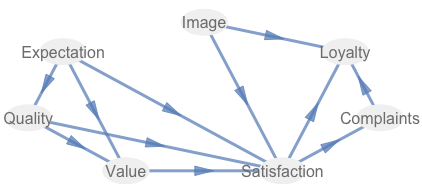
# Modelo conceitual

Figura - Modelo conceitual de satisfação do cliente



# Modelo de mensuração

## Validade Convergente

Tabela 1 - Resultados do modelo de equações estruturais

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **Original** | **Mean.Boot** | **Std.Error** | **perc.025** | **perc.975** |
| Image | -> | Satisfaction | 0.18196138 | 0.18814877 | 0.05489425 | 0.0813147 | 0.2997252 |
| Image | -> | Loyalty | 0.19790449 | 0.20969962 | 0.07679013 | 0.05406467 | 0.3575634 |
| Expectation | -> | Quality | 0.55869416 | 0.565978 | 0.05244115 | 0.46126688 | 0.6633814 |
| Expectation | -> | Value | 0.05443255 | 0.062124 | 0.07874824 | -0.09128908 | 0.2198843 |
| Expectation | -> | Satisfaction | 0.06196844 | 0.06048426 | 0.04846095 | -0.03268733 | 0.1589825 |
| Quality | -> | Value | 0.55510285 | 0.55046246 | 0.08120471 | 0.38414754 | 0.7015623 |
| Quality | -> | Satisfaction | 0.51203199 | 0.50662977 | 0.06650972 | 0.37251164 | 0.6280461 |
| Value | -> | Satisfaction | 0.19122151 | 0.19311804 | 0.05685586 | 0.08107506 | 0.3027818 |
| Satisfaction | -> | Complaints | 0.52611333 | 0.5244276 | 0.05507943 | 0.4037059 | 0.6203496 |
| Satisfaction | -> | Loyalty | 0.48220062 | 0.47528678 | 0.081794 | 0.30990818 | 0.6299695 |
| Complaints | -> | Loyalty | 0.0700507 | 0.0697781 | 0.05800065 | -0.04127098 | 0.1820547 |

**Observação:** com o objetivo de realizar a validação convergente foi executada uma reamostragem, com reposição, de 2.000 novas amostras dos coeficientes das relações entre as variáveis latentes. Os resultados mostram que as relações entre as variáveis latentes “Expectation -> Value“, “Expectation->Satisfaction” e “Complaints->Loyalty” não são significantes a um nível de 5%.

Tabela 2 - Resultados do modelo de mensuração

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **name** | **block** | **weight** | **loading** | **communality** | **redundancy** |
| IMAG1 | Image | 0.301069 | 0.744459 | 0.55421917 | 0 |
| IMAG2 | Image | 0.2408015 | 0.5850963 | 0.34233766 | 0 |
| IMAG3 | Image | 0.213361 | 0.5760757 | 0.33186317 | 0 |
| IMAG4 | Image | 0.3360481 | 0.7733565 | 0.59808024 | 0 |
| IMAG5 | Image | 0.3356157 | 0.7513871 | 0.56458252 | 0 |
| CUEX1 | Expectation | 0.5363436 | 0.7782736 | 0.60570983 | 0 |
| CUEX2 | Expectation | 0.4347688 | 0.6597922 | 0.43532575 | 0 |
| CUEX3 | Expectation | 0.4691218 | 0.630371 | 0.39736763 | 0 |
| PERQ1 | Quality | 0.2141646 | 0.8035758 | 0.64573402 | 0.20155888 |
| PERQ2 | Quality | 0.143637 | 0.6375076 | 0.40641592 | 0.12685833 |
| PERQ3 | Quality | 0.199437 | 0.7835236 | 0.61390924 | 0.19162512 |
| PERQ4 | Quality | 0.1777084 | 0.7688786 | 0.59117428 | 0.18452865 |
| PERQ5 | Quality | 0.1806678 | 0.7556633 | 0.57102699 | 0.17823989 |
| PERQ6 | Quality | 0.1802488 | 0.775019 | 0.60065451 | 0.1874878 |
| PERQ7 | Quality | 0.2145118 | 0.7795037 | 0.60762599 | 0.18966387 |
| PERV1 | Value | 0.4861847 | 0.904463 | 0.81805332 | 0.28211773 |
| PERV2 | Value | 0.5974139 | 0.9378153 | 0.87949752 | 0.30330766 |
| CUSA1 | Satisfaction | 0.3769818 | 0.7989236 | 0.63827896 | 0.43432954 |
| CUSA2 | Satisfaction | 0.3817298 | 0.8462811 | 0.71619162 | 0.48734675 |
| CUSA3 | Satisfaction | 0.4410893 | 0.8519127 | 0.72575525 | 0.49385451 |
| CUSCO | Complaints | 1 | 1 | 1 | 0.27679523 |
| CUSL1 | Loyalty | 0.4506763 | 0.8138941 | 0.66242368 | 0.30317026 |
| CUSL2 | Loyalty | 0.1316399 | 0.2194261 | 0.04814781 | 0.02203572 |
| CUSL3 | Loyalty | 0.6592248 | 0.9167009 | 0.84034063 | 0.38459719 |

