

# Validação Psicométrica de Instrumentos em Saúde

## 3

Carina Silva  
ESTeSL-IPL, HT&RC e CEAUL

14, 15 e 16 de julho 2025

Hospital de Faro

1- Fiabilidade Interna

2- Análise Fatorial Exploratória

3 - Análise Fatorial Confirmatória

## 1- Introdução

# Questionário de Avaliação da Dor

## Secção A – Intensidade da dor

1. Qual foi a intensidade de dor **mais forte** que sentiu de ontem para hoje?  
0 2 4 6 8 10
2. Qual foi a intensidade de dor **mais fraca** que sentiu de ontem para hoje?  
0 2 4 6 8 10
3. Qual foi a sua **intensidade média** de dor de ontem para hoje?  
0 2 4 6 8 10
4. Neste momento (agora) qual é a sua intensidade de dor?  
0 2 4 6 8 10
5. Na última semana, qual foi a intensidade de dor **mais frequente** durante a manhã?  
0 2 4 6 8 10
6. Na última semana, qual foi a intensidade de dor **mais frequente** durante a tarde?  
0 2 4 6 8 10
7. Na última semana, qual foi a intensidade de dor **mais frequente** durante a noite?  
0 2 4 6 8 10

## Secção B – Interferência/limitação causada pela dor

(0 = Nenhuma; 10 = Muito forte)

8. De ontem para hoje, a interferência/limitação da dor na sua **actividade geral** foi:  
0 2 4 6 8 10
9. De ontem para hoje, a interferência/limitação da dor na sua **disposição/humor** foi:  
0 2 4 6 8 10
10. De ontem para hoje, a interferência/limitação da dor no seu **andar a pé** foi:  
0 2 4 6 8 10
11. De ontem para hoje, a interferência/limitação da dor no seu **relacionamento com outras pessoas** foi:  
0 2 4 6 8 10
12. De ontem para hoje, a interferência/limitação da dor no seu **sono** foi:  
0 2 4 6 8 10
13. De ontem para hoje, a interferência/limitação da dor no seu **gostar da vida que tem** foi:  
0 2 4 6 8 10

1. Identifique Construto, Domínios, Itens
2. Faça *upload* dos dados no Jamovi (IntensidadeInterferenciaDor.sav)

## Questionário de Avaliação da Dor

### Instruções

- Para **cada afirmação** assinala-se apenas **um número** de **0, 2, 4, 6, 8 ou 10**.
- Utilize a seguinte correspondência de valores:

Valor	Intensidade da dor / Grau de interferência
<b>0</b>	Nenhuma
<b>2</b>	Muito fraca
<b>4</b>	Ligeira
<b>6</b>	Moderada
<b>8</b>	Forte
<b>10</b>	Muito forte

## Questionário de Avaliação da Dor

O construto latente global, que integra ambos os domínios, é simplesmente **“Dor”** – entendida como *experiência subjetiva de dor e o seu impacto na vida diária*. Pode aparecer descrito como **“Impacto da Dor na Saúde”**, mas conceptualmente trata-se do fenómeno latente “dor” (pain) que se manifesta:

