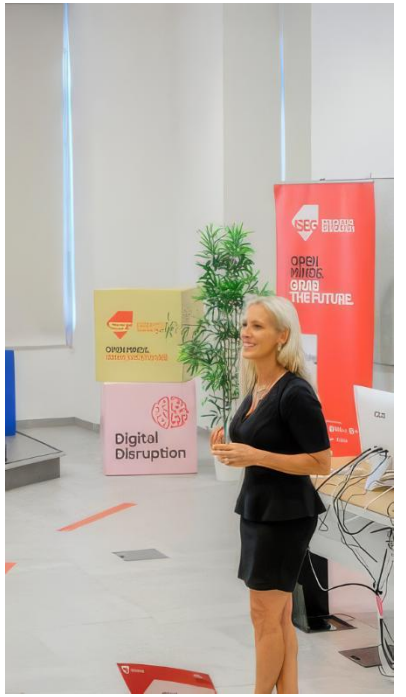
Análise Quantitativa de Dados em Marketing

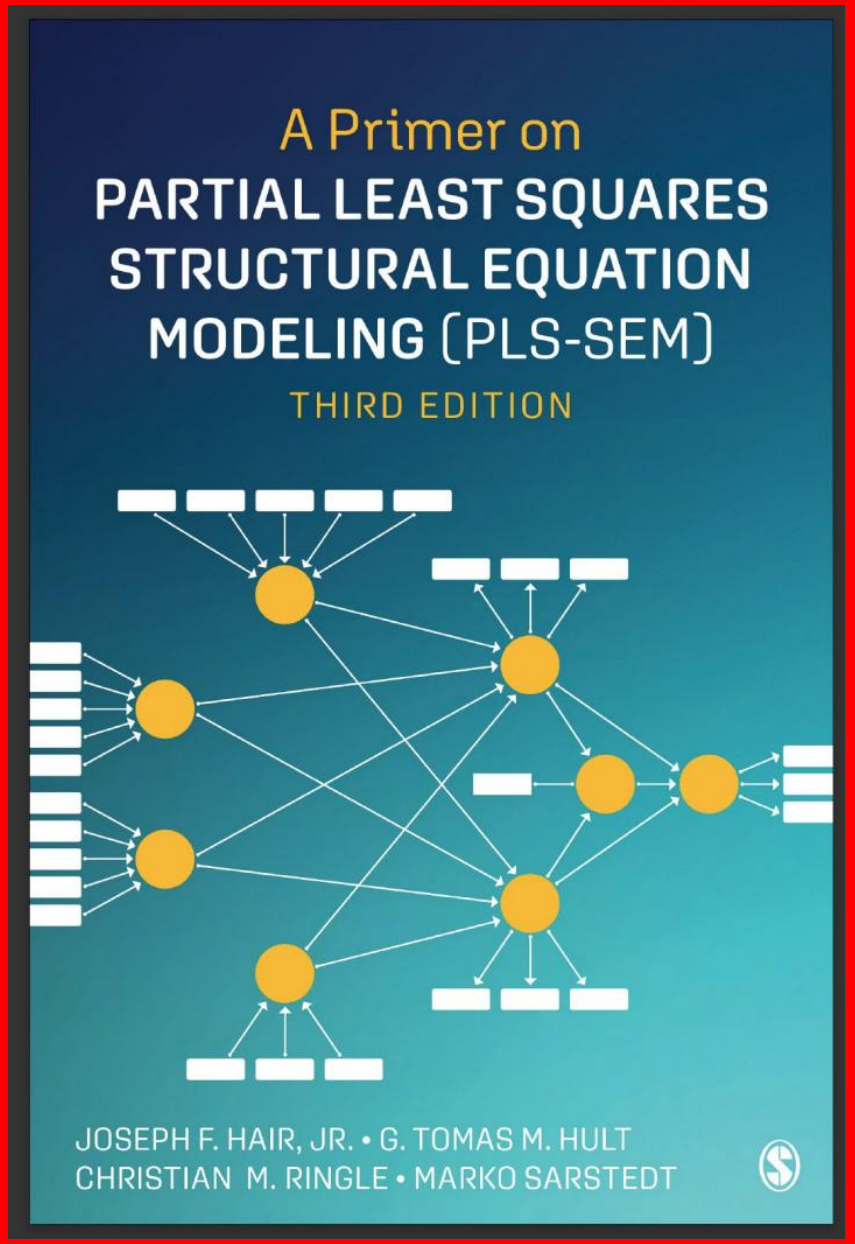
Mestrado em Marketing



Ana Brochado
Ana.brochado@iseg-ulisboa.pt

PLS-PM

Smart -PLS



Introdução ao PLS-PM

- **PLS-PM (Partial Least Squares – Path Modeling)**
  É uma técnica de modelação de equações estruturais orientada para predisão e para a explicação da **variância** das variáveis dependentes. Permite trabalhar com construtos latentes, modelos complexos e dados que não seguem a normalidade.
- **Quando se aplica?**
- Quando o objetivo é prever comportamentos e explorar relações (ex.: marketing, comportamento do consumidor).
- Quando o modelo inclui construtos formativos ou estruturas complexas.
- Quando existem amostras pequenas a moderadas ou dados não normais.
- Em estudos exploratório**s**, teoria emergente ou contextos aplicados.

Dimensão da amostra recomendada

- Regra dos 10: 10 × o maior número de indicadores ou setas a entrar num construto.
- Estudos típicos de marketing: 150–250 casos para modelos médios; 250+ para modelos complexos.
- PLS-PM mantém bom desempenho mesmo com 200 respostas, sendo mais robusto do que o SEM baseado em covariância (disponível no SPSS AMOS).
- Outros critérios:

