



PRO2514 - Pesquisa Quantitativa em Gestão de Operações

Modelagem de Equações Estruturais – parte 2

Prof. Dr. Renato de Oliveira Moraes



Avaliação do modelo de mensuração

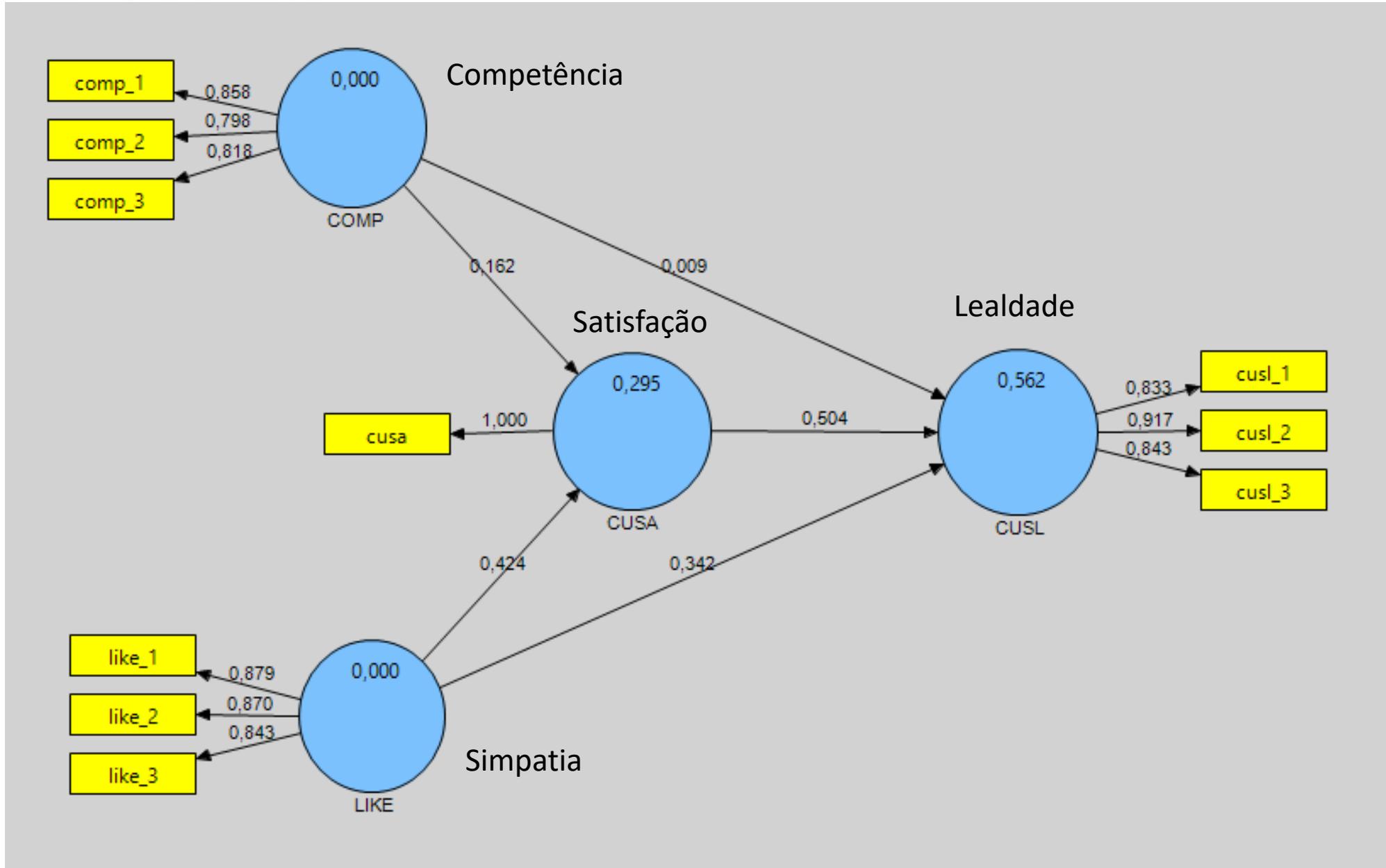
Constructos Reflexivos

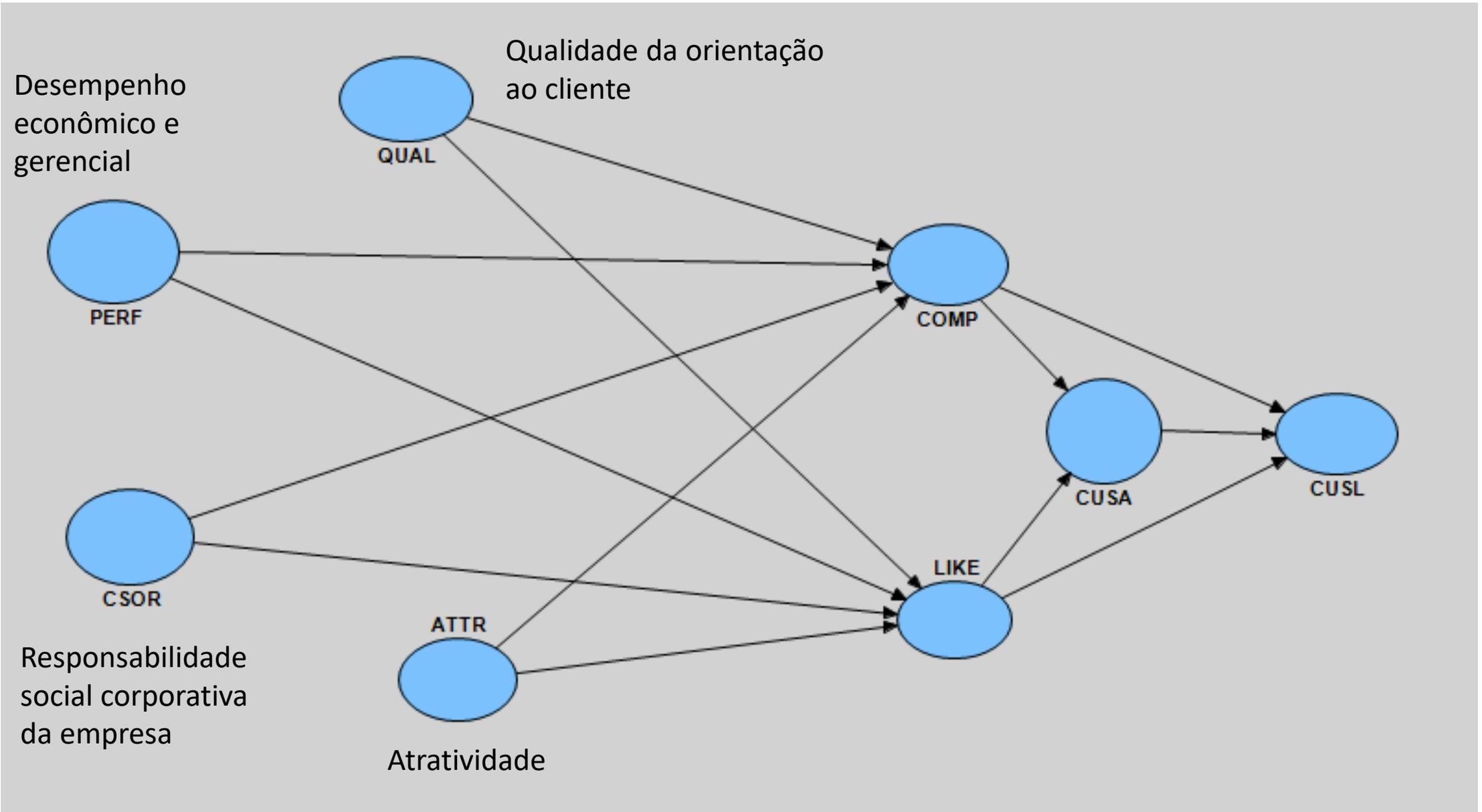
- Confiabilidade
- Validade convergente
- Validade discriminante

