

TESTE U DE MANN- WHITNEY (TESTE U)

Vivian Cristhiane Monteiro Pereira

1 – Teste de Hipótese:

Trata-se de uma técnica para se fazer a inferência estatística sobre uma população a partir de uma amostra. É uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese estatística com base nos elementos amostrais.

2 – Hipótese Estatística:

Trata-se de uma suposição quanto ao valor de um parâmetro populacional, ou quanto à natureza da distribuição de probabilidade de uma variável populacional.

INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

Com base na observação de um pequeno número de eventos, procura-se tirar conclusões sobre um grande número deles. Extrapola-se, para a população como um todo, resultados observados em uma amostra, como consequência, conclusão ou probabilidade. A inferência estatística apenas diz se uma diferença é matematicamente significativa, mas é o pesquisador quem deve determinar a causa dessa diferença, através da “inferência lógica”.

Para inferência são utilizadas provas paramétricas e não paramétricas, e nas ciências biológicas é muito utilizado o teste de hipóteses:

H₀ - hipótese de nulidade: não existe diferença significativa entre os grupos.

H₁ = hipótese alternativa: há diferença significativa entre os grupos.

Erro tipo I = aceitar H₁ mas H₁ é falsa (falso positivo)	α = probabilidade de se cometer um erro tipo I
Erro tipo II = aceitar H₀ mas H₀ é falsa (falso negativo)	β = probabilidade de se cometer um erro tipo II

NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA: É o máximo aceitável para o valor de α , geralmente convencionado em 5% e os 95% restantes são chamados intervalo de confiança.

Obs: como α é inversamente proporcional a β , não deve se aproximar muito da nulidade; portanto, reduzindo os falso-positivos aumentam-se os falso-negativos; a solução é aumentar o “n”.

ETAPAS DO DELINEAMENTO ESTATÍSTICO:

1. Definir H_0 ;
2. tamanho da amostra (n);
3. Escolher prova estatística;
4. Especificar nível de significância (α);
5. Determinar (ou supor determinada) a distribuição amostral da prova estatística sob a hipótese de nulidade;
6. A partir dos anteriores, definir região de rejeição;
7. Calcular o valor da prova estatística;
8. Após todos esses resultados, escolher pela aceitação ou rejeição de H_0 .

CURVA NORMAL: modelo matemático para se estabelecer a frequência com que os fenômenos se distribuem na realidade (população geral). Entre 2 DP = 95% dos casos. Entre 1 DP p/ cada lado = 68%. Espera-se que todo parâmetro biológico apresente distribuição normal.

- Toda amostra realmente representativa de uma população deverá apresentar distribuição normal.

- Requisitos mínimos de gráficos e tabelas: medidas de tendência central e de variabilidade, grupos e número total de indivíduos e as respectivas unidades de mensuração.

PODER DE UMA PROVA: probabilidade de rejeitar H_0 quando ela é de fato falsa. O poder aumenta com o aumento do “n”. Fica mais fácil rejeitar H_0 com

um teste unicaudal, que é indicado dependendo da natureza de H_0 , quando a situação é unidirecional.

$$\text{Poder} = 1 - \beta$$

β = probabilidade de erro tipo II

EFICIÊNCIA RELATIVA: comparação de 2 testes estatísticos a partir do “n”.

ESCOLHA DO TESTE ESTATÍSTICO

1. distribuição normal?
2. tipo de amostragem: randomizado, natureza da população-alvo, etc.
3. mensuração das variáveis: Escala intervalar? Ordinal? Nominal?
4. interdependência de medidas: repetidas (pareadas) ou independentes (não pareadas)?
5. tipo de inferência: comparação entre grupos, correlação, etc.
6. desenho experimental: número de grupos: ≥ 3 ?

Obs: pode-se calcular previamente o “n” da amostra com a seguinte fórmula, p.ex.:

$$n \geq \frac{s.p^2}{(t_{\alpha v} + t_{\beta(1).v})^2}$$

$$n \geq \frac{s.p^2}{(1,972 + 1,286)^2}$$

A variabilidade da população (sp^2) calcula-se através dos grupos-controles. δ^2 é a diferença entre as médias.