**1.Quanto dói** (Intensidade)

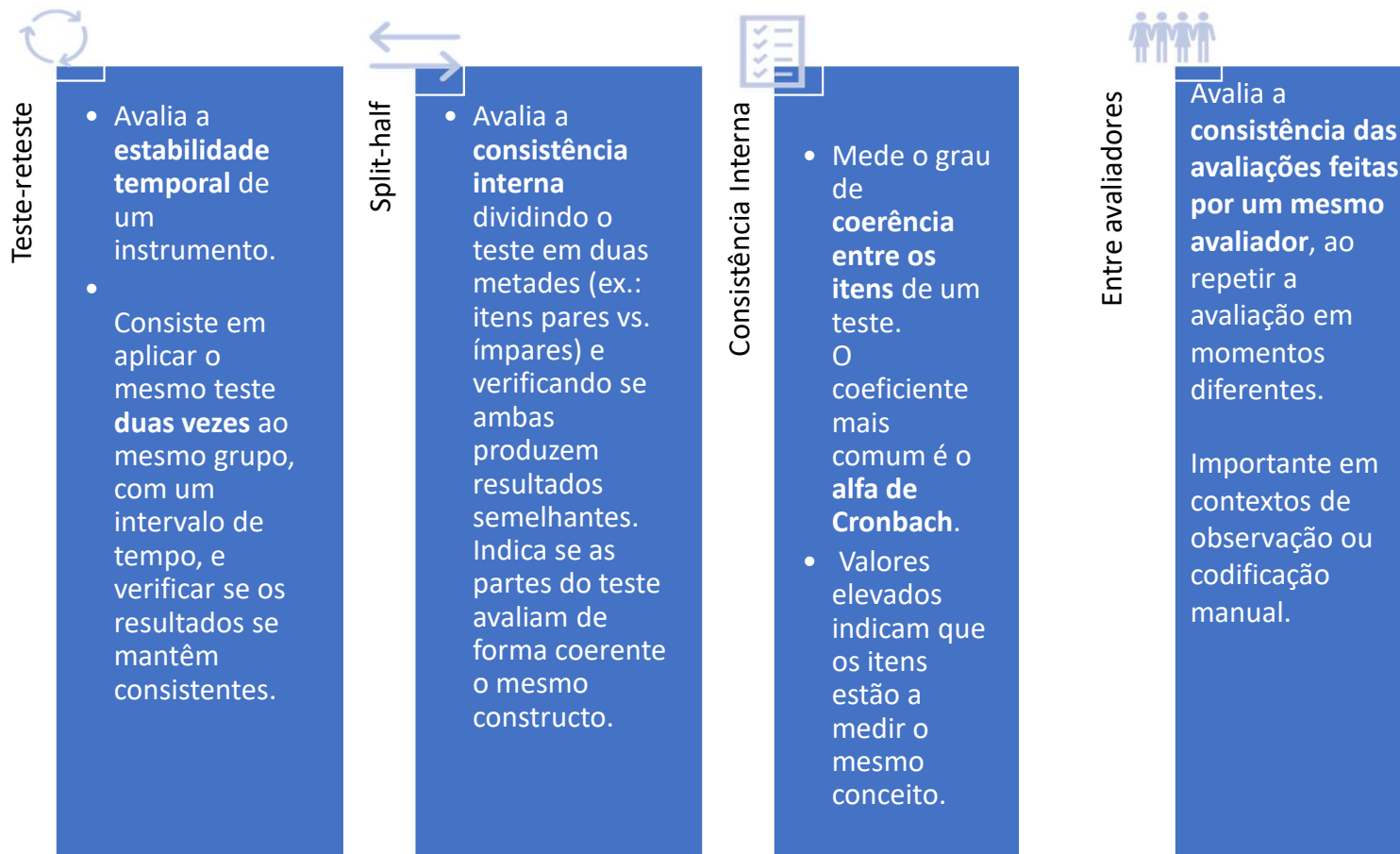
**2.Como a dor afeta a pessoa** (Interferência)

Fiabilidade (Reliability) –  
consistência dos  
resultados



Validade (Validity) - Se  
o instrumento mede o  
que se propõe a medir.

# Tipos de Fiabilidade





# Consistência Interna – Alfa de Cronbach

$\alpha$  (alfa) de Cronbach:

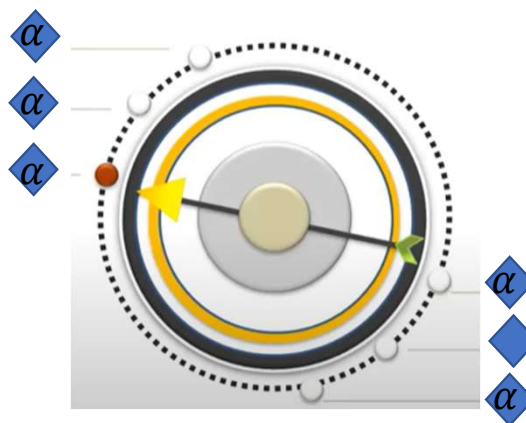
mede **quanto os itens de uma escala estão correlacionados entre si** (isto é, a sua **consistência interna**).