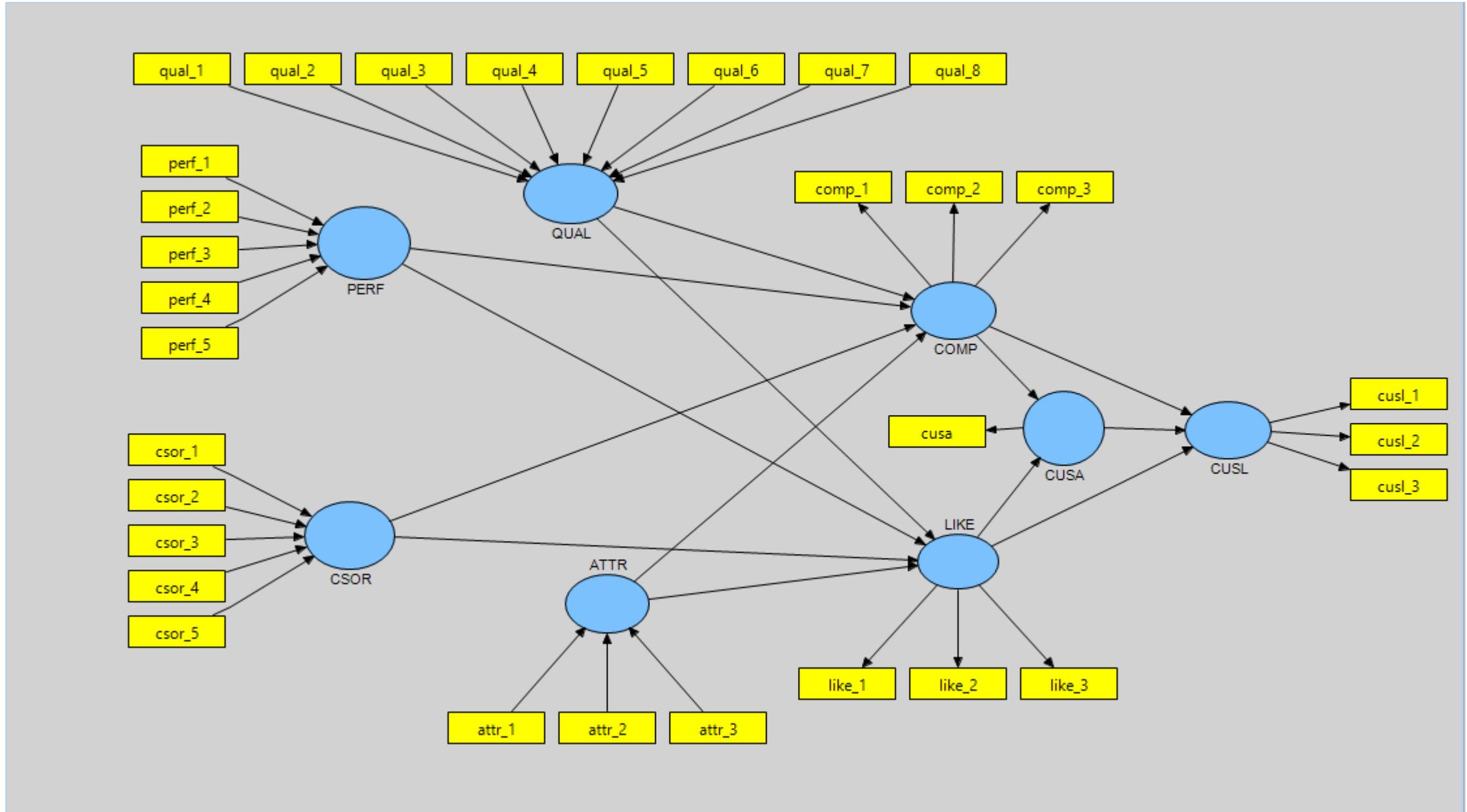
- Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

Constructos Formativos

- Validade de Conteúdo
- Validade Convergente
- Colinearidade entre indicadores
- Significância e relevância dos outer weights







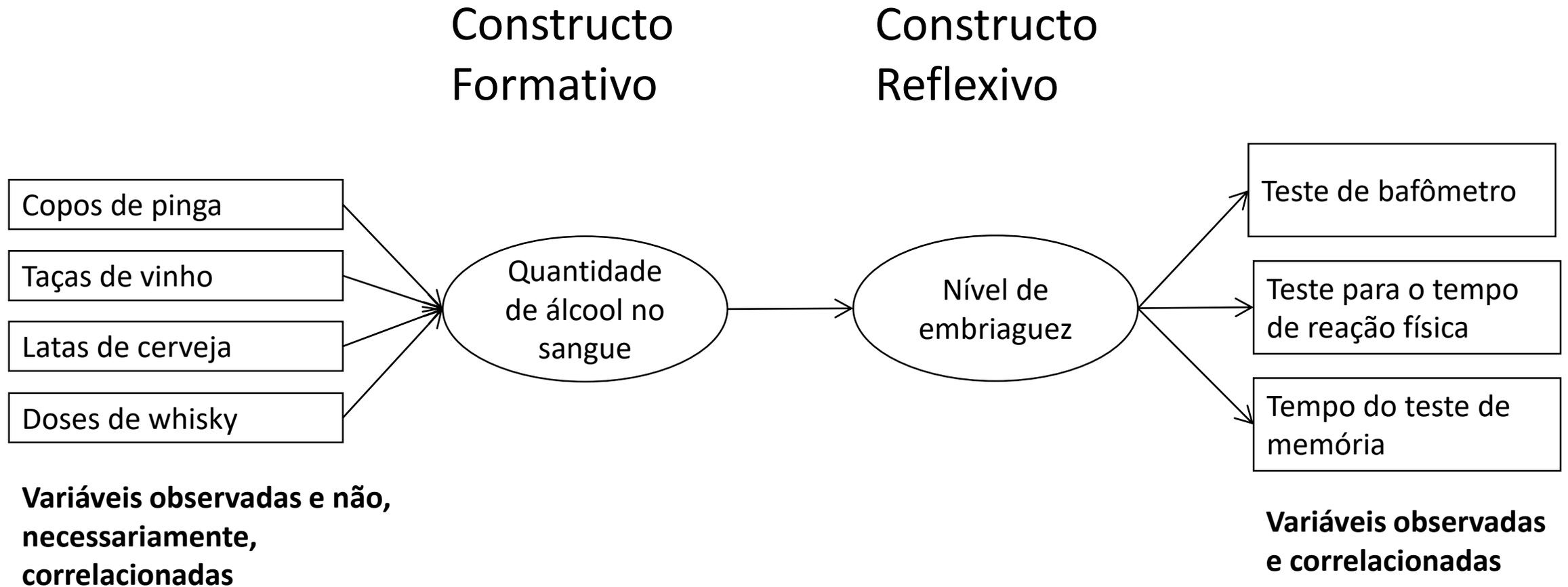


Validade de Conteúdo

- É uma avaliação sistemática de quão bem o conteúdo do domínio de uma construção é capturado por seus indicadores
- Revisão da literatura
- Revisão por especialistas