ESTATÍSTICA PARAMÉTRICA: testes mais poderosos, mas deverão ser atendidos os seguintes pré-requisitos:

- Variável com **distribuição normal** na população geral

- “n” **suficiente** (≥ 30 , p.ex., se não tivermos certeza do anterior)
- Variáveis medidas pela **escala intervalar**
- Pouca diferença entre as variâncias dos grupos (**homossedasticidade**)

Obs: se as variâncias forem muito distintas (heterossedasticidade) indica-se um teste não-paramétrico ou pode-se tentar transformar os dados (com logaritmo, p.ex.).

TESTES PARA COMPARAÇÕES ENTRE AMOSTRAS		
2 grupos independentes	<i>paramétricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intervalo e limite de confiança (1 ou 2 grupos) ▪ t de Student (1 ou 2 grupos) ▪ Comparação entre 2 proporções
	<i>não paramétricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qui-quadrado (χ^2) ▪ U de Mann Whitney ▪ Prova de Fischer
2 grupos pareados	<i>paramétrico</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ t de Student pareado
	<i>não paramétricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prova de MacNemar ▪ Prova de Wilcoxon
≥ 3 grupos independentes	<i>paramétricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ANOVA de 1 ou 2 vias
	<i>não paramétricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qui-quadrado (χ^2) ▪ Kruskal Wallis
≥ 3 grupos pareados	<i>paramétrico</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ANOVA p/ medidas repetidas
	<i>não paramétrico</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teste de Friedman

TESTE U DE MANN-WHITNEY: É usado para testar se duas amostras independentes foram retiradas de populações com médias iguais. Esse teste é, portanto, uma alternativa para o teste “t” para amostras independentes quando a amostra for pequena e/ou as pressuposições, exigidas pelo teste “t”, estiverem seriamente comprometidas. A única exigência do teste de Mann-Whitney é a de que as observações sejam medidas em escala ordinal ou numérica.

Assim como os demais testes não-paramétricos é necessária a classificação conjunta dos valores observados. Portanto, o posto (escore ou rank) de um valor de um conjunto de n valores corresponde a um número natural que indicará a sua posição no conjunto anteriormente ordenado, isto é, todas as n observações recebem uma pontuação através dos números naturais (1, 2, 3, 4, ..., n .)

Procedimento pra utilização do teste:

a) Formular as hipóteses: a hipótese em teste é a de que as medidas feitas no par são iguais;

b) Considerar

n_1 = número de casos do grupo 1;

n_2 = número de casos do grupo 2;

Para aplicar o teste U, primeiramente combinam-se as observações ou escores de ambos os grupos, relacionando-os por ordem ascendente. Nessa ordenação ascendente, consideram-se os valores algébricos, isto é, os postos mais baixos são atribuídos aos maiores números negativos (se houver). Focaliza-se agora um dos grupos, seja o grupo que apresentar n_1 casos. O valor de U (a estatística utilizada na prova) é obtido pelo número de vezes que um escore no grupo com n_2 casos precede um escore no grupo com n_1 casos no grupo ordenado crescentemente.

Para determinar U, ordenam-se primeiro os escores em ordem crescente, tendo o cuidado de identificar a qual grupo cada um pertence.

c) Calcular

R_1 = soma dos postos do grupo 1;

R_2 = soma dos postos do grupo 2 ;

e) Calcular a estatística de Mann-Whitney (U):

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1,$$

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

f) Escolher o menor valor de U. Se $n < 20$ utilizar a tabela de valores críticos de Mann-Whitney (U). Caso contrário para ser utilizado no cálculo de z:

$$z = \frac{U - \mu_R}{\sigma_R} \quad \mu_R = \frac{n_1 \cdot n_2}{2} \quad \sigma_R = \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

Valores críticos bi-caudais para o teste de soma de postos – Teste U de Mann -Whitney: Rejeição de H_0 se a soma dos postos de alguma das amostras estiver fora dos intervalos abaixo.