EXHIBIT 1.7 ■ Minimum Sample Sizes for Different Levels of Minimum Path Coefficients (p_{min}) and Significance Levels

p_{min}	Significance level		
	1%	5%	10%
0.05–0.1	1,004	619	451
0.11–0.2	251	155	113
0.21–0.3	112	69	51
0.31–0.4	63	39	29
0.41–0.5	41	25	19

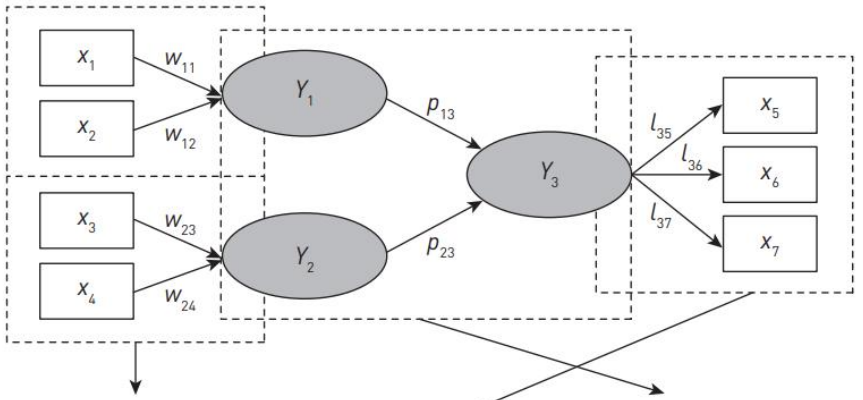
Fonte: Hair et al. (2022)

Modelo de Medida vs. Modelo Estrutural (PLS-PM)

- **Modelo de Medida (Outer Model)**
  - Descreve como os construtos latentes são medidos pelos seus indicadores.
  - Define a relação entre *variáveis observáveis* (itens) e *variáveis latentes*.
  - Pode ser reflexivo (os indicadores refletem o construto) ou formativo (os indicadores formam o construto).
  - Avaliação: fiabilidade, validade convergente, validade discriminante, multicolinearidade.
- **Modelo Estrutural (Inner Model)**
  - Descreve as relações causais entre os construtos latentes.
  - Representa o "caminho lógico" do modelo: que construtos influenciam outros.
  - Avaliação: coeficientes (β), R^2, f^2 (Magnitude do impacto de uma variável exógena no R^2 - 0.02 pequeno, 0.15 médio, 0.35 grande), significância (bootstrapping).
- **Em conjunto:**
  - O modelo de medida garante qualidade das variáveis (latentes).
  - O modelo estrutural explica como e porquê os construtos se relacionam.