Validade Convergente



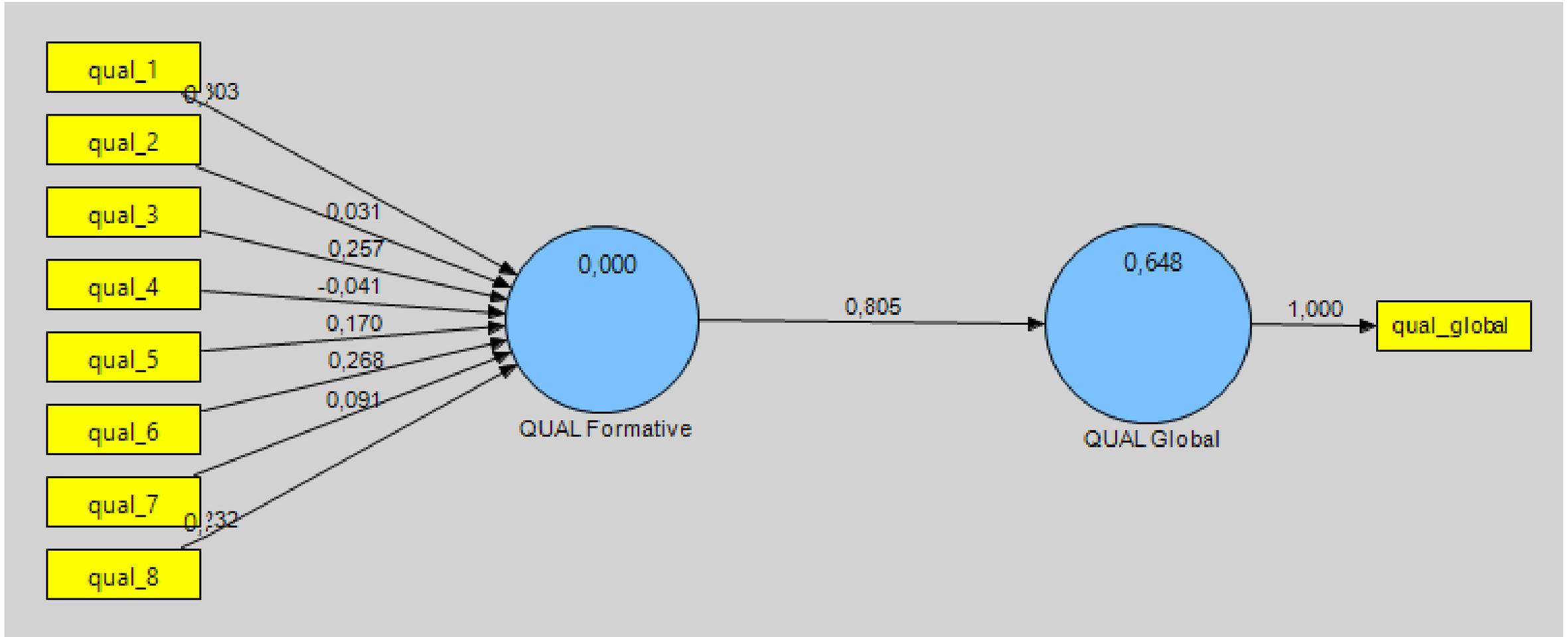


Validade Convergente

- Análise de redundância para cada constructo formativo
- Coeficiente de caminho deve ser superior à 0,7 ($R^2 \geq 50\%$)

