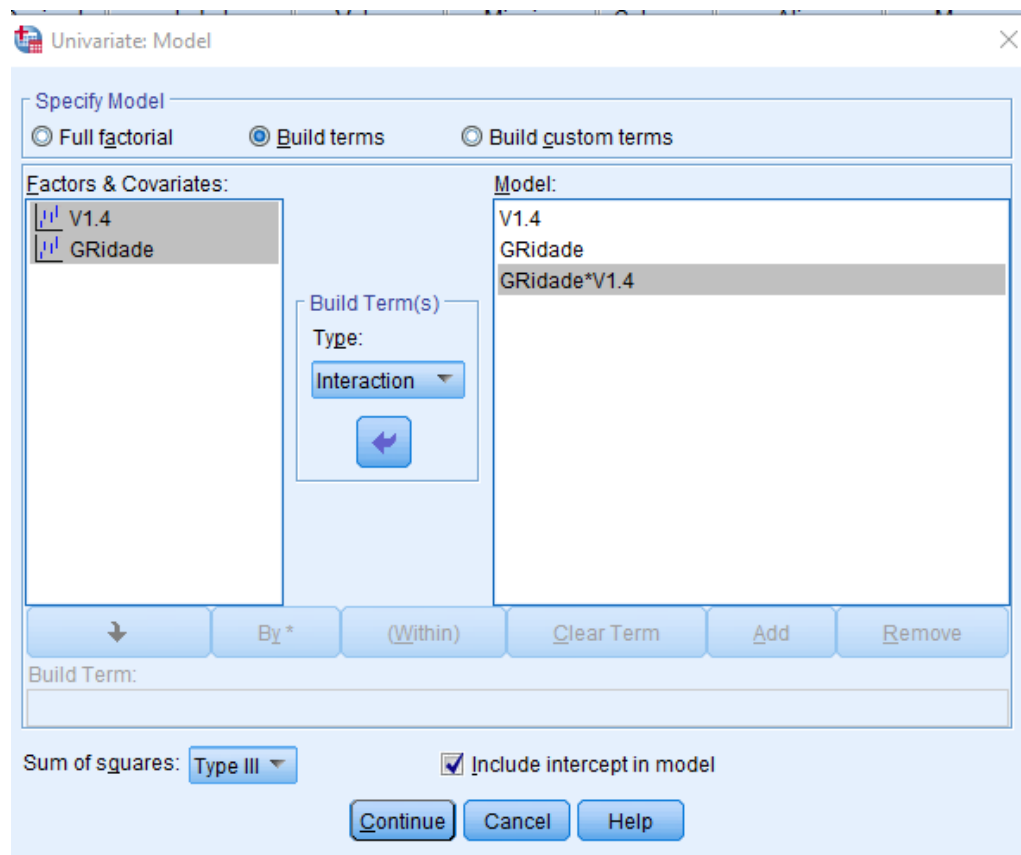
- As diferenças de altura entre os alunos de 14-15 com os de 16-18 anos não são significativas, pois o p dessa comparação é $> 0,05$*

8. ANOVA COM DUAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

- É possível fazer uma Análise de Variância que testa uma variável dependente quantitativa com duas variáveis independentes qualitativas (podem ser com 2 ou 3 ou mais grupos)
- Exemplo: comparar o **IMC** em função do **Sexo** (variável dicotómica) e da **Idade** (variável com 4 grupos)
- Fazer: **Analyze / General Linear Model / Univariate**
- Em Dependent list: **IMC**
- Em Fixed factor(s): **Sexo e Idade**



- Escolher à direita **Model**
- Ativar a opção **Build Terms**
- Envio com a seta para a caixa **Model** as variáveis **V1.4** (Sexo) e **GRidade**
- Quero ainda a **interação** entre as duas variáveis, e para isso seleciono ambas com o rato na caixa da esquerda e faço com a seta para a caixa da direita
- Faço **Continue**



- Selecione a caixa **Post Hoc** à direita
- Passar as duas variáveis que estão na caixa da esquerda para a caixa da direita e escolha ☒ **Tukey**.
- Faço **Continue**