Assume que o instrumento é unidimensional

Variáveis medidas em escala pelo menos ordinal

Depende do número de itens

Assume que os itens têm as mesmas cargas fatoriais



$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$$

Onde:

- $\alpha$  = coeficiente de alfa de Cronbach
- $K$  = número de itens da escala
- $\sigma_i^2$  = variância do item  $i$
- $\sigma_T^2$  = variância total do somatório de todos os itens (ou seja, da escala total)

Valores típicos:

- $\alpha \geq 0,9$ : excelente
- $0,8 \leq \alpha < 0,9$ : bom
- $0,7 \leq \alpha < 0,8$ : aceitável
- $\alpha < 0,7$ : pode indicar problemas (dependendo do contexto)

## Consistência Interna – Alfa de Cronbach

- ! Propriedade da resposta proveniente de amostras específicas de respondentes  
**Não é a fiabilidade do item**
- ! Nunca reflete a fiabilidade de cada item individualmente.  
**É única para cada amostra**
- ! Não representa a estimativa de fiabilidade do questionário em todas as circunstâncias.  
**Varia de amostra para amostra**

Por isso, deve ser estimada sempre que o questionário é aplicado.

Nota: Aplicar Kuder-Richardson (KR-20): variáveis dicotómicas

## $\omega$ de MacDonald

O **ómega de MacDonald** é mais **realista e robusto**, pois considera que os itens contribuem de forma diferente para o construto latente.

Os itens podem ter **cargas fatoriais diferentes**.

$$\omega = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{(\sum \lambda_i)^2 + \sum \theta_i}$$

Onde:

- $\lambda_i$ : carga fatorial do item  $i$
- $\theta_i$ : variância do erro do item  $i$

Valores > 0,70 indicam boa consistência interna.

## Correlação item-total

- É a correlação de Pearson entre o item específico e a soma de todos os outros itens.
- Se todos os itens estiverem a medir o mesmo domínio subjacente, o coeficiente de correlação será relativamente elevado.
- Os coeficientes de correlação de Pearson devem ser superiores a 0,3 (indicando que o item em questão está a medir o mesmo construto).
- Se tal não acontecer, considere remover o item da análise.
- Se o coeficiente de correlação na "Correlação Item-Total" for negativo, deverá recodificar o item em sentido inverso.

- A correlação item-total corrigida consiste em calcular o coeficiente de correlação de Pearson entre cada item e o escore total do domínio, excluindo o próprio item, ou seja, com base nos demais itens que pertencem ao mesmo domínio

	Item-total correlation
0.40 a 1.00	Very Good
0.30 a 0.39	Good, can improve
0.20 a 0.29	Sufficient, but needs improvement
-1.00 a 0.19	Weak, reject or revise


## Questionário de Avaliação da Dor



Proceda a uma avaliação da Fiabilidade Interna da Escala da Dor

## EFA vs CFA

## EFA vs CFA

Critério	EFA (Análise Fatorial Exploratória)	CFA (Análise Fatorial Confirmatória) 
Finalidade principal	Explorar a estrutura latente dos dados, sem hipóteses prévias	Confirmar uma estrutura fatorial teórica previamente definida
Hipóteses sobre fatores	Não existem hipóteses iniciais sobre o número ou natureza dos fatores	Existe um modelo teórico com número e relações esperadas entre fatores e itens
Descoberta vs teste	Técnica exploratória – identificar padrões ocultos	Técnica confirmatória – testar a adequação de um modelo específico
Ajustamento do modelo	Não avalia qualidade do ajustamento	Avalia índices de ajustamento (CFI, TLI, RMSEA, $\chi^2$ , etc.)
Utilização típica	Primeiras fases de desenvolvimento de questionários/escalas	Estudos posteriores, validação, testes de consistência entre amostras

## Análise Fatorial Exploratória



## Análise Fatorial Exploratória

- Relação dos itens de uma escala com a variável latente
- Múltiplas variáveis latentes podem ser a causa da variação num conjunto de itens
- A análise fatorial é utilizada para avaliar se esse processo de seleção foi bem-sucedido
- A teoria clássica da medição assume que os itens que compõem uma escala são unidimensionais

## Análise Fatorial Exploratória



- Determinar **quantas variáveis latentes** estão subjacentes a um conjunto de itens
- Condensar a informação**
- Definir o **significado dos fatores** (isto é, das variáveis latentes)
- Identificar **quais os itens que têm melhor ou pior desempenho**

## Análise Fatorial Exploratória



**A nova administração do hospital pretende identificar quais as características que os seus colaboradores consideram importantes que os colegas de trabalho possuam.**

## Análise Fatorial Exploratória

Foi pedido aos colaboradores que escrevessem o maior número possível de características importantes que conseguissem identificar.