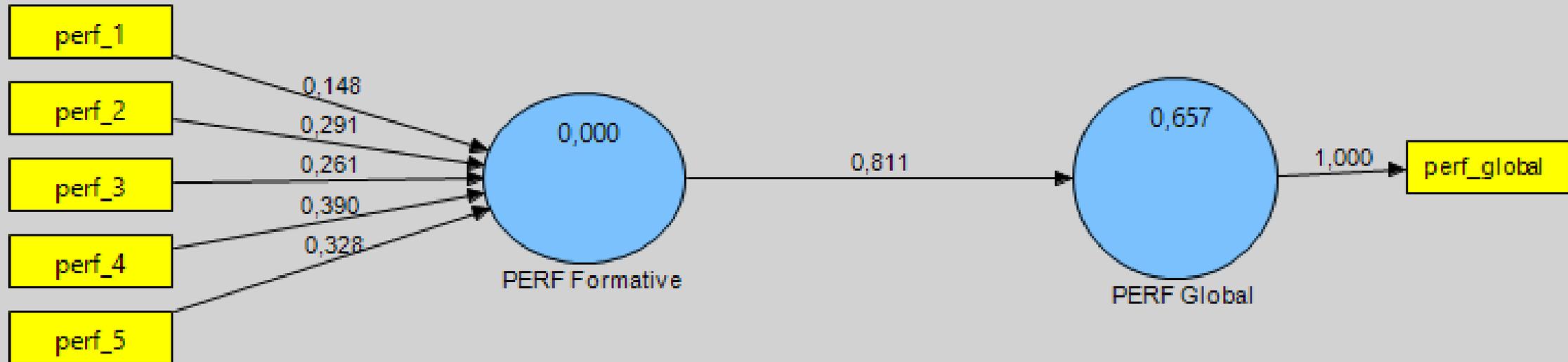


QUAL - Qualidade da orientação ao cliente



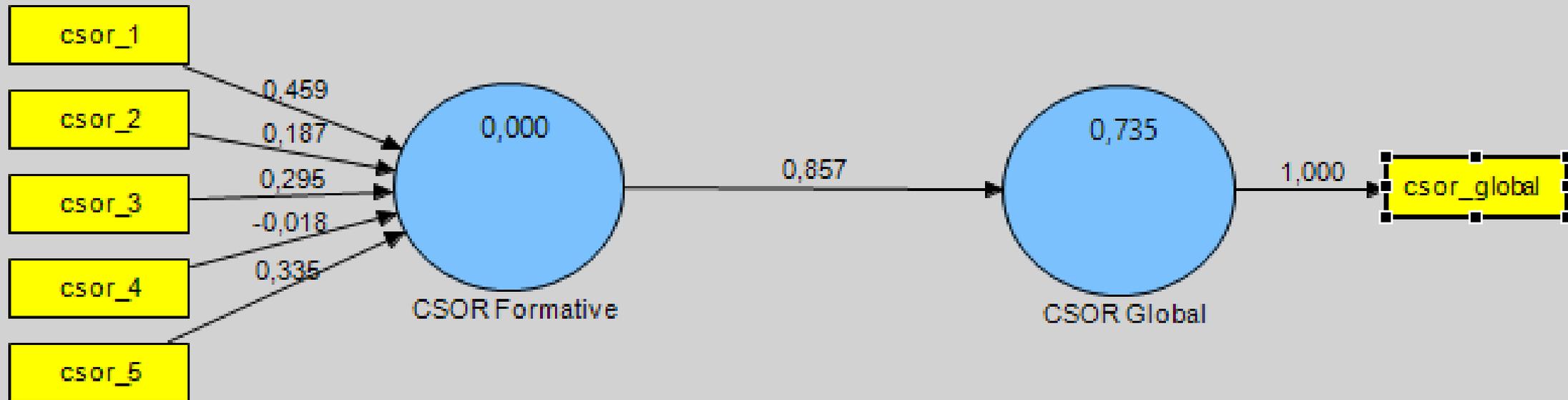


PERF - Desempenho econômico e gerencial



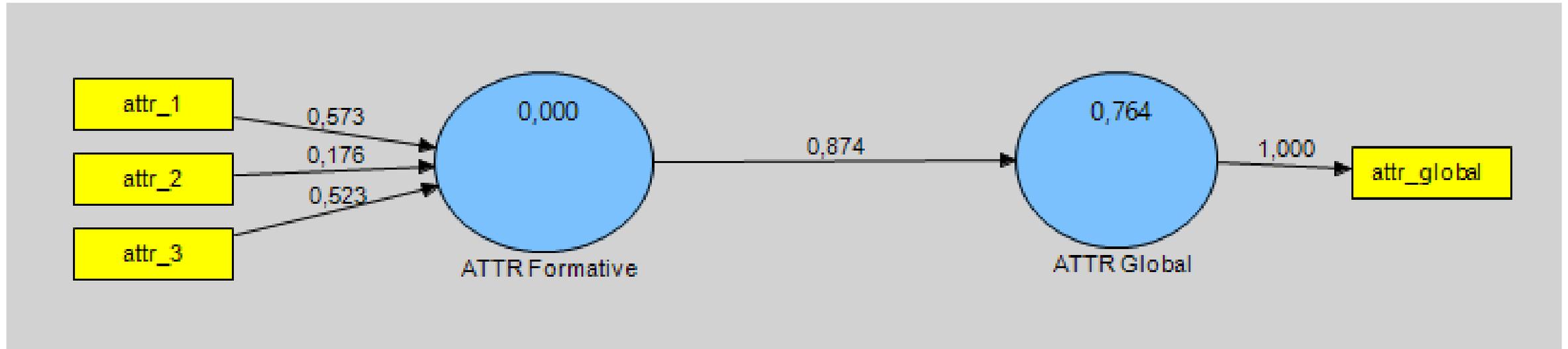


CSOR - Responsabilidade social corporativa da empresa





ATTR - Atratividade





Validade Convergente

- Análise de redundância para cada constructo formativo
- Coeficiente de caminho deve ser superior à 0,7

Constructo	Coeficiente de caminho	R ²
QUAL	0,805	0,648
PERF	0,811	0,657
CSOR	0,857	0,735
ATTR	0,874	0,764



Avaliação do modelo de mensuração

Constructos Reflexivos

- Confiabilidade
- Validade convergente
- Validade discriminante

- Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

Constructos Formativos

- Validade de Conteúdo
- Validade Convergente
- Colinearidade entre indicadores
- Significância e relevância dos outer weights



Colinearidade entre indicadores

- VIF – Fator de inflação da variação

$VIF > 5 \rightarrow$ problemas de colinearidade entre indicadores

- $x_1 \cong f(x_2; x_3; x_4 \cdots x_k)$ (regressão linear)
- R^2 (Coeficiente de determinação da regressão)
- $TOL = 1 - R^2$ (Tolerância)
- $VIF = \frac{1}{TOL}$



Colinearidade entre indicadores (VIF)

perf_1	1,560	attr_1	1,275
perf_2	1,506	attr_2	1,129
perf_3	1,229	attr_3	1,264
perf_4	1,316		
perf_5	1,331	qual_1	1,906
		qual_2	1,632
csor_1	1,560	qual_3	2,269
csor_2	1,487	qual_4	1,957
csor_3	1,735	qual_5	2,201
csor_4	1,558	qual_6	2,008
csor_5	1,712	qual_7	1,623
		qual_8	1,362



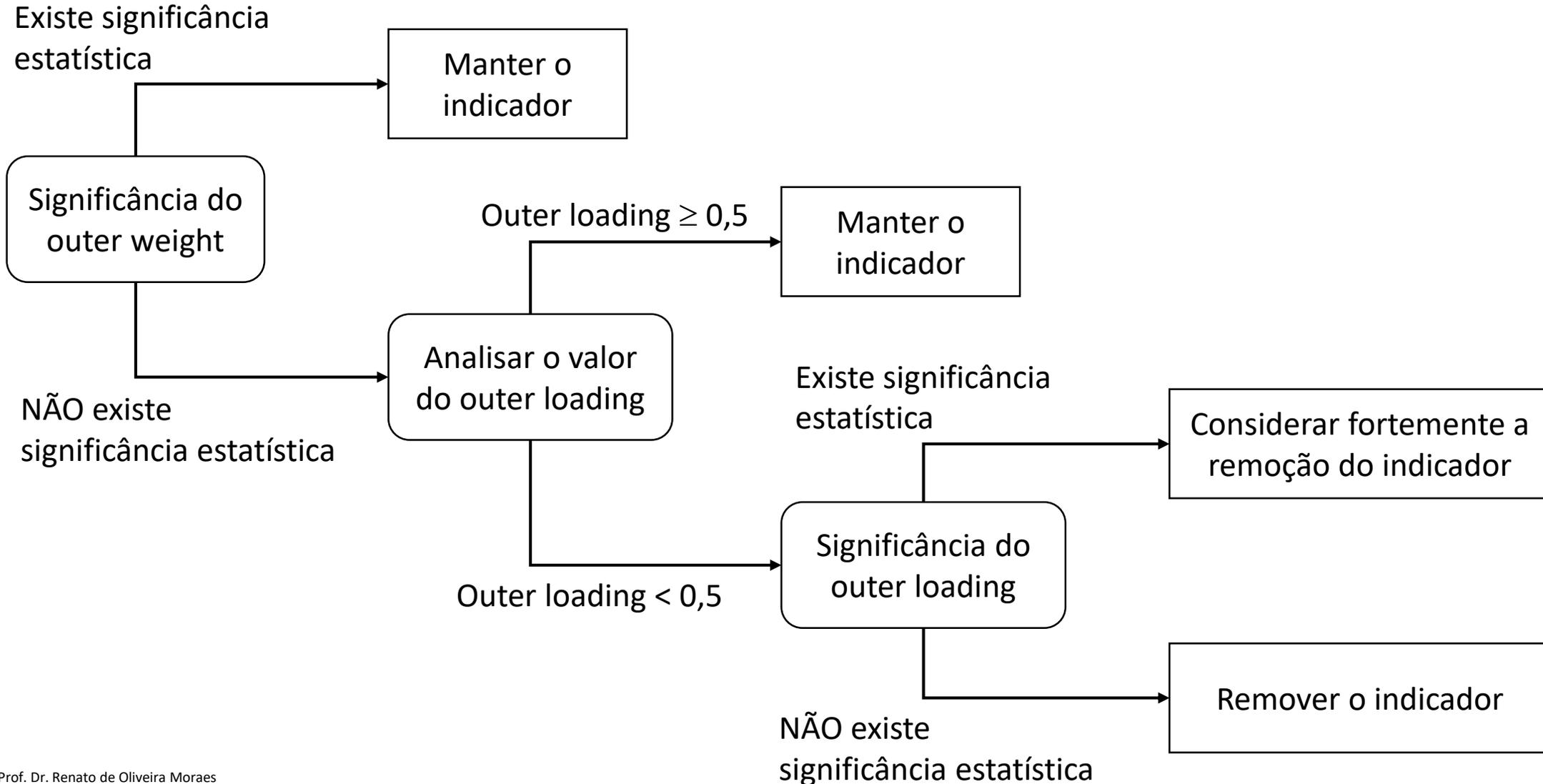
Significância e relevância dos outer weights