Univariate: Post Hoc Multiple Comparisons for Observed Means

Factor(s):
V1.4
GRidade

Post Hoc Tests for:
V1.4
GRidade

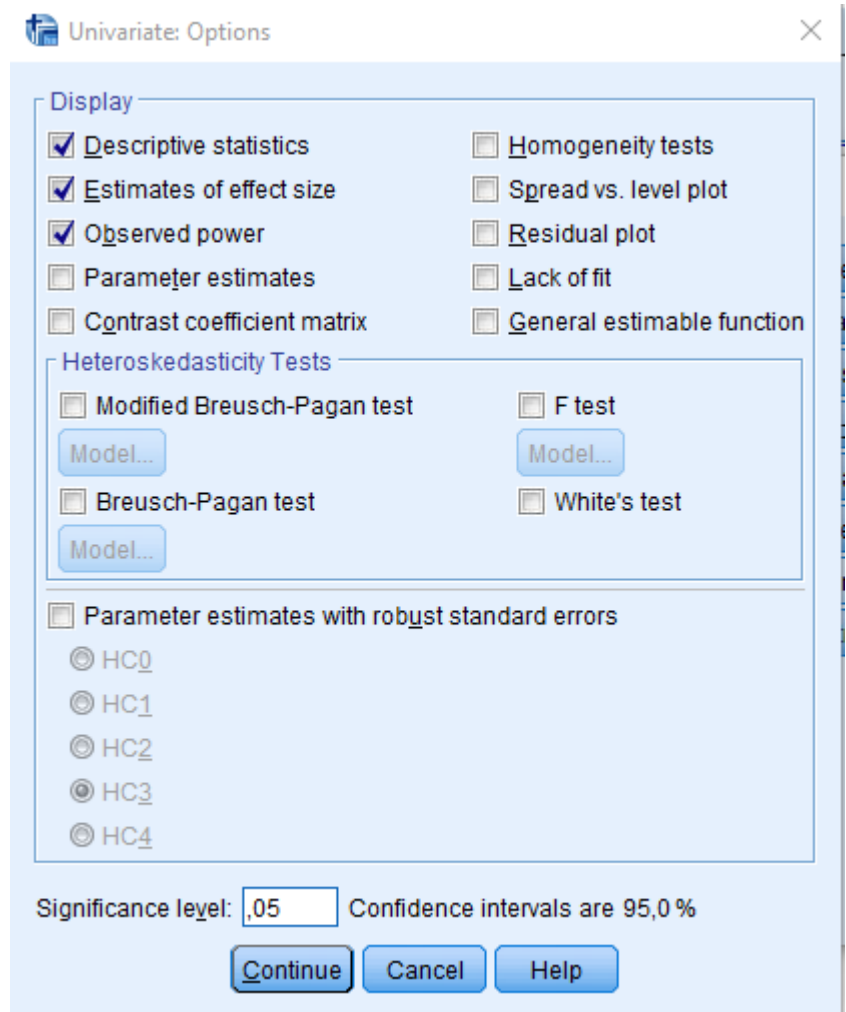
Equal Variances Assumed

☐ LSD ☐ S-N-K ☐ Waller-Duncan
☐ Bonferroni ☒ **Tukey** Type I/Type II Error Ratio: 100
☐ Sidak ☐ Tukey's-b ☐ Dunnett
☐ Scheffe ☐ Duncan Control Category: Last
☐ R-E-G-W-F ☐ Hochberg's GT2 Test
☐ R-E-G-W-Q ☐ Gabriel ☒ 2-sided ☐ < Control ☐ > Control

Equal Variances Not Assumed

☐ Tamhane's T2 ☐ Dunnett's T3 ☐ Games-Howell ☐ Dunnett's C

- Selecionar a caixa **Options** à direita
- Escolher as opções:
 - ☒ Descriptive Statistics
 - ☒ Estimates of effect Size
 - ☒ Observed Power
- Fazer **Continue** e **OK**.



- Ver o **OUTPUT**:

→ Univariate Analysis of Variance

Um aviso – porque neste caso uma das variáveis categóricas tem menos de três grupos – Sexo: F / M

Warnings

Post hoc tests are not performed for Sexo because there are fewer than three groups.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Sexo	1	Feminino	369
	2	Masculino	376
Idade grupos	1	10 a 11 anos	225
	2	12 a 13 anos	283
	3	14 a 15 anos	215
	4	16 a 18 anos	22