*Foram-lhes entregues papéis para o fazerem.*

Sentido de humor

Inteligente

Pensa de forma lógica

Ser confiável

Trabalha bem em equipa

Tem inteligência emocional

Boa formação académica

Disponível para partilhar ideias

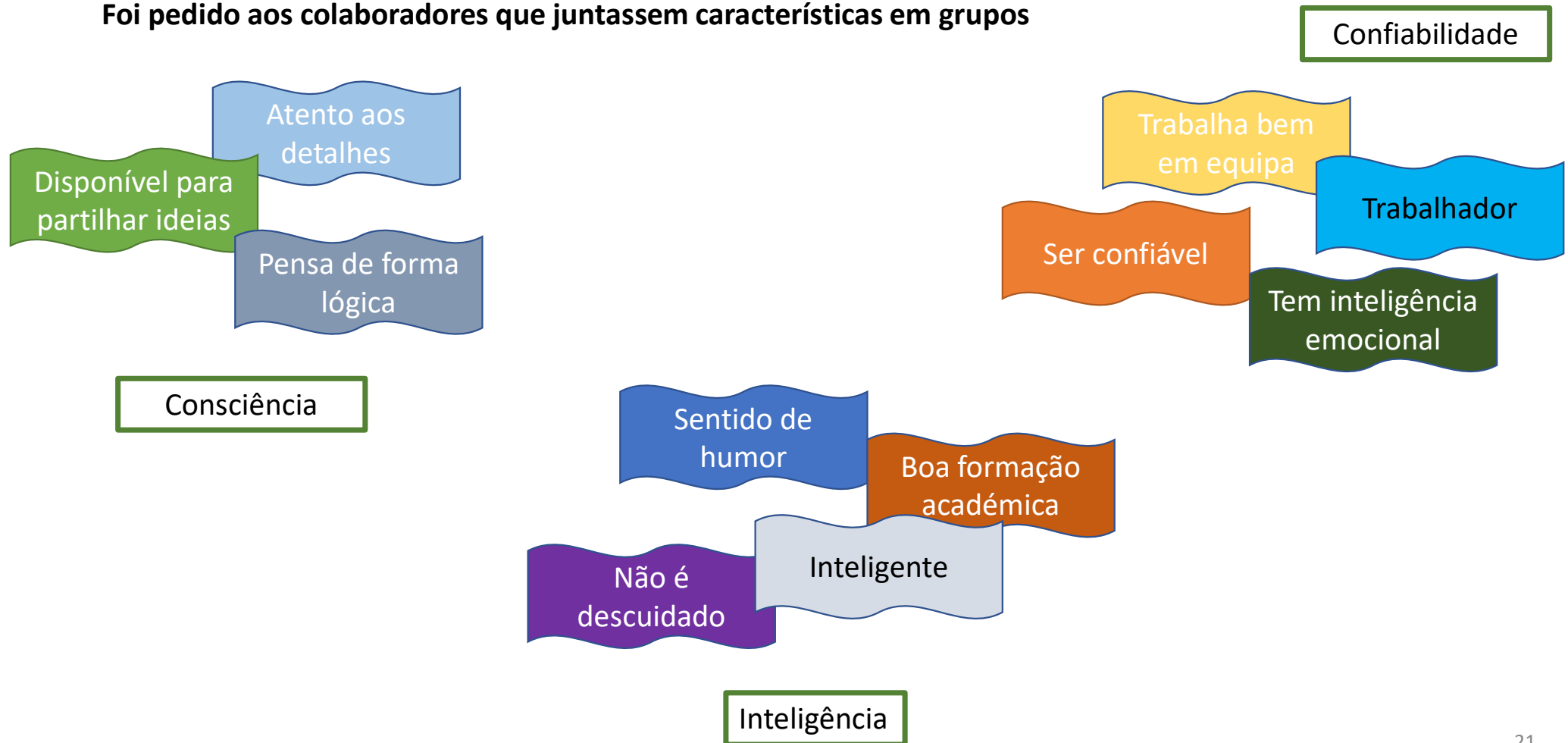
Atento aos detalhes

Trabalhador

Não é descuidado

## Análise Fatorial Exploratória

Foi pedido aos colaboradores que juntassem características em grupos



## Análise Fatorial Exploratória – Extrair fatores



No processo de desenvolvimento de escalas, queremos frequentemente conhecer **as poucas fontes de variação mais influentes** que estão subjacentes a um conjunto de itens, e **não todas as fontes possíveis** que conseguimos identificar.