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	Standard Error (SE)
attr_1 -> ATTR	0,4144	0,4279	0,1236	()
attr_2 -> ATTR	0,2008	0,1897	0,1187	()
attr_3 -> ATTR	0,6576	0,6395	0,1096	()
comp_1 <- COMP	0,4693	0,4641	0,0378	()
comp_2 <- COMP	0,3651	0,3645	0,0308	()
comp_3 <- COMP	0,3718	0,3746	0,0257	()
csor_1 -> CSOR	0,3064	0,2946	0,1682	()
csor_2 -> CSOR	0,0372	0,0371	0,1328	()
csor_3 -> CSOR	0,4061	0,3929	0,1576	()
csor_4 -> CSOR	0,0801	0,0850	0,1370	()
csor_5 -> CSOR	0,4158	0,4078	0,1538	()
cusa <- CUSA	1,0000	1,0000	0,0000	()
cusl_1 <- CUSL	0,3686	0,3690	0,0336	()
cusl_2 <- CUSL	0,4203	0,4196	0,0288	()
cusl_3 <- CUSL	0,3649	0,3645	0,0328	()
like_1 <- LIKE	0,4194	0,4144	0,0230	()
like_2 <- LIKE	0,3741	0,3749	0,0254	()
like_3 <- LIKE	0,3625	0,3679	0,0256	()
perf_1 -> PERF	0,4677	0,4438	0,1243	()
perf_2 -> PERF	0,1769	0,1904	0,1265	()
perf_3 -> PERF	0,1944	0,1970	0,1129	()
perf_4 -> PERF	0,3404	0,3266	0,1354	()
perf_5 -> PERF	0,1985	0,2002	0,1265	()
qual_1 -> QUAL	0,2024	0,2039	0,1209	()
qual_2 -> QUAL	0,0411	0,0355	0,0875	()
qual_3 -> QUAL	0,1055	0,1019	0,1226	()
qual_4 -> QUAL	-0,0045	-0,0082	0,0988	()
qual_5 -> QUAL	0,1597	0,1552	0,1145	()
qual_6 -> QUAL	0,3980	0,3980	0,1164	()
qual_7 -> QUAL	0,2292	0,2269	0,1202	()
qual_8 -> QUAL	0,1900	0,1748	0,1130	()

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	Standard Error (STERR)	T Statistics (O/STERR)	p-value (sig)
attr_1 -> ATTR	0,414	0,428	0,1236	0,1236	3,3522	0,000
attr_2 -> ATTR	0,201	0,190	0,1187	0,1187	1,6915	0,023
attr_3 -> ATTR	0,658	0,640	0,1096	0,1096	5,9998	0,000
csor_1 -> CSOR	0,306	0,295	0,1682	0,1682	1,822	0,017
csor_2 -> CSOR ←	0,037	0,037	0,1328	0,1328	0,2802	0,195 ←
csor_3 -> CSOR	0,406	0,393	0,1576	0,1576	2,5759	0,002
csor_4 -> CSOR ←	0,080	0,085	0,137	0,137	0,5843	0,140 ←
csor_5 -> CSOR	0,416	0,408	0,1538	0,1538	2,7036	0,002
perf_1 -> PERF	0,468	0,444	0,1243	0,1243	3,763	0,000
perf_2 -> PERF	0,177	0,190	0,1265	0,1265	1,3985	0,040
perf_3 -> PERF	0,194	0,197	0,1129	0,1129	1,7221	0,021
perf_4 -> PERF	0,340	0,327	0,1354	0,1354	2,5146	0,003
perf_5 -> PERF	0,199	0,200	0,1265	0,1265	1,5688	0,029
qual_1 -> QUAL	0,202	0,204	0,1209	0,1209	1,6745	0,024
qual_2 -> QUAL ←	0,041	0,036	0,0875	0,0875	0,47	0,160 ←
qual_3 -> QUAL ←	0,106	0,102	0,1226	0,1226	0,8609	0,097 ←
qual_4 -> QUAL ←	-0,005	-0,008	0,0988	0,0988	0,0459	0,241 ←
qual_5 -> QUAL	0,160	0,155	0,1145	0,1145	1,3948	0,041
qual_6 -> QUAL	0,398	0,398	0,1164	0,1164	3,4176	0,000
qual_7 -> QUAL	0,229	0,227	0,1202	0,1202	1,9069	0,014
qual_8 -> QUAL	0,190	0,175	0,113	0,113	1,6804	0,023



Significância e relevância dos outer weights



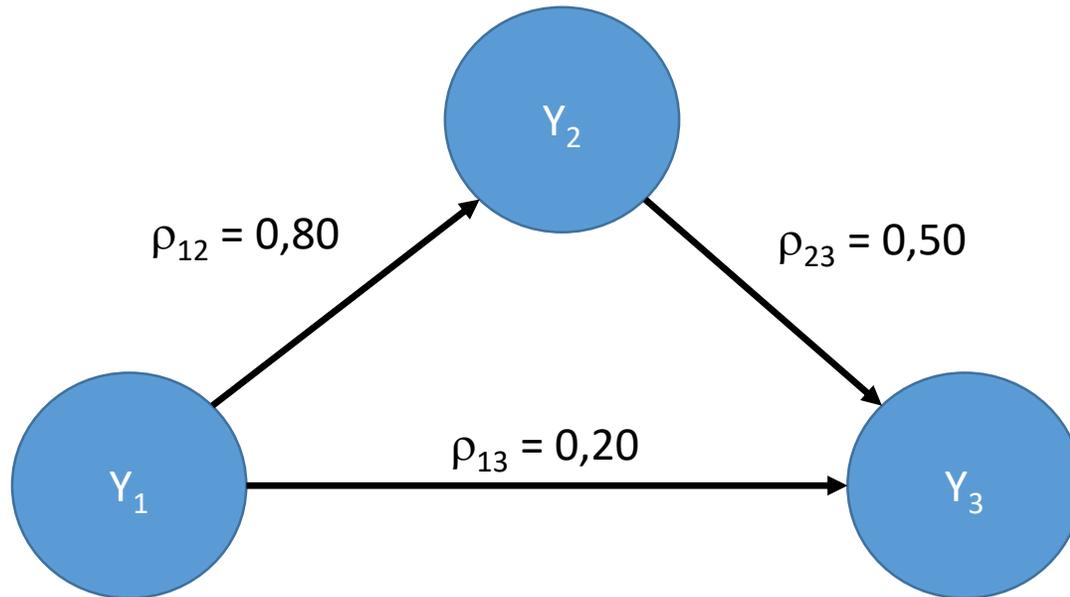


Modelo Estrutural

- Coeficientes do modelo estrutural
 - Significância estatística
 - Significância prática
 - Efeito total
- R^2 explicação dos constructos endógenos
- f^2 poder de explicação dos constructos exógenos
- Q^2 relevância preditiva
- q^2 poder de predição dos constructos exógenos



Efeito total



$$\text{Efeito total de } Y_1 \text{ sobre } Y_3 = 0,20 + 0,80 \times 0,50 = 0,60$$



Projects

- AF_Conf
- Aux1_QUAL
- Modelo 2
- Teste33

Outline

An outline is not available.