Descriptive Statistics

Dependent Variable: IMC

Sexo	Idade grupos	Mean	Std. Deviation	N
Feminino	10 a 11 anos	17,7943	2,91006	106
	12 a 13 anos	18,9107	2,81527	152
	14 a 15 anos	20,4160	2,97580	106
	16 a 18 anos	20,9415	1,89504	5
	Total	19,0499	3,04669	369
Masculino	10 a 11 anos	18,0541	2,80681	119
	12 a 13 anos	19,3852	3,28234	131
	14 a 15 anos	20,6904	2,79007	109
	16 a 18 anos	21,5798	2,91689	17
	Total	19,4415	3,17671	376
Total	10 a 11 anos	17,9317	2,85247	225
	12 a 13 anos	19,1303	3,04413	283
	14 a 15 anos	20,5551	2,87966	215
	16 a 18 anos	21,4347	2,69100	22
	Total	19,2476	3,11706	745

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: IMC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	891,537 ^a	7	127,362	14,812	,000	,123	103,683	1,000
Intercept	80431,249	1	80431,249	9353,914	,000	,927	9353,914	1,000
V1.4	8,764	1	8,764	1,019	,313	,001	1,019	,172
GRidade	824,349	3	274,783	31,956	,000	,115	95,869	1,000
V1.4 * GRidade	2,171	3	,724	,084	,969	,000	,252	,065
Error	6337,222	737	8,599					
Total	283227,863	745						
Corrected Total	7228,759	744						

a. R Squared = ,123 (Adjusted R Squared = ,115)

b. Computed using alpha = ,05

A **Potência do teste** é forte (máxima de 100 %) para a variável **GRidade**, mas fraca para a variável **V1.4(Sexo)** (só 17%) e também é fraca para a **interação** (só 6,5%)

- As comparações múltiplas só são possíveis na variável idade porque tinha mais de 2 grupos

Post Hoc Tests

Idade grupos

Multiple Comparisons

Dependent Variable: IMC

Tukey HSD

(I) Idade grupos	(J) Idade grupos	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10 a 11 anos	12 a 13 anos	-1,1986 [*]	,26192	,000	-1,8730	-,5242
	14 a 15 anos	-2,6234 [*]	,27966	,000	-3,3435	-1,9033
	16 a 18 anos	-3,5030 [*]	,65503	,000	-5,1897	-1,8164
12 a 13 anos	10 a 11 anos	1,1986 [*]	,26192	,000	,5242	1,8730
	14 a 15 anos	-1,4248 [*]	,26529	,000	-2,1079	-,7417
	16 a 18 anos	-2,3044 [*]	,64902	,002	-3,9756	-,6332
14 a 15 anos	10 a 11 anos	2,6234 [*]	,27966	,000	1,9033	3,3435
	12 a 13 anos	1,4248 [*]	,26529	,000	,7417	2,1079
	16 a 18 anos	-,8796	,65639	,538	-2,5697	,8105
16 a 18 anos	10 a 11 anos	3,5030 [*]	,65503	,000	1,8164	5,1897
	12 a 13 anos	2,3044 [*]	,64902	,002	,6332	3,9756
	14 a 15 anos	,8796	,65639	,538	-,8105	2,5697

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 8,599.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

IMC

Tukey HSD^{a,b,c}

Idade grupos	N	Subset	
		1	2
10 a 11 anos	225	17,9317	
12 a 13 anos	283	19,1303	
14 a 15 anos	215		20,5551
16 a 18 anos	22		21,4347
Sig.		,078	,294

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 8,599.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 68,866.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

9. Teste t-student emparelhado

- Estivemos até agora a comparar médias em dois grupos distintos, mas se quisermos comparar duas médias no mesmo grupo usamos o **teste t para amostras emparelhadas**, não independentes.
- Por exemplo:
- Comparar o nível de conhecimentos antes das aulas de EDE e no final da Disciplina;
- Observação dos mesmos indivíduos 2 vezes, uma antes e outra depois da administração de um medicamento;
- Observação grupos para verificar se uma terapia tem efeito: fazem-se 2 grupos, com características semelhantes (não é o mesmo, mas tem de ser como se fosse o mesmo), em que um dos funciona como grupo experimental (em que se aplica o tratamento/medicamento) e outro funciona como grupo controlo.
- Se quiséssemos comparar mais de 2 (3 ou mais), por exemplo em Janeiro, em Junho e em dezembro, teríamos de usar **ANOVA emparelhada**.