Two-tailed critical values for the Wilcoxon rank-sum test

n_2^b	$\alpha = .10$ n_1^a										$\alpha = .05$ n_1																									
	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9																		
	T_1^o	T_1^o	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1
4	11-25	17-33	24-42	32-52	41-63	51-75	10-26	16-34	23-43	31-53	40-64	49-77	10-26	16-34	23-43	31-53	40-64	49-77	10-26	16-34	23-43	31-53	40-64	49-77	10-26	16-34	23-43	31-53	40-64	49-77	10-26	16-34	23-43	31-53	40-64	49-77
5	12-28	19-36	26-46	34-57	44-68	54-81	11-29	17-38	24-48	33-58	42-70	52-83	11-29	17-38	24-48	33-58	42-70	52-83	11-29	17-38	24-48	33-58	42-70	52-83	11-29	17-38	24-48	33-58	42-70	52-83	11-29	17-38	24-48	33-58	42-70	52-83
6	13-31	20-40	28-50	36-62	46-74	57-87	12-32	18-42	26-52	34-64	44-76	55-89	12-32	18-42	26-52	34-64	44-76	55-89	12-32	18-42	26-52	34-64	44-76	55-89	12-32	18-42	26-52	34-64	44-76	55-89	12-32	18-42	26-52	34-64	44-76	55-89
7	14-34	21-44	29-55	39-66	49-79	60-93	13-35	20-45	27-57	36-69	46-82	57-96	13-35	20-45	27-57	36-69	46-82	57-96	13-35	20-45	27-57	36-69	46-82	57-96	13-35	20-45	27-57	36-69	46-82	57-96	13-35	20-45	27-57	36-69	46-82	57-96
8	15-37	23-47	31-59	41-71	51-85	63-99	14-38	21-49	29-61	38-74	49-87	60-102	14-38	21-49	29-61	38-74	49-87	60-102	14-38	21-49	29-61	38-74	49-87	60-102	14-38	21-49	29-61	38-74	49-87	60-102	14-38	21-49	29-61	38-74	49-87	60-102
9	16-40	24-51	33-63	43-76	54-90	66-105	14-42	22-53	31-65	40-79	51-93	62-109	14-42	22-53	31-65	40-79	51-93	62-109	14-42	22-53	31-65	40-79	51-93	62-109	14-42	22-53	31-65	40-79	51-93	62-109	14-42	22-53	31-65	40-79	51-93	62-109
10	17-43	26-54	35-67	45-81	56-96	69-111	15-45	23-57	32-70	42-84	53-99	65-115	15-45	23-57	32-70	42-84	53-99	65-115	15-45	23-57	32-70	42-84	53-99	65-115	15-45	23-57	32-70	42-84	53-99	65-115	15-45	23-57	32-70	42-84	53-99	65-115
11	18-46	27-58	37-71	47-86	59-101	72-117	16-48	24-61	34-74	44-89	55-105	68-121	16-48	24-61	34-74	44-89	55-105	68-121	16-48	24-61	34-74	44-89	55-105	68-121	16-48	24-61	34-74	44-89	55-105	68-121	16-48	24-61	34-74	44-89	55-105	68-121
12	19-49	28-62	38-76	49-91	62-106	75-123	17-51	26-64	35-79	46-94	58-110	71-127	17-51	26-64	35-79	46-94	58-110	71-127	17-51	26-64	35-79	46-94	58-110	71-127	17-51	26-64	35-79	46-94	58-110	71-127	17-51	26-64	35-79	46-94	58-110	71-127
13	20-52	30-65	40-80	52-95	64-112	78-129	18-54	27-68	37-83	48-99	60-116	73-134	18-54	27-68	37-83	48-99	60-116	73-134	18-54	27-68	37-83	48-99	60-116	73-134	18-54	27-68	37-83	48-99	60-116	73-134	18-54	27-68	37-83	48-99	60-116	73-134
14	21-55	31-69	42-84	54-100	67-117	81-135	19-57	28-72	38-88	50-104	62-122	76-140	19-57	28-72	38-88	50-104	62-122	76-140	19-57	28-72	38-88	50-104	62-122	76-140	19-57	28-72	38-88	50-104	62-122	76-140	19-57	28-72	38-88	50-104	62-122	76-140
15	22-58	33-72	44-88	56-105	69-123	84-141	20-60	29-76	40-92	52-109	65-127	79-146	20-60	29-76	40-92	52-109	65-127	79-146	20-60	29-76	40-92	52-109	65-127	79-146	20-60	29-76	40-92	52-109	65-127	79-146	20-60	29-76	40-92	52-109	65-127	79-146
16	24-60	34-76	46-92	58-110	72-128	87-147	21-63	30-80	42-96	54-114	67-133	82-152	21-63	30-80	42-96	54-114	67-133	82-152	21-63	30-80	42-96	54-114	67-133	82-152	21-63	30-80	42-96	54-114	67-133	82-152	21-63	30-80	42-96	54-114	67-133	82-152
17	25-63	35-80	47-97	61-114	75-133	90-153	21-67	32-83	43-101	56-119	70-138	84-159	21-67	32-83	43-101	56-119	70-138	84-159	21-67	32-83	43-101	56-119	70-138	84-159	21-67	32-83	43-101	56-119	70-138	84-159	21-67	32-83	43-101	56-119	70-138	84-159
18	26-66	37-83	49-101	63-119	77-139	93-159	22-70	33-87	45-105	58-124	72-144	87-165	22-70	33-87	45-105	58-124	72-144	87-165	22-70	33-87	45-105	58-124	72-144	87-165	22-70	33-87	45-105	58-124	72-144	87-165	22-70	33-87	45-105	58-124	72-144	87-165