Modelo de Medida vs. Modelo Estrutural (PLS-PM)

EXHIBIT 3.2 ■ Path Model and Data for a Hypothetical PLS-SEM Example



	Y_1	Y_2	Y_3
x_1	w_{11}		
x_2	w_{12}		
x_3		w_{23}	
x_4		w_{24}	
x_5			l_{35}
x_6			l_{36}
x_7			l_{37}

	Y_1	Y_2	Y_3
Y_1			p_{13}
Y_2			p_{23}
Y_3			

Source: Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2012). Using partial least squares path modeling in international advertising research: Basic concepts and recent issues. In S. Okazaki (Ed.), *Handbook of research in international advertising* (pp. 252–276). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. http://www.elgaronline.com/

Fonte: Hair et al. (2022)

Modelo de Medida (construtos reflectivos)

1. Fiabilidade dos Indicadores

- Loadings individuais
  - Regra: ≥ 0.70 (ideal); entre 0.40–0.70 pode permanecer no modelo se AVE e CR forem aceitáveis
  - Interpretação: quanto maior, melhor a relação item–construto

2. Fiabilidade Interna

- Cronbach's Alpha → ≥ 0.70
- Composite Reliability (CR) → 0.70–0.95
- Interpretação: consistência das respostas nos indicadores do construto

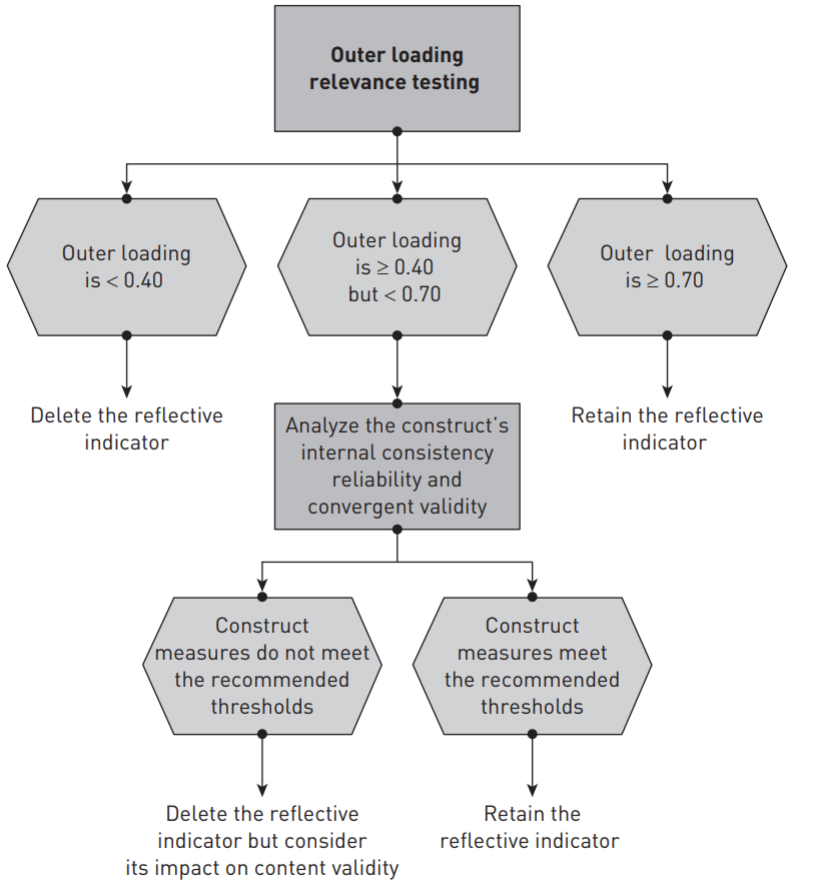
3. Validade Convergente

- AVE – Average Variance ExtractedRegra: ≥ 0.50
- Interpretação: o construto explica pelo menos metade da variância dos seus indicadores

4. Validade Discriminante

- Fornell–Larcker Criterion: A raiz quadrada da AVE deve ser maior que as correlações com outros construtos
- HTMT – Heterotrait-Monotrait RatioRegra: ≤ 0.85 (conservador/ construtos semelhantes) ou ≤ 0.90 (mais permissivo – construtos diferentes)
- Interpretação: o construto é distinto dos outros

EXHIBIT 4.5 ■ Outer Loading Relevance Testing



Fonte: Hair et al. (2022)

Modelo Estrutural

1. **Multicolinearidade entre construtos (VIF)**

- Avaliar VIF dos construtos preditores. Regra de decisão: VIF < 5 (idealmente < 3).

2. Força das relações (coeficientes β)

- Coeficientes de caminho (path coefficients) estimados pelo PLS. Regra: valores mais elevados indicam relações mais fortes.
- Interpretar sinal (+/–) conforme hipóteses.

3. Significância estatística (Bootstrapping)

- Usar t-values ou p-values para testar hipóteses. Regra: p <0.05.