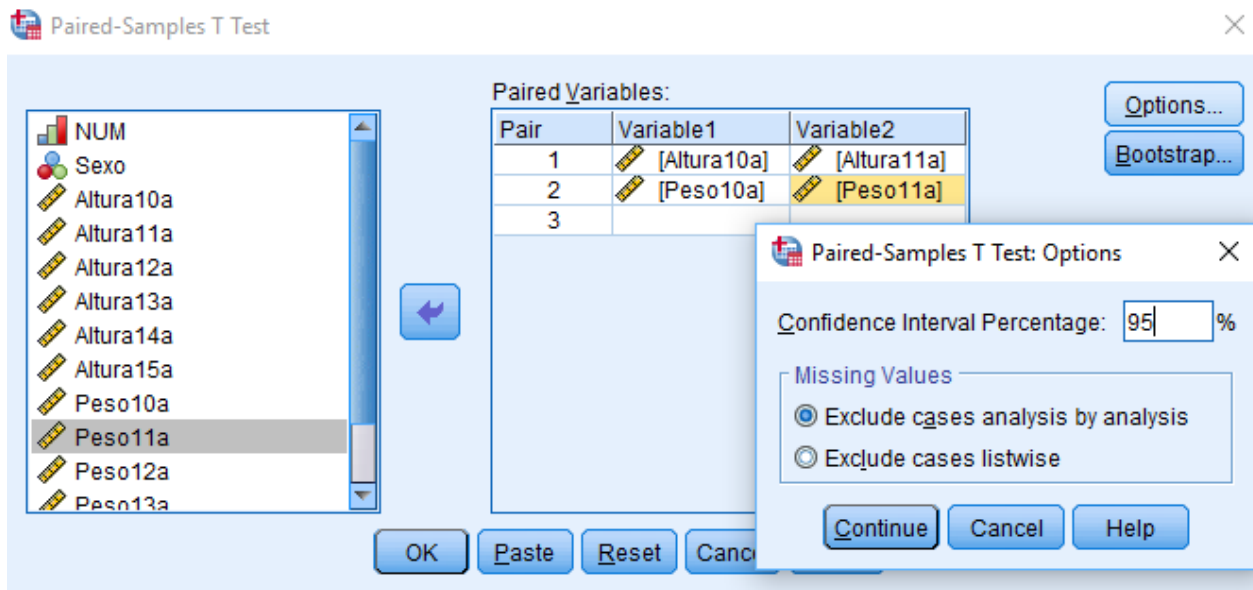
AMOSTRAS INDEPENDENTES

No teste de t para amostras independentes trabalhamos com dois grupos (iguais ou diferentes) mas que têm médias diferentes (e também desvios e variâncias diferentes), embora possam ter o mesmo n° de elementos.

AMOSTRAS EMPARELHADAS

Se é teste t emparelhado, está sempre associado o antes e o depois ou o experimental e o controle (aqui o N é necessariamente igual)

- Na base de dados EMPARELHADAS temos 30 raparigas e 30 rapazes, cujas medidas (altura e peso) foram registados aos 10, 11, 12 13, 14 e 15 anos.
- Exemplo, queremos avaliar se existem diferenças entre a altura ou entre o peso dos jovens ao crescer dos 10 para os 11 anos.
- Fazer o teste t emparelhado: **Analyze / Compare Means / Paired-Samples T-Test**
 - Paired Variables
 - 1 Altura10 Altura11a
 - 2 Peso10a Peso11a
- Em **Options** deixo tudo como está (95% confianças = 5% de significância)
- Faço **Continue** e **OK**.



- Vemos o **OUTPUT**:

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Altura10a	1,4165	60	,06519	,00842
	Altura11a	1,4905	60	,05372	,00694
Pair 2	Peso10a	37,5833	60	4,18347	,54008
	Peso11a	42,3333	60	4,83163	,62376

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Altura10a & Altura11a	60	,557	,000
Pair 2	Peso10a & Peso11a	60	,724	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	Altura10a - Altura11a	-,07400	,05690	,00735	-,08870	-,05930	-10,073	59	,000
Pair 2	Peso10a - Peso11a	-4,75000	3,40301	,43933	-5,62909	-3,87091	-10,812	59	,000

- As diferenças são estatisticamente significativas para a altura ($p=0,000$) e também para o peso ($p=0,000$), ou seja, há diferenças quer na altura quer no peso entre o 1º momento de avaliação (aos 10 anos) e o 2º momento de avaliação (aos 11 anos).
- Para ambas as variáveis as médias aos 10 anos são inferiores às médias aos 11 anos e por isso aparece um valor negativo para Mean – avalia as diferenças.
- Levantar hipóteses H_0 :

A altura não variou dos 10 para os 11 anos

E

O peso não variou dos 10 para os 11 anos

- Reportar os dados

Tabela 9. Teste T-emparelhado entre Altura, Peso aos 10 e 11 anos.