## **Pressupostos subjacentes**

1. Múltiplas variáveis medidas numa escala contínua
2. Relação linear entre variáveis (verificada com diagrama de dispersão)
3. Ausência de um número significativo de valores extremos (outliers)
4. Amostra de grande dimensão (5 a 10 participantes por item)
5. Esfericidade e adequação da amostra

## Análise Fatorial Exploratória - Esfericidade e adequação da amostra

### Teste de Esfericidade de Bartlett

H0: Assume que os itens não são correlacionados

Deve existir correlação entre itens

Rejeitar H0 ( $p < 0,05$ )

### Kaiser-Meyer-Olkin

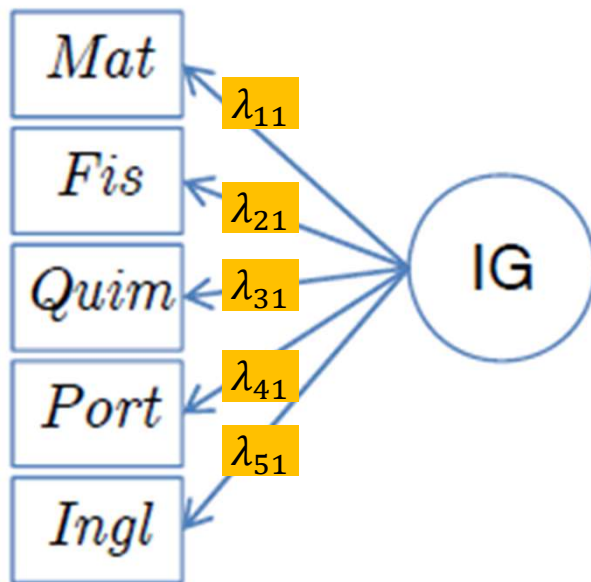
Proporção da variância entre os itens devido a variância comum

KMO > 0,8

Se não, deve aumentar-se a amostra



## Análise Fatorial Exploratória - Conceitos



### Carga Fatorial (factor loading)

#### O que é?

É o coeficiente que indica a **correlação** entre um **item** (ou variável observada) e um **fator latente** (constructo não observado).

Em termos simples, mostra **quanto do item é explicado pelo fator**.

#### Interpretação:

- Valores próximos de 1 → o item está fortemente associado ao fator.
- Valores entre 0,3 e 0,4 → são considerados o limite mínimo aceitável.
- Valores inferiores a 0,3 → sugerem que o item **não contribui significativamente** para o fator.

### Como se calcula?

Num modelo de análise fatorial, as cargas fatoriais são estimadas a partir da **matriz de correlações** entre os itens, por meio de:

- **Extração dos fatores**
- **Rotação dos fatores**

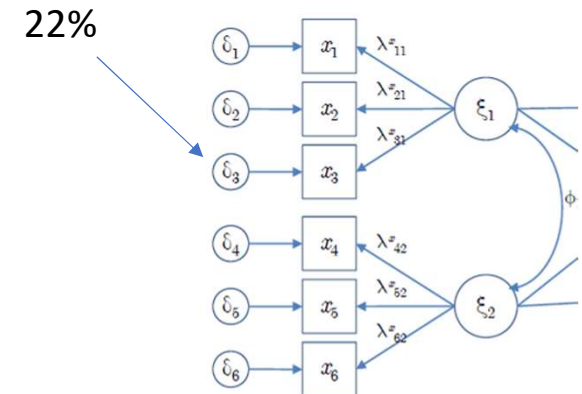
As cargas resultam do produto da **matriz de correlações** pelas **combinações lineares** que melhor explicam a variância comum dos itens.