4. Poder explicativo (R^2)

- Mede quanta variância dos construtos dependentes é explicada. Regras: 0.75 = substancial; 0.50 = moderado; 0.25 = fraco
- 5. Relevância preditiva (Q^2 – Blindfolding)
- Avalia a capacidade de previsão fora da amostra. Regra: $Q^2 > 0$ indica relevância preditiva.

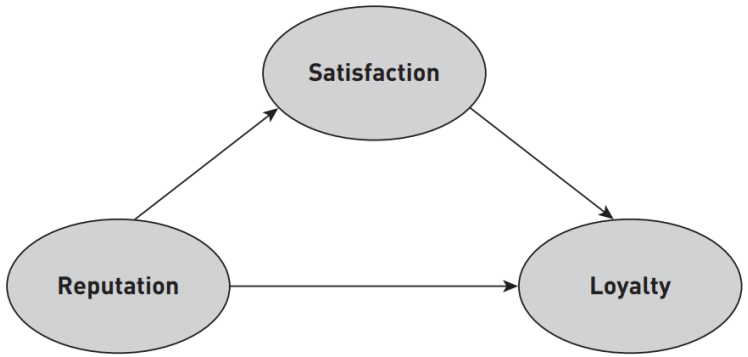
6. Tamanho do efeito (f^2)

Quantifica impacto individual dos construtos no R^2. Thresholds:0.02 = pequeno0.15 = médio0.35 = grande

Outros temas

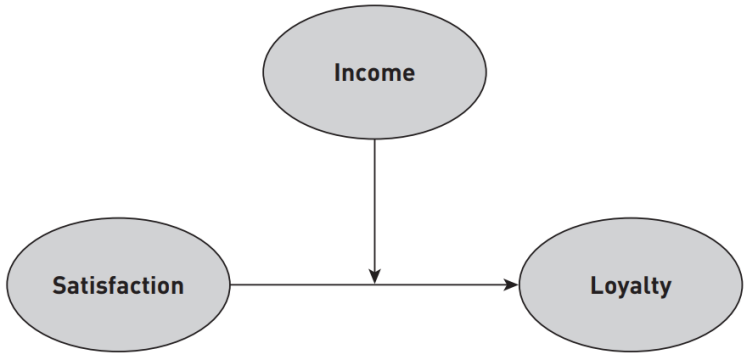
- Mediação e Moderação
- Construtos Formativos e Refletivos