	10 anos $\bar{X} \pm s$	11 anos $\bar{X} \pm s$	Dif. Médias	Dif. DP	t	p	VE(%)
Altura (m)	1,42±0,07	1,49±0,05	-0,074	0,057	-10,073	0,000	31,02
Peso (Kg)	37,58±4,18	42,33±4,83	-4,750	3,403	-10,812	0,000	52,42

Como calcular VE(%) a partir do valor da correlação

Temos: $r = -0,557$  $\%VE = r^2 \times 100 = (0,557)^2 \times 100 = 31,02$

- Leitura da tabela
 - ✓ Dos resultados da Tabela 9 verifica-se que os aumentos na altura e no peso foram significativos ($p = 0,000$ para ambos).
 - ✓ Verifica-se que aos 10 anos os valores eram mais baixos (altura = 1,42±0,07, peso = 37,58±4,18) do que aos 11 anos (altura = 1,49±0,05, peso = 42,33±4,83).
 - ✓ A percentagem de variância explicada é elevada nos dois casos, ou seja, a influência da avaliação do 2º momento para o 1º momento é forte.

- Relembremos que para a aplicar o teste T-emparelhado (que é um teste PARAMÉTRICO) temos de **verificar as condições**:
 - Ter DN
 - Ter dimensão de cada grupo ≥ 30
 - Ter grupos homogéneos (isto verifica-se sempre, pois o N é o mesmo nos diferentes momentos – aqui os grupos a comparara entre si são os dois momentos de registo de dados)
- No nosso caso:
 - ✓ Dimensão total da amostra = 120 (medições nos diferentes grupos – 60 aos 10 anos e 60 aos 11 anos) \Rightarrow DN
 - ✓ Dimensão de cada grupo = 60
 - ✓ Grupos homogéneos

Mas, se não se verificassem as condições?

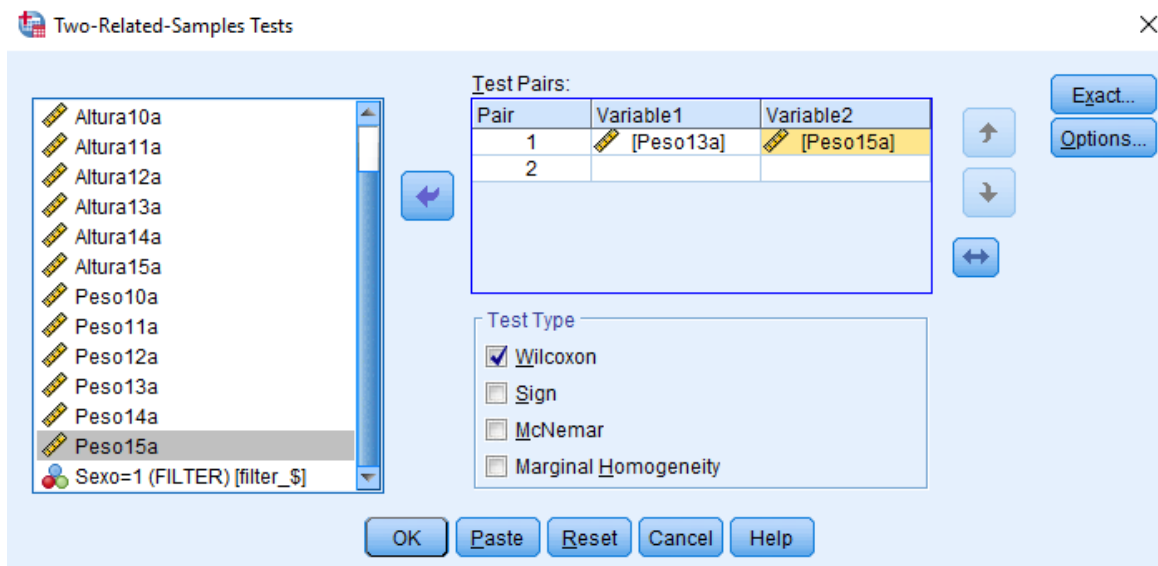
Teste de Wilcoxon

10. Teste de Wilcoxon (para amostras emparelhadas)

- Se não puder utilizar o teste T-Student emparelhado por não se verificarem as condições necessárias, terei de usar o teste de Wilcoxon, que é o teste correspondente não paramétrico.
- Ainda assim, deve-se ter pelo menos 30 sujeitos para aplicar o teste de Wilcoxon.