## Análise Fatorial Exploratória - Conceitos

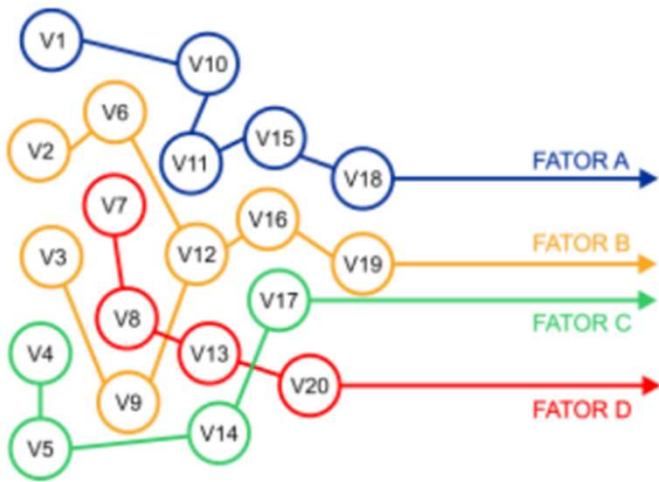
Comunalidade (variação comum, explicada pela variável latente)  
> 0.4 (0.3)

Unicidade (variação devida apenas ao modelo)

Se 0,78 => 78% da variação explicada pela variável latente



## Análise Fatorial Exploratória - Conceitos



Matriz de Correlações

	DorQ10.1	DorQ10.2	DorQ10.3	DorQ10.4	DorQ10.5	DorQ10.6	DorQ10.7	ActGera13.1	Disposição13.2	Andar13.3	Relacionamento13.4	Sono13.5	GostarVida13.6
DorQ10.1	—												
DorQ10.2	0.343	—											
DorQ10.3	0.507	0.701	—										
DorQ10.4	0.398	0.676	0.714	—									
DorQ10.5	0.541	0.486	0.658	0.607	—								
DorQ10.6	0.408	0.558	0.713	0.571	0.630	—							
DorQ10.7	0.295	0.636	0.518	0.435	0.341	0.438	—						
ActGera13.1	0.519	0.375	0.435	0.362	0.484	0.347	0.290	—					
Disposição13.2	0.480	0.335	0.356	0.281	0.354	0.283	0.451	0.630	—				
Andar13.3	0.378	0.252	0.320	0.243	0.260	0.275	0.157	0.514	0.350	—			
Relacionamento13.4	0.265	0.300	0.291	0.222	0.202	0.227	0.391	0.418	0.670	0.343	—		
Sono13.5	0.372	0.463	0.464	0.281	0.338	0.334	0.688	0.403	0.532	0.248	0.406	—	
GostarVida13.6	0.419	0.416	0.406	0.352	0.369	0.330	0.478	0.609	0.742	0.409	0.612	0.539	—

## Conceitos

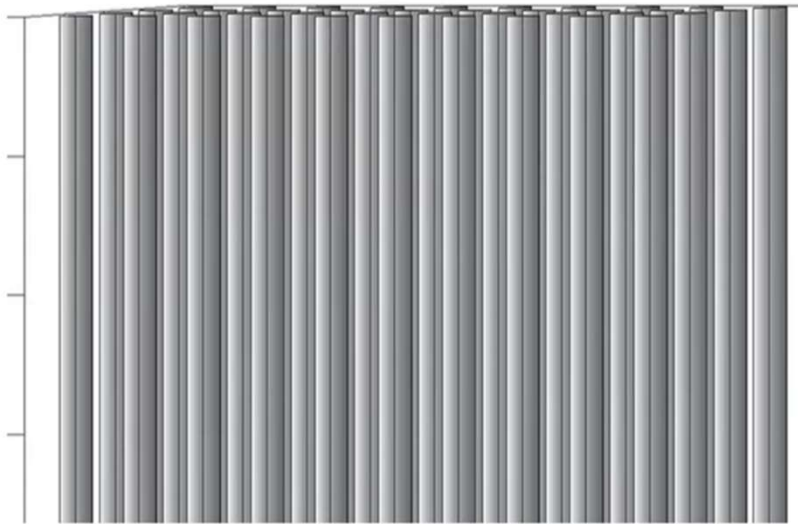