EXHIBIT 2.2 ■ Example of a Mediating Effect



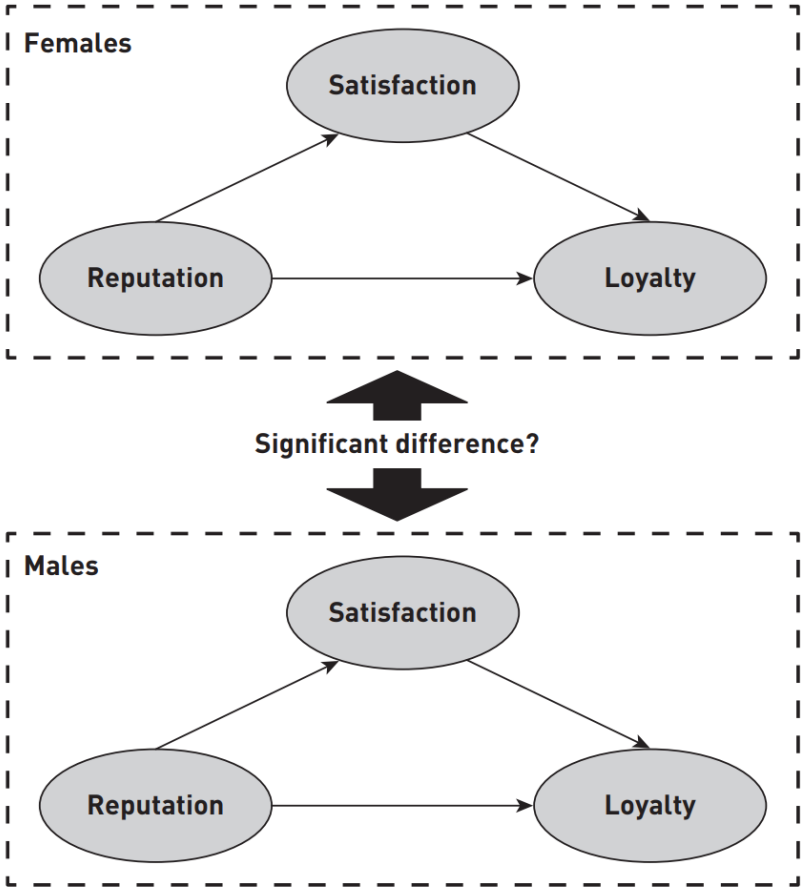
Mediação

EXHIBIT 2.3 ■ Theoretical Model of a Continuous Moderating Effect



Moderação

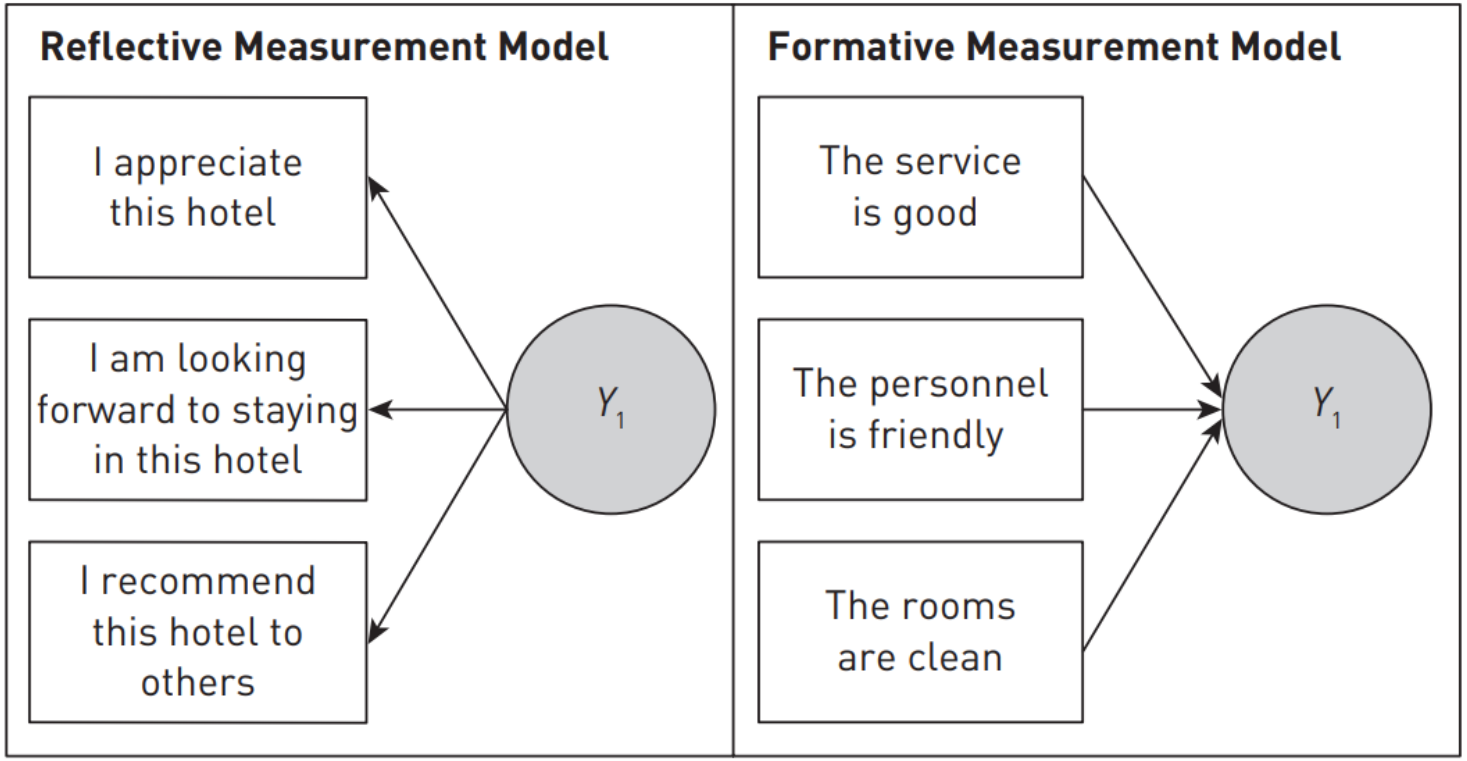
EXHIBIT 2.4 ■ Example of a Multigroup Analysis



Moderação

Fonte: Hair et al. (2022)

EXHIBIT 2.8 ■ Satisfaction as a Formatively and Reflectively Measured Construct



Fonte: Hair et al. (2022)