Exemplo: Comparar o peso só das raparigas entre os 13 e os 15 anos (N=30 em cada grupo $\Rightarrow N_{\text{total}} = 60$, a DN não está garantida)

- Primeiro tenho de seleccionar os casos para aplicar o teste:
 - ✓ **Data / Select Cases:** If sexo = 1 (Feminino)
- Fazer o teste: **Analyze / Nonparametric Tests / Legacy Dialogs / 2 Related Samples**
- A opção do teste **Wilcoxon** já está ativa por defeito
- Fazer **OK**



- O teste vai trabalhar com ordenações médias (mean ranks), e vamos encontrar:

- positive ranks (ordenações positivas)



quando a 2.ª avaliação é superior à 1.ª avaliação

- negative ranks (ordenações negativas)



quando a 2.ª avaliação é inferior à 1.ª avaliação

- ties (empates)



quando é igual nas duas avaliações

- Tem-se o seguinte **OUTPUT**:

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Peso15a - Peso13a	Negative Ranks	4 ^a	16,63	66,50
	Positive Ranks	25 ^b	14,74	368,50
	Ties	1 ^c		
	Total	30		

a. Peso15a < Peso13a
b. Peso15a > Peso13a
c. Peso15a = Peso13a

- Tem-se 4 casos em que o peso aos 15 anos foi menor do que aos 13.
- Tem-se 25 casos em que o peso aos 15 anos foi maior do que aos 13.
- Tem-se 1 caso em que o peso se manteve

Test Statistics ^a	
	Peso15a - Peso13a
Z	-3,267 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.

O valor do $p = 0,001$ é significativo, ou seja, a variação de peso das raparigas dos 13 para os 15 anos é estatisticamente significativa.

- Levantar hipóteses H_0 :

O peso das raparigas não variou dos 13 para os 15 anos

- Reportar os dados

Tabela 10. Teste de Wilcoxon para o peso das raparigas aos 13 e aos 15 anos.

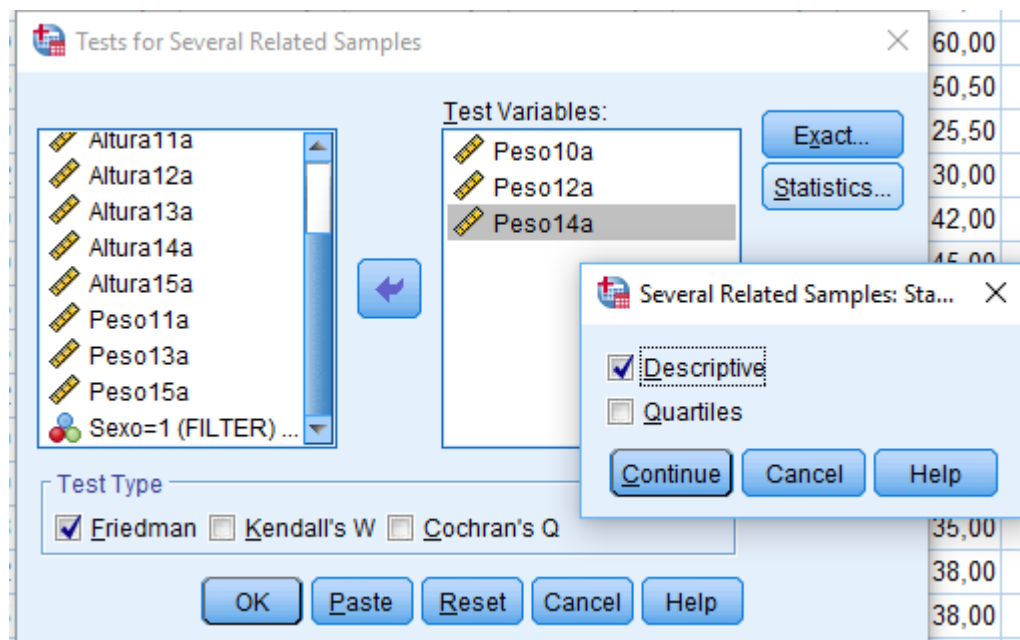
	N	OM	z	p
Ordenações negativas	4	16,63	-3,267	0,001
Ordenações positivas	25	14,74		
Empates	1			

- Leitura da tabela
 - ✓ Os resultados da Tabela 10 indicam que houve uma ordenação média inferior após a segunda avaliação, mas havendo um n.º mais elevado de ordenações positivas (25), registando-se 1 situação de empate.
 - ✓ Estas diferenças verificadas entre os dois momentos de avaliação são significativas.