Indicators

- Data Preprocessing
 - Results (chronologically)
 - Step 0 (Original Matrix)
 - Step 1 (Processed Matrix)
 - Index Values
 - Results
 - Index Values for Latent Variables
 - Latent Variable Scores (unstandardised)
 - Measurement Model
 - Measurement Model (restandardised)
 - Path Coefficients
 - Model
 - Specification
 - Manifest Variable Scores (Original)
 - Measurement Model Specification
 - Structural Model Specification
 - PLS
 - Calculation Results
 - Latent Variable Scores
 - Manifest Variable Scores (Used)
 - Outer Loadings
 - Outer Weights
 - Path Coefficients
 - Stop Criterion Changes
 - Quality Criteria
 - Cross Loadings
 - Latent Variable Correlations
 - Overview
 - Total Effects

	ATTR	COMP	CSOR	CUSA	CUSL	LIKE	PERF	QUAL
ATTR	0,0000	0,0861	0,0000	0,0853	0,1010	0,1671	0,0000	0,0000
COMP	0,0000	0,0000	0,0000	0,1455	0,0792	0,0000	0,0000	0,0000
CSOR	0,0000	0,0589	0,0000	0,0863	0,1053	0,1784	0,0000	0,0000
CUSA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5050	0,0000	0,0000	0,0000
CUSL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
LIKE	0,0000	0,0000	0,0000	0,4357	0,5640	0,0000	0,0000	0,0000
PERF	0,0000	0,2955	0,0000	0,0940	0,0894	0,1170	0,0000	0,0000
QUAL	0,0000	0,4297	0,0000	0,2281	0,2483	0,3800	0,0000	0,0000



Efeito total

	COMP	LIKE	CUSA	CUSL
QUAL	0,4297	0,3800	0,2281	0,2484
PERF	0,2955	0,1170	0,0940	0,0894
CSOR	0,0589	0,1784	0,0863	0,1053
ATTR	0,0861	0,1671	0,0853	0,1011
COMP			0,1455	0,0792
LIKE			0,4357	0,5640



R^2 explicação dos constructos endógenos

Comparação de modelos

$$R_{Ajustado}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n - 1}{n - k - 1}$$

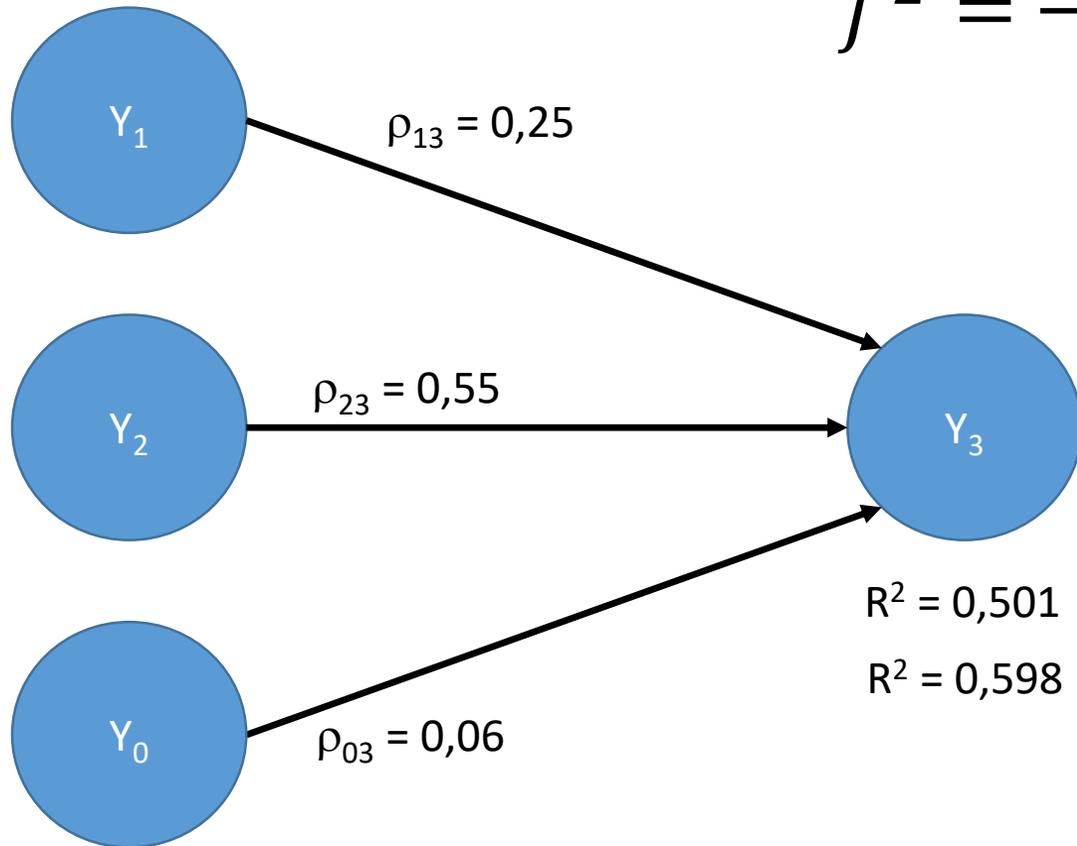
Onde

n: número de observações na amostra

k: número de constructos exógenos



f^2 poder de explicação dos constructos exógenos



$$f^2 = \frac{R_{Included}^2 - R_{Excluded}^2}{1 - R_{Included}^2}$$

f^2	Intensidade do efeito
0,02	Pequeno
0,15	Médio
0,35	Grande

$$f^2 = \frac{0,598 - 0,501}{1 - 0,598} = 0,241$$



f^2 poder de explicação dos constructos exógenos

Estes são os valores que você calculou usando o Smart PLS

Valor de f^2		Constructos Endógenos	
		COMP	LIKE
Constructos Exógenos	QUAL	0,147	0,095
	PERF	0,079	0,011
	CSOR	0,008	0,036
	ATTR	0,014	0,029

Apenas um caso de impacto médio.

Todos os demais são de baixo poder de explicação

- AF_Conf
- Aux1_QUAL
- Modelo 2
- Teste33

Outline

An outline is not available.

- Data Preprocessing
 - Results (chronologically)
 - Step 0 (Original Matrix)
 - Step 1 (Processed Matrix)
 - Index Values
 - Results
 - Index Values for Latent Variables
 - Latent Variable Scores (unstandardised)
 - Measurement Model
 - Measurement Model (restandardised)
 - Path Coefficients
 - Model
 - Specification
 - Manifest Variable Scores (Original)
 - Measurement Model Specification
 - Structural Model Specification
 - PLS
 - Calculation Results
 - Latent Variable Scores
 - Manifest Variable Scores (Used)
 - Outer Loadings
 - Outer Weights
 - Path Coefficients
 - Stop Criterion Changes
 - Quality Criteria
 - Cross Loadings
 - Latent Variable Correlations
 - Overview
 - Total Effects