19	27-69	38-87	51-105	65-124	80-144	96-165	23-73	34-91	46-110	60-129	74-150	90-171	23-73	34-91	46-110	60-129	74-150	90-171	23-73	34-91	46-110	60-129	74-150	90-171	23-73	34-91	46-110	60-129	74-150	90-171	23-73	34-91	46-110	60-129	74-150	90-171
20	28-72	40-90	53-109	67-129	83-149	99-171	24-76	35-95	48-114	62-134	77-155	93-177	24-76	35-95	48-114	62-134	77-155	93-177	24-76	35-95	48-114	62-134	77-155	93-177	24-76	35-95	48-114	62-134	77-155	93-177	24-76	35-95	48-114	62-134	77-155	93-177
21	29-75	41-94	55-113	69-134	85-155	102-177	25-79	37-98	50-118	64-139	79-161	95-184	25-79	37-98	50-118	64-139	79-161	95-184	25-79	37-98	50-118	64-139	79-161	95-184	25-79	37-98	50-118	64-139	79-161	95-184	25-79	37-98	50-118	64-139	79-161	95-184
22	30-78	43-97	57-117	72-138	88-160	105-183	26-82	38-102	51-123	66-144	81-167	98-190	26-82	38-102	51-123	66-144	81-167	98-190	26-82	38-102	51-123	66-144	81-167	98-190	26-82	38-102	51-123	66-144	81-167	98-190	26-82	38-102	51-123	66-144	81-167	98-190
23	31-81	44-101	58-122	74-143	90-166	108-189	27-85	39-106	53-127	68-149	84-172	101-196	27-85	39-106	53-127	68-149	84-172	101-196	27-85	39-106	53-127	68-149	84-172	101-196	27-85	39-106	53-127	68-149	84-172	101-196	27-85	39-106	53-127	68-149	84-172	101-196
24	32-84	45-105	60-126	76-148	93-171	111-195	27-89	40-110	54-132	70-154	86-178	104-202	27-89	40-110	54-132	70-154	86-178	104-202	27-89	40-110	54-132	70-154	86-178	104-202	27-89	40-110	54-132	70-154	86-178	104-202	27-89	40-110	54-132	70-154	86-178	104-202
25	33-87	47-108	62-130	78-153	96-176	114-201	28-92	42-113	56-136	72-159	89-183	107-208	28-92	42-113	56-136	72-159	89-183	107-208	28-92	42-113	56-136	72-159	89-183	107-208	28-92	42-113	56-136	72-159	89-183	107-208	28-92	42-113	56-136	72-159	89-183	107-208
26	34-90	48-112	64-134	81-157	98-182	117-207	29-95	43-117	58-140	74-164	91-189	109-215	29-95	43-117	58-140	74-164	91-189	109-215	29-95	43-117	58-140	74-164	91-189	109-215	29-95	43-117	58-140	74-164	91-189	109-215	29-95	43-117	58-140	74-164	91-189	109-215
27	35-93	50-115	66-138	83-162	101-187	120-213	30-98	44-121	59-145	76-169	93-195	112-221	30-98	44-121	59-145	76-169	93-195	112-221	30-98	44-121	59-145	76-169	93-195	112-221	30-98	44-121	59-145	76-169	93-195	112-221	30-98	44-121	59-145	76-169	93-195	112-221
28	36-96	51-119	67-143	85-167	103-193	123-219	31-101	45-125	61-149	78-174	96-200	115-227	31-101	45-125	61-149	78-174	96-200	115-227	31-101	45-125	61-149	78-174	96-200	115-227	31-101	45-125	61-149	78-174	96-200	115-227	31-101	45-125	61-149	78-174	96-200	115-227
29	37-99	53-122	69-147	87-172	106-198	126-225	32-104	47-128	63-153	80-179	98-206	118-233	32-104	47-128	63-153	80-179	98-206	118-233	32-104	47-128	63-153	80-179	98-206	118-233	32-104	47-128	63-153	80-179	98-206	118-233	32-104	47-128	63-153	80-179	98-206	118-233
30	38-102	54-126	71-151	89-177	109-203	129-231	33-107	48-132	64-158	82-184	101-211	121-239	33-107	48-132	64-158	82-184	101-211	121-239	33-107	48-132	64-158	82-184	101-211	121-239	33-107	48-132	64-158	82-184	101-211	121-239	33-107	48-132	64-158	82-184	101-211	121-239
31	39-105	55-130	73-155	92-181	111-209	132-237	34-110	49-136	66-162	84-189	103-217	123-246	34-110	49-136	66-162	84-189	103-217	123-246	34-110	49-136	66-162	84-189	103-217	123-246	34-110	49-136	66-162	84-189	103-217	123-246	34-110	49-136	66-162	84-189	103-217	123-246
32	40-108	57-133	75-159	94-186	114-214	135-243	34-114	50-140	67-167	86-194	106-222	126-252	34-114	50-140	67-167	86-194	106-222	126-252	34-114	50-140	67-167	86-194	106-222	126-252	34-114	50-140	67-167	86-194	106-222	126-252	34-114	50-140	67-167	86-194	106-222	126-252
33	41-111	58-137	77-163	96-191	117-219	138-249	35-117	52-143	69-171	88-199	108-228	129-258	35-117	52-143	69-171	88-199	108-228	129-258	35-117	52-143																