**Observação:** Para que o indicador explique a variável latente sua carga deve ser idealmente maior do que 0,7. Os indicadores IMAG2 (variável latente “Image”), IMAG3 (variável latente “Image”), CUEX2 (variável latente “Expectation”), CUEX3 (variável latente “Expectation”) e PERQ2 (variável latente “Quality”) apresentaram cargas fatoriais próximas de 0,7. Já o indicador CUSL2 (variável latente “Loyalty) apresentou uma carga fatorial baixa (0,2194261). Uma estratégia que poderia ser adotada para resolver tal situação seria a remoção de tal indicador e a criação de um novo modelo.

Tabela 3 - Resultados da média da variância extraída

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Type** | **R2** | **Block\_Communality** | **Mean\_Redundancy** | **AVE** |
| Image | Exogenous | 0 | 0.4782166 | 0 | 0.4782166 |
| Expectation | Exogenous | 0 | 0.4794677 | 0 | 0.4794677 |
| Quality | Endogenous | 0.3121392 | 0.5766487 | 0.1799946 | 0.5766487 |
| Value | Endogenous | 0.3448647 | 0.8487754 | 0.2927127 | 0.8487754 |
| Satisfaction | Endogenous | 0.6804698 | 0.6934086 | 0.4718436 | 0.6934086 |
| Complaints | Endogenous | 0.2767952 | 1 | 0.2767952 | 1 |
| Loyalty | Endogenous | 0.4576682 | 0.5169707 | 0.2366011 | 0.5169707 |

**Observação:** Uma última análise para avaliar a validade convergente diz respeito a verificação da média da variância extraída (AVE). Idealmente os valores apresentados para as variáveis latentes deve ser maior do 0,5. Neste critério, quase todas as variáveis apresentaram um valor satisfatório e as variáveis “Image” e “Expectation” ficaram com valores próximos de 0,5.

## Validade discriminante

Tabela 4 - Cargas cruzadas

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **name** | **block** | **Image** | **Expectation** | **Quality** | **Value** | **Satisfaction** | **Complaints** | **Loyalty** |
| IMAG1 | Image | 0.74 | 0.35 | 0.57 | 0.40 | 0.55 | 0.42 | 0.35 |
| IMAG2 | Image | 0.59 | 0.38 | 0.50 | 0.27 | 0.42 | 0.19 | 0.30 |
| IMAG3 | Image | 0.58 | 0.28 | 0.37 | 0.34 | 0.33 | 0.21 | 0.31 |
| IMAG4 | Image | 0.77 | 0.37 | 0.57 | 0.48 | 0.55 | 0.44 | 0.46 |
| IMAG5 | Image | 0.75 | 0.35 | 0.55 | 0.27 | 0.51 | 0.34 | 0.49 |
| CUEX1 | Expectation | 0.35 | 0.78 | 0.44 | 0.29 | 0.37 | 0.18 | 0.27 |
| CUEX2 | Expectation | 0.41 | 0.66 | 0.35 | 0.18 | 0.37 | 0.22 | 0.32 |
| CUEX3 | Expectation | 0.28 | 0.63 | 0.37 | 0.27 | 0.32 | 0.13 | 0.20 |
| PERQ1 | Quality | 0.63 | 0.52 | 0.80 | 0.47 | 0.68 | 0.38 | 0.48 |
| PERQ2 | Quality | 0.42 | 0.32 | 0.64 | 0.31 | 0.49 | 0.30 | 0.34 |
| PERQ3 | Quality | 0.63 | 0.44 | 0.78 | 0.47 | 0.64 | 0.47 | 0.47 |
| PERQ4 | Quality | 0.49 | 0.39 | 0.77 | 0.39 | 0.60 | 0.38 | 0.37 |
| PERQ5 | Quality | 0.61 | 0.42 | 0.76 | 0.46 | 0.52 | 0.39 | 0.38 |
| PERQ6 | Quality | 0.57 | 0.44 | 0.78 | 0.41 | 0.55 | 0.42 | 0.34 |
| PERQ7 | Quality | 0.59 | 0.42 | 0.78 | 0.55 | 0.70 | 0.47 | 0.45 |
| PERV1 | Value | 0.39 | 0.32 | 0.47 | 0.90 | 0.49 | 0.29 | 0.43 |
| PERV2 | Value | 0.53 | 0.35 | 0.59 | 0.94 | 0.62 | 0.36 | 0.54 |
| CUSA1 | Satisfaction | 0.58 | 0.49 | 0.64 | 0.41 | 0.80 | 0.33 | 0.50 |
| CUSA2 | Satisfaction | 0.52 | 0.40 | 0.67 | 0.49 | 0.85 | 0.42 | 0.50 |
| CUSA3 | Satisfaction | 0.62 | 0.39 | 0.67 | 0.60 | 0.85 | 0.55 | 0.63 |
| CUSCO | Complaints | 0.48 | 0.25 | 0.53 | 0.35 | 0.53 | 1.00 | 0.42 |
| CUSL1 | Loyalty | 0.44 | 0.29 | 0.39 | 0.41 | 0.46 | 0.24 | 0.81 |
| CUSL2 | Loyalty | 0.10 | 0.09 | 0.06 | 0.14 | 0.11 | 0.12 | 0.22 |
| CUSL3 | Loyalty | 0.54 | 0.35 | 0.53 | 0.49 | 0.66 | 0.45 | 0.92 |