	ATTR	COMP	CSOR	CUSA	CUSL	LIKE	PERF	QUAL
-1,0041	-0,3814	-0,7959	-0,3756	-1,1707	-1,5680	-0,2044	-0,7182	
1,1178	1,0598	0,7073	1,3308	1,1745	1,0327	1,1518	0,7790	
0,3805	-1,1464	-0,9077	0,4776	0,7314	0,3654	-0,8164	-0,8331	
-0,0924	-0,2470	0,2788	0,4776	1,1745	0,8302	-0,1587	0,0991	
1,1178	0,2630	0,0049	0,4776	0,9298	1,2265	0,8068	1,2009	
-0,3823	-1,2295	-0,5212	0,4776	1,1745	1,4290	0,6560	-0,0420	
-0,4299	1,1111	1,1824	1,3308	1,1745	-0,3280	0,0989	0,6673	
-0,3823	0,7942	-0,8950	-1,2289	-0,2637	-0,5044	0,4785	-0,4600	
1,2837	0,7323	1,7506	0,4776	0,6851	1,2951	1,5004	1,5884	
0,3550	0,2736	0,1249	0,4776	0,6874	1,0327	0,6227	1,1645	
-1,2884	-0,9020	0,0725	-2,0821	-2,1009	-0,3020	-0,5297	0,8318	
-0,2866	-1,2082	-0,2578	-1,2289	-0,2660	0,2968	-1,1655	-0,3642	
-0,8353	-1,4951	-0,9272	-1,2289	-0,4875	-0,8441	-1,2362	-1,2224	
0,7576	0,9873	-0,2353	-0,3756	1,1745	0,0084	1,9961	0,0581	
0,0707	0,3324	-0,2999	-0,3756	-2,3433	0,8216	0,8789	-1,0147	
-1,4543	-1,7501	-1,4533	-1,2289	-0,9515	-1,1717	-0,8561	-0,9368	
-0,4356	1,0598	-0,1819	-1,2289	-2,3896	-0,5643	0,6333	0,4403	
0,3550	1,0598	0,7959	0,4776	0,6874	1,2352	0,6776	0,5799	
-1,0970	1,3148	-0,9505	1,3308	0,9298	0,7616	0,1180	0,6058	
1,1149	0,4667	0,5213	0,4776	-0,2428	0,7616	-0,4895	0,8854	
-2,3830	-2,0776	-2,2338	0,4776	-0,7740	-2,3039	-2,3421	-2,4824	
0,9994	1,6423	2,1018	1,3308	1,1745	1,7000	1,5840	1,6239	
1,9508	1,3148	1,8150	0,4776	-0,2428	0,8389	1,7291	0,3968	
-0,3823	-1,1570	-0,1047	-1,2289	-1,9002	-0,4185	-0,1878	-0,5026	
-0,5511	-0,0539	0,0049	0,4776	0,6851	-0,0995	-0,2577	-0,1125	
1,7594	1,6423	0,5401	1,3308	-0,2428	1,2951	0,6429	1,3007	
-0,3823	0,2011	-0,1272	-0,3756	0,6874	-0,2247	-0,8999	-0,5303	
0,7378	0,5286	0,1691	1,3308	0,7082	0,8302	0,9144	0,1188	
-2,1412	-2,9151	-2,4425	-3,7885	-2,8559	-2,3039	-3,4504	-3,1510	
-1,0041	0,4667	-1,4112	-0,3756	-0,5107	-0,1854	0,7907	0,2464	
0,2819	0,2117	-0,6195	-0,3756	0,4427	-0,1168	0,1089	-0,9291	
1,0221	0,7323	0,1910	1,3308	1,1745	0,4426	0,5484	0,3443	
1,4021	1,0598	2,2113	1,3308	1,1745	0,6364	1,5306	0,8876	
1,0980	0,6223	0,6533	1,3308	1,1745	0,5112	0,1385	-0,0640	
-1,2884	-1,7501	-0,7186	-2,0821	-1,9025	-0,5730	-1,6397	-1,8898	
-1,0041	-1,7501	-0,7959	1,3308	-0,2869	-0,6982	-1,7689	-1,5131	
1,6637	0,7323	1,9028	1,3308	-0,2428	-0,0309	0,9937	0,7936	
0,0707	-0,3195	0,0267	-0,3756	0,6874	0,5678	-0,1582	-0,3477	
-1,0970	-1,6882	-0,5654	-0,3756	-1,2170	-0,2933	-1,3777	-1,1222	
1,7594	0,6011	1,1037	-1,2289	-1,1707	-0,4272	0,2065	0,8490	
0,9066	0,9873	-0,0611	-0,3756	0,0019	1,2951	0,3160	1,1941	
-2,1412	1,6423	0,3856	1,3308	0,2049	-0,0962	0,3491	1,9199	
-0,0980	0,2117	-0,4012	0,4776	0,6897	-0,2074	0,1868	-0,2488	
-1,0041	-0,9745	-0,8950	0,4776	-0,7531	-1,9163	-0,6027	-1,3940	
1,0221	0,7217	-0,2051	0,4776	-0,0399	-0,2933	0,8149	0,8104	
1,2135	-1,8120	-0,7846	0,4776	-0,4644	-1,6453	0,0417	0,3631	



f^2 poder de explicação dos constructos exógenos

Estes são os valores que você
calculou usando o Minitab
(Latent Variable Scores)

Valor de f^2		Constructos Endógenos	
		COMP	LIKE
Constructos Exógenos	QUAL	0,144	0,094
	PERF	0,082	0,011
	CSOR	0,005	0,034
	ATTR	0,009	0,030

Apenas um caso
de impacto médio.

Todos os demais
são de baixo poder
de explicação



f^2 poder de explicação dos constructos exógenos

Estes são os valores que você
calculou usando o Minitab
(Latent Variable Scores)

Valor de f^2		Constructos Endógenos	
		CUSA	CUSL
Constructos Exógenos	COMP	0,018	0,000
	LIKE	0,159	0,138
	CUSA		0,412

Baixo/nulo

Médio

Alto

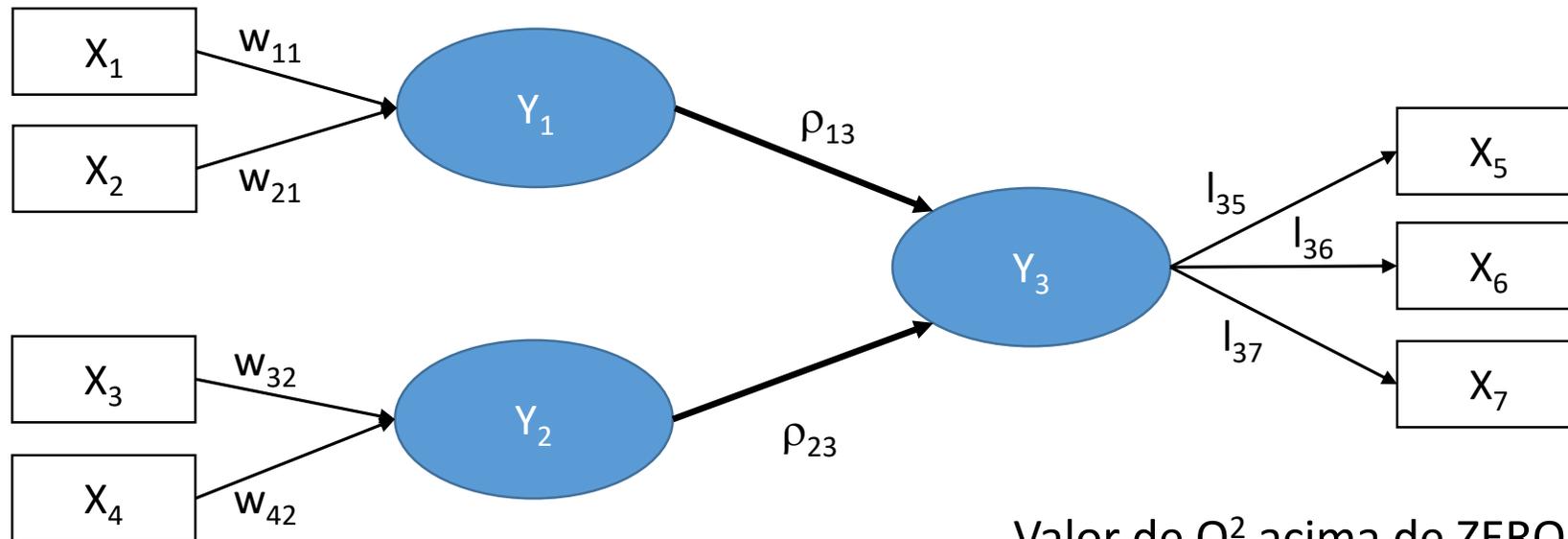


Modelo Estrutural

- Coeficientes do modelo estrutural
 - Significância estatística
 - Significância prática
 - Efeito total
- R^2 explicação dos constructos endógenos
- f^2 poder de explicação dos constructos exógenos
- Q^2 relevância preditiva
- q^2 poder de predição dos constructos exógenos