Referências:

1. Departamento de Matemática da UFRGS – Apostila de Estatística. <
http://www.mat.ufrgs.br/~viali/estatistica/mat2282/material/apostilas/Testes_Nao_Parametricos.pdf>
2. Fundação Getúlio Vargas – Disciplina de Bioestatística. Testes não-paramétricos. <
<http://epge.fgv.br/we/Graduacao/Estatistica1/2009/2?action=AttachFile&do=get&target=teste-dos-sinais-wilcoxon-e-mann-whitney.pdf>>
3. Universidade Federal do Paraná – Livro de Estatística – Testes de Hipóteses. <
http://people.ufpr.br/~prbg/public_html/ce003/LIVRO3.pdf.
4. Tabela U de Mann-Whitney. <
http://3A%2F%2Ffiles.ednaldoufu.webnode.com.br%2F200000093-ed66fee610%2Ftabela-U.pdf&ei=F3BjVYmfAsWhgwTb74HQAQ&usq=AFQjCNE9-6pNI-RbISBu_hzfBFGBeGQnWg&sig2=mP94wfWEAb6-ks7GrT4JBQ&bvm=bv.93990622,d.eXY>
5. Universidade Federal de Santa Catarina – Disciplina de Bioestatística. Teste U de Mann-Whitney. <
http://www.inf.ufsc.br/~verav/Testes_de_Hipoteses/Testes_nao_parametricos_Mann-Whitney.pdf>