**Observação:** Os indicadores satisfizeram o critério de apresentarem maior carga fatorial cruzada com a variável latente na qual eles representam quando comparado com o restante das variáveis latentes. Vale deixar apenas uma ressalva aos indicadores CUSL2 (apresentou carga cruzada de 0,22 com a variável latente “Loyalty” e 0,14 com a variável latente “Value”) e IMAG2 (apresentou carga cruzada de 0,59 com a variável latente “Image” e 0,5 com a variável latente “Quality”).

Tabela - Correlação de Pearson entre as variáveis latentes do modelo

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Image** | **Expectation** | **Quality** | **Value** | **Satisfaction** | **Complaints** | **Loyalty** |
| **Image** | 0.69 | 0.50 | 0.75 | 0.51 | 0.69 | 0.48 | 0.57 |
| **Expectation** | 0.50 | 0.69 | 0.56 | 0.36 | 0.51 | 0.25 | 0.38 |
| **Quality** | 0.75 | 0.56 | 0.76 | 0.59 | 0.79 | 0.53 | 0.54 |
| **Value** | 0.51 | 0.36 | 0.59 | 0.92 | 0.61 | 0.35 | 0.53 |
| **Satisfaction** | 0.69 | 0.51 | 0.79 | 0.61 | 0.83 | 0.53 | 0.66 |
| **Complaints** | 0.48 | 0.25 | 0.53 | 0.35 | 0.53 | 1.00 | 0.42 |
| **Loyalty** | 0.57 | 0.38 | 0.54 | 0.53 | 0.66 | 0.42 | 0.72 |

**Observação:** É possível verificar que as correlações entre as variáveis latentes são menores que a raiz quadrada da AVE, representada pela diagonal destacada em amarelo, portanto, o modelo apresenta validade discriminante.

## Confiabilidade

Tabela – Teste de confiabilidade composta

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Mode** | **MVs** | **C.alpha** | **DG.rho** | **eig.1st** | **eig.2nd** |
| Image | A | 5 | 0.7228346 | 0.8193211 | 2.393859 | 0.9127679 |
| Expectation | A | 3 | 0.4519026 | 0.731663 | 1.443811 | 0.903009 |
| Quality | A | 7 | 0.8770102 | 0.904952 | 4.040278 | 0.771236 |
| Value | A | 2 | 0.823632 | 0.9189622 | 1.700148 | 0.2998518 |
| Satisfaction | A | 3 | 0.779195 | 0.8718 | 2.082088 | 0.5180406 |
| Complaints | A | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Loyalty | A | 3 | 0.472399 | 0.7288065 | 1.561223 | 0.9832927 |

**Observação:** Os valores da confiabilidade composta são todos superiores a 0,7, portanto, a confiabilidade de escala do modelo é satisfatória.