Q² relevância preditiva dos constructos endógenos reflexivos



Valor de Q² acima de ZERO sugere que o modelo tem relevância preditiva para o constructo endógeno reflexivo

Valor ZERO ou abaixo de Q² sugere que o modelo NÃO tem relevância preditiva para o constructo endógeno reflexivo

- PLS Algorithm
- FIMIX-PLS
- BT Bootstrapping
- Blindfolding**

Projects

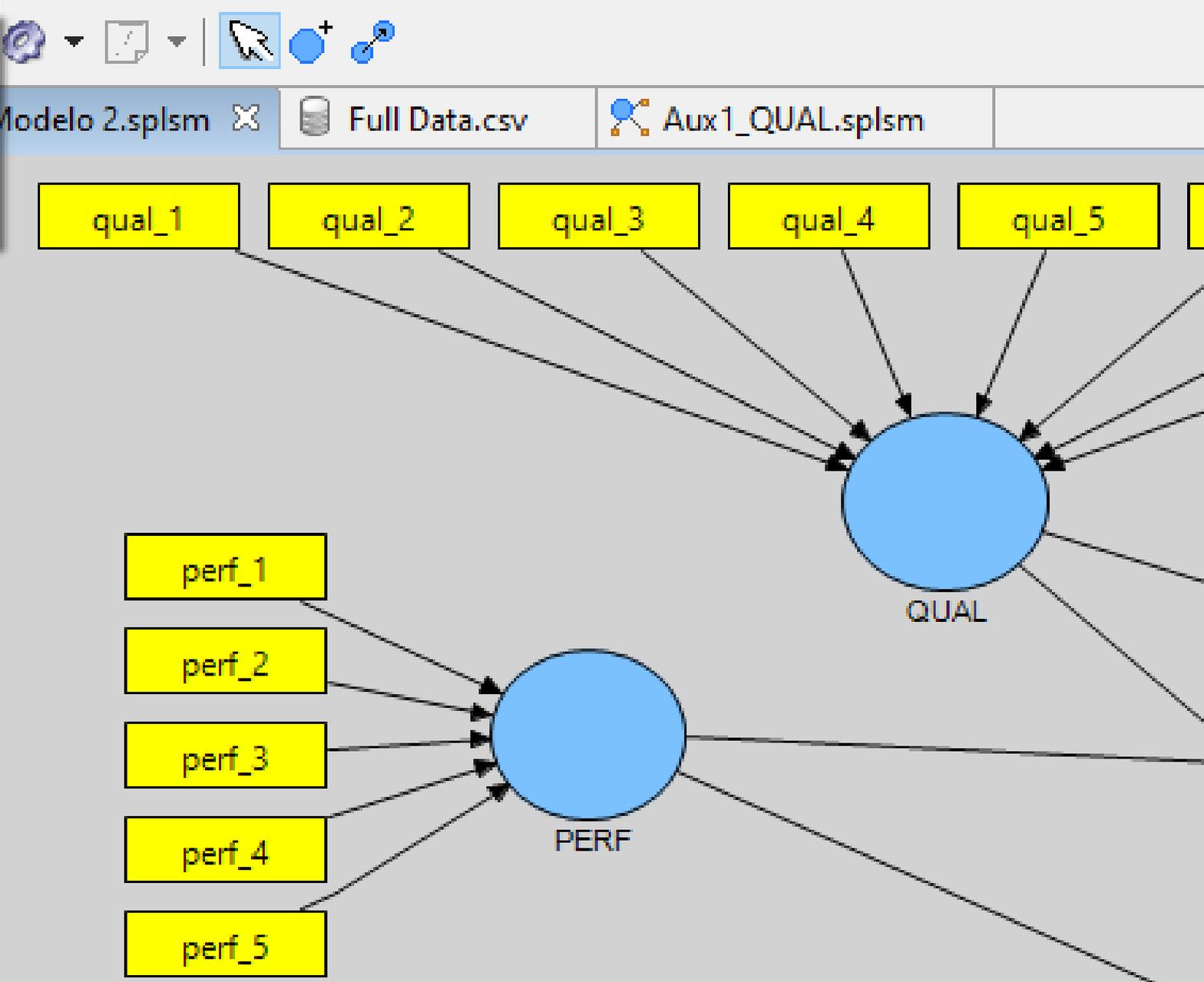
- AF_Conf
- Aux1_QUAL
- Modelo 2
- Teste33

Outline

- CUSL
- CUSA
- COMP
- LIKE
- QUAL
- PERF

Indicators

- age
- attr_1
- attr_2





Run the Blindfolding Algorithm

Applies the standard blindfolding procedure.

Omission Distance – D

Deve ser um valor entre 5 e 10

NÃO deve ser divisor do tamanho da amostra (n - qtde de observações)

No nosso caso, $n = 344$. Portanto, o valor de D não pode ser 8 ($344 \div 8 = 43$)

Missing Values - Settings

Data File: Full Data.csv
Configured Missing Value: -99.0
Missing Value Algorithm: Mean Replacement
Apply Missing Value Algorithm:

PLS Algorithm - Settings

Blindfolding - Settings

Omission Distance: 7

Constructs

- CUSL
- CUSA
- COMP
- LIKE
- QUAL
- PERF
- CSOR
- ATTR

Constructos endógenos reflexivos

Finish Cancel



Projects

- AF_Conf
- Aux1_QUAL
- Modelo 2
- Teste33

Outline

An outline is not available.

Indicators

Icons for indicator settings: Z, A, Z, A, up/down arrows.

Modelo 2.splsm | **Full Data.csv** | **Aux1_QUAL.splsm** | **Report 4 de Junho de 2020 10:49:53**

- Blindfolding
 - Results
 - Construct Crossvalidated Community
 - Construct Crossvalidated Redundancy**
 - Indicator Crossvalidated Community
 - Indicator Crossvalidated Redundancy
- Data Preprocessing
 - Results (chronologically)
 - Step 0 (Original Matrix)
 - Step 1 (Processed Matrix)
- Model
 - Specification
 - Manifest Variable Scores (Original)
 - Measurement Model Specification
 - Structural Model Specification

Total	SSO	SSE	1-SSE/SSO
COMP	1032,0000	586,8655	0,4313
CUSA	344,0000	242,5426	0,2949
CUSL	1032,0000	603,7146	0,4150
LIKE	1032,0000	604,8064	0,4139

Case 1	SSO	SSE	1-SSE/SSO
COMP	150,0742	92,6236	0,3828
CUSA	57,9841	32,5221	0,4391
CUSL	168,8837	131,3383	0,2223
LIKE	131,9622	72,0754	0,4538

Case 2	SSO	SSE	1-SSE/SSO
COMP	146,5870	96,1509	0,3441
CUSA	49,5962	33,0879	0,3329
CUSL	144,1645	82,7367	0,4261
LIKE	143,1938	85,8726	0,4003

Case 3	SSO	SSE	1-SSE/SSO
COMP	132,2127	74,1197	0,4394
CUSA	35,9063	23,6040	0,3426
CUSL	139,5145	74,5778	0,4654
LIKE	134,7298	84,4265	0,3734

Case 4	SSO	SSE	1-SSE/SSO
COMP	143,4438	70,5554	0,5081
CUSA	45,9880	39,2434	0,1467



q^2 poder de predição dos constructos exógenos

$$q^2 = \frac{Q_{Included}^2 - Q_{Excluded}^2}{1 - Q_{Included}^2}$$