11. TESTE DE FRIEDMAN (PARA AMOSTRAS EMPARELHADAS)

- Quando avaliamos o mesmo grupo em três ou mais momentos diferentes (Ex: antes, durante e após), temos de usar a ANOVA emparelhada, no caso de se verificarem as condições de aplicação do teste PARAMÉTRICO.
- Se as condições do teste não paramétrico não se aplicarem, utilizo o teste de **Friedman**, que é o NÃO PARAMÉTRICO correspondente
- NB: Para analistas com pouca experiência evita-se a ANOVA emparelhada e utiliza-se o teste de Friedman, pois este é mais fácil de usar e de compreender os resultados.
- Assim, mesmo que haja condições para usar a ANOVA emparelhada usa-se na mesma o de Friedman.
- Quando aplico o teste de Friedman, se existirem diferenças significativas, depois usa-se o teste de Wilcoxon, para ver onde se localizam (É uma forma de simular o *Post Hoc*)

- Exemplo: comparar o peso dos jovens aos 10, 12 e 14 anos
- Antes de fazer o teste tenho de desfazer a seleção que tinha antes (só raparigas)
 - Fazer **Data/Select Cases**: All Cases
- Fazer o teste: **Analyze / Nonparametric Tests / Legacy Dialogs / K Related Samples**
 - Test Variables: Peso10a , Peso12a , Peso14a
 - Test type: **Friedman** (está por defeito)
- Em **Statistics** posso escolher **Descriptives**
- Fazer **Continue** e **OK**.



- Ver o **OUTPUT**:

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Peso10a	60	37,5833	4,18347	30,00	49,00
Peso12a	60	47,3833	5,44959	37,00	63,00
Peso14a	60	58,5500	7,56984	45,00	79,00

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Peso10a	1,02
Peso12a	1,98
Peso14a	3,00

Test Statistics^a

N	60
Chi-Square	118,033
df	2
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test



Há diferenças significativas ($p < 5\%$)