# Modelo estrutural

## Coeficientes estruturais

Tabela - Coeficientes dos caminhos do modelo estrutural

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Image** | **Expectation** | **Quality** | **Value** | **Satisfaction** | **Complaints** | **Loyalty** |
| **Image** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Expectation** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Quality** | - | 0.56 | - | - | - | - | - |
| **Value** | - | 0.05 | 0.56 | - | - | - | - |
| **Satisfaction** | 0.18 | 0.06 | 0.51 | 0.19 | - | - | - |
| **Complaints** | - | - | - | - | 0.53 | - | - |
| **Loyalty** | 0.20 | - | - | - | 0.48 | 0.07 | - |

Tabela - Modelo estrutural com os coeficientes

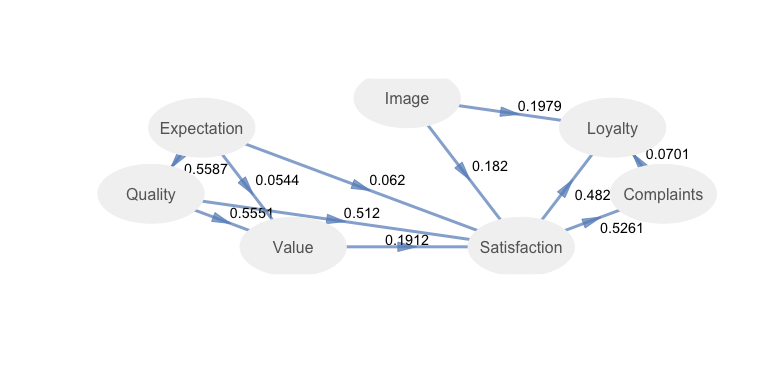


Tabela - Regressões de cada variável latente do modelo

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **$Quality** | | | | |
|  | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(>|t|) |
| Intercept | 7.74E-17 | 0.05266529 | 1.47E-15 | 1.00E+00 |
| Expectation | 5.59E-01 | 0.05266529 | 1.06E+01 | 6.36E-22 |
|  |  |  |  |  |
| **$Value** | | | | |
|  | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(>|t|) |
| Intercept | -3.29E-16 | 0.05150116 | -6.39E-15 | 1.00E+00 |
| Expectation | 5.44E-02 | 0.06209644 | 8.77E-01 | 3.82E-01 |
| Quality | 5.55E-01 | 0.06209644 | 8.94E+00 | 9.37E-17 |
|  |  |  |  |  |
| **$Satisfaction** | | | | |
|  | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(>|t|) |
| Intercept | -9.64E-18 | 0.03611378 | -2.67E-16 | 1.00E+00 |
| Image | 1.82E-01 | 0.05545412 | 3.28E+00 | 1.18E-03 |
| Expectation | 6.20E-02 | 0.04405504 | 1.41E+00 | 1.61E-01 |
| Quality | 5.12E-01 | 0.06096949 | 8.40E+00 | 3.69E-15 |
| Value | 1.91E-01 | 0.04496166 | 4.25E+00 | 3.00E-05 |
|  |  |  |  |  |
| **$Complaints** | | | | |
|  | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(>|t|) |
| Intercept | 1.94E-16 | 0.05400137 | 3.59E-15 | 1.00E+00 |
| Satisfaction | 5.26E-01 | 0.05400137 | 9.74E+00 | 3.37E-19 |
|  |  |  |  |  |
| **$Loyalty** | | | | |
|  | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(>|t|) |
| Intercept | -2.10E-17 | 0.04695318 | -4.48E-16 | 1.00E+00 |
| Image | 1.98E-01 | 0.06627542 | 2.99E+00 | 3.11E-03 |
| Satisfaction | 4.82E-01 | 0.06846662 | 7.04E+00 | 1.88E-11 |
| Complaints | 7.01E-02 | 0.0561752 | 1.25E+00 | 2.14E-01 |

**Observação:** A fim de avaliar o modelo estrutural foram apresentados os valores dos coeficientes para cada relação entre as variáveis latentes, bem como foram apresentados as equações de regressão para cada variável latente.

## Efeitos diretos, indiretos e totais

Tabela - Efeitos diretos e indiretos de cada variável latente

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **direct** | **indirect** |
| Image | -> | Value | - | - |
| Image | -> | Satisfaction | 0.18 | - |
| Image | -> | Complaints | - | 0.10 |
| Expectation | -> | Quality | 0.56 | - |
| Expectation | -> | Value | 0.05 | 0.31 |
| Expectation | -> | Satisfaction | 0.06 | 0.36 |
| Expectation | -> | Complaints | - | 0.22 |
| Expectation | -> | Loyalty | - | 0.22 |
| Quality | -> | Value | 0.56 | - |
| Quality | -> | Satisfaction | 0.51 | 0.11 |
| Quality | -> | Complaints | - | 0.33 |
| Quality | -> | Loyalty | - | 0.32 |

## R2

Tabela - R-quadrado das regressões

|  |  |
| --- | --- |
|  | **R2** |
| Image | 0 |
| Expectation | 0 |
| Quality | 0.3121392 |
| Value | 0.3448647 |
| Satisfaction | 0.6804698 |
| Complaints | 0.2767952 |
| Loyalty | 0.4576682 |

**Observação:** Os valores de R2 explicam o quanto a variabilidade das variáveis latentes é representada pelas variáveis relacionadas à ela. Como exemplo, podemos dizer que 31% da variabilidade de “Quality” é representada pelos valores de “Expectation”.

## Multicolinearidade

Tabela 12 – Diagnóstico de multicolinearidade entre os scores das variáveis latentes

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **scoreImage** | **scoreQuality** | **scoreValue** | **scoreExpectation** |
| 2.357880 | 2.850226 | 1.550025 | 1.488145 |

**Observação:** Em geral, quando o valor da estatística VIF for acima de 10, há indícios de alta relação linear e problemas graves de multicolinearidade. No caso do modelo apresentado no exercício, não temos sinais de multicolinearidade entre as variáveis latentes.

# Comandos

data\_customer\_satisfaction <- read.csv2("mobi250.csv",sep=";")

# montando as relacoes do modelo

Image <- c(0,0,0,0,0,0,0)

Expectation <- c(0,0,0,0,0,0,0)

Quality <- c(0,1,0,0,0,0,0)

Value <- c(0,1,1,0,0,0,0)

Satisfaction <- c(1,1,1,1,0,0,0)

Complaints <- c(0,0,0,0,1,0,0)

Loyalty <- c(1,0,0,0,1,1,0)

model\_path = rbind(Image,Expectation, Quality, Value, Satisfaction,Complaints,Loyalty)

colnames(model\_path) = rownames(model\_path)

library("plspm")

# definindo que o modelo é reflexivo em todas as variaveis latentes

model\_modes = rep("A", 7)

# exibindo o modelo conceitual

innerplot(model\_path,box.size = 0.05)

# associando os indicadores a variaveis latentes

model\_blocks =list(1:5,6:8,9:15,16:17,18:20,21,22:24)

# gerando o modelo de equacoes estruturais

satisfaction\_pls = plspm(data\_customer\_satisfaction, model\_path, model\_blocks, modes = model\_modes,boot.val=TRUE,br=2000)

# exibindo as cargas fatoriais das relacoes entre as variaveis latentes

plot(satisfaction\_pls, what = "loadings")

# analisando a significancia das relacoes entre as variaveis latentes

satisfaction\_pls$boot$paths

# analisando a carga fatorial dos indicadores nas variaveis latentes

satisfaction\_pls$outer\_model

# analisando a media da variancia extraida

satisfaction\_pls$inner\_summary

# analisando a carga cruzada

satisfaction\_pls$crossloadings

# gerando a matrix de correlacao entre os escores

cor(satisfaction\_pls$scores)

# analisando a confiabilidade composta

satisfaction\_pls$unidim

# modelo com as cargas

plot(satisfaction\_pls)

# regressoes para cada uma das variaveis latentes

satisfaction\_pls$inner\_model

good\_rows = c(3:5, 7:15)

path\_effs = as.matrix(satisfaction\_pls$effects[good\_rows, 2:3])

rownames(path\_effs) = satisfaction\_pls$effects[good\_rows, 1]

# analise dos efeitos diretos e indiretos

path\_effs

# analise do r-quadrado

satisfaction\_pls$inner\_summary

# capturando os escores padronizados

matrix\_scores <- satisfaction\_pls$scores

data\_customer\_satisfaction$scoreSatisfaction <- matrix\_scores[,5]

data\_customer\_satisfaction$scoreValue <- matrix\_scores[,4]

data\_customer\_satisfaction$scoreExpectation <- matrix\_scores[,2]

data\_customer\_satisfaction$scoreQuality <- matrix\_scores[,3]

data\_customer\_satisfaction$scoreImage <- matrix\_scores[,1]

# avaliando a multicolinearidade do escore satisfacao a partir dos escores de valor, expectativa e imagem

library("car")

vif(lm(scoreSatisfaction ~ scoreImage + scoreQuality + scoreValue+scoreExpectation,data=data\_customer\_satisfaction))