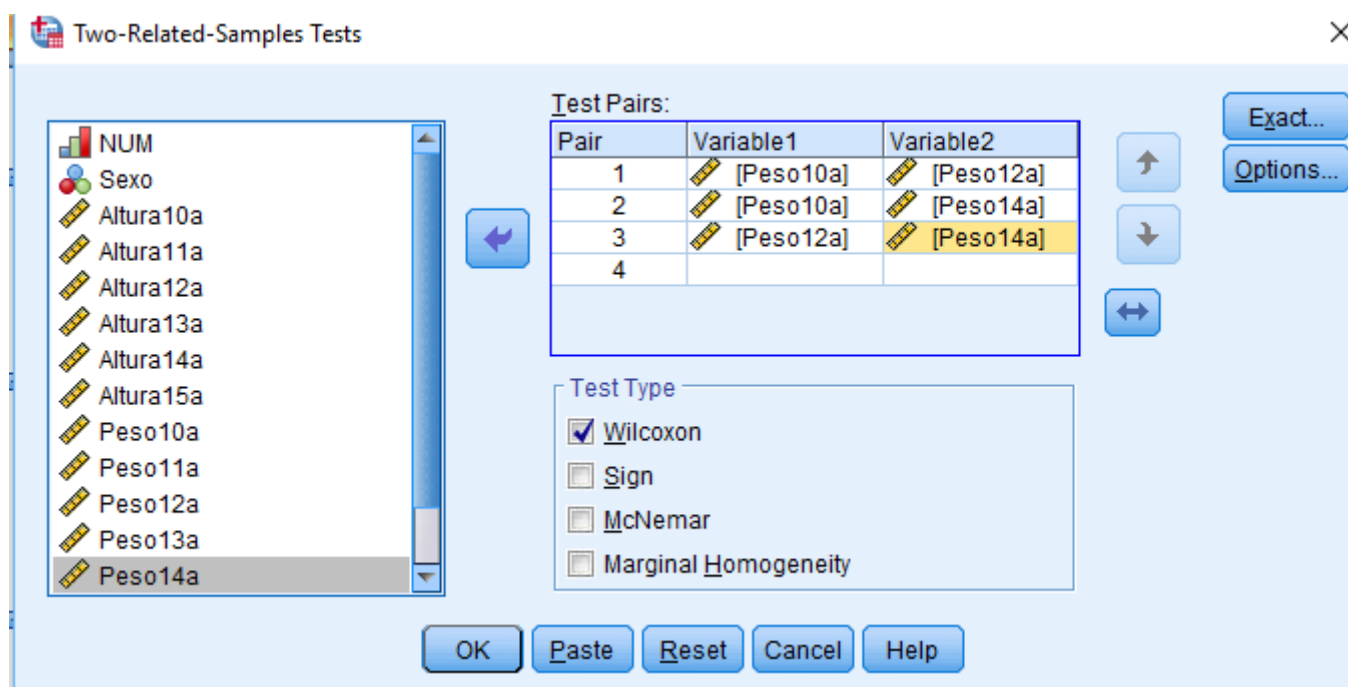


Usar testes de Wilcoxon para ver onde

- Agora temos de ver onde se localizam as diferenças significativas: entre os 10 e os 12, entre os 12 e os 14, entre os 10 e os 14?



- Temos de aplicar o teste de Wilcoxon para as várias combinações possíveis
- Fazer: **Analyze / Nonparametric Tests / Legacy Dialogs / 2 Related Samples**
- Deixo a opção teste de **Wilcoxon** (já está por defeito) faço **OK**.



- Ver o **OUTPUT**:

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Peso12a - Peso10a	Negative Ranks	1 ^a	1,00	1,00
	Positive Ranks	59 ^b	31,00	1829,00
	Ties	0 ^c		
	Total	60		
Peso14a - Peso10a	Negative Ranks	0 ^d	,00	,00
	Positive Ranks	60 ^e	30,50	1830,00
	Ties	0 ^f		
	Total	60		
Peso14a - Peso12a	Negative Ranks	0 ^g	,00	,00
	Positive Ranks	60 ^h	30,50	1830,00
	Ties	0 ⁱ		
	Total	60		

a. Peso12a < Peso10a

b. Peso12a > Peso10a

c. Peso12a = Peso10a

d. Peso14a < Peso10a

e. Peso14a > Peso10a

f. Peso14a = Peso10a

g. Peso14a < Peso12a

h. Peso14a > Peso12a

i. Peso14a = Peso12a

Test Statistics^a

	Peso12a - Peso10a	Peso14a - Peso10a	Peso14a - Peso12a
Z	-6,735 ^b	-6,738 ^b	-6,740 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.



Do 2º quadro, verifica-se que há diferenças altamente significativas para todas as comparações (correspondentes às diferentes combinações), ou seja em todas as hipóteses.

- Levantar hipóteses H_0 :

Não há diferenças no peso dos jovens aos 10, 12 e 14 anos




- Reportar os dados

Tabela 11. Teste de Friedman para o peso dos jovens aos 10, 12 e 14 anos.

	OM	χ^2	p
Peso10a	1,02	118,033	0,000
Peso12a	1,98		
Peso14a	3,00		

Tabela 12. Teste de Wilcoxon para o peso dos jovens aos 10, 12 e 14 anos.

	OM (negativos)	OM (positivos)	Z	p
Peso12a <i>versus</i> Peso 10a	1,00	31,00	-6,735	0,000
Peso14a <i>versus</i> Peso 10a	0,00	30,50	-6,738	0,000
Peso14a <i>versus</i> Peso 12a	0,00	30,50	-6,740	0,000

- Leitura da tabela
 - ✓ Os resultados da Tabela 11 indicam que o peso dos jovens aumentou dos 10 para os 12 e outra vez dos 12 para os 14 anos ($OM_{10}=1,02$, $OM_{12}=1,98$, $OM_{14}=3,00$).
 - ✓ As diferenças registadas nos três momentos de avaliação são estatisticamente significativas, o que indica que pelo menos um daqueles momentos é significativamente diferente em relação aos restantes ($p = 0,000$).
 - ✓ Face aos resultados, e de forma a determinar onde é que as diferenças se situam, foi realizado o teste de Wilcoxon, que permitiu fazer comparações duas a duas, e verificou-se que para todas as comparações o p é significativo ($<5\%$), ou seja há diferenças entre todos os momentos de avaliação
 - Comparando os 12 com os 10 anos ($31,00 > 1,00$)
 Houve aumento do peso dos 10 para os 12 anos
 - Comparando os 14 com os 10 anos ($30,50 > 0,00$)
 Houve aumento do peso dos 10 para os 14 anos
 - Comparando os 12 com os 10 anos ($30,50 > 0,00$)
 Houve aumento do peso dos 10 para os 12 anos

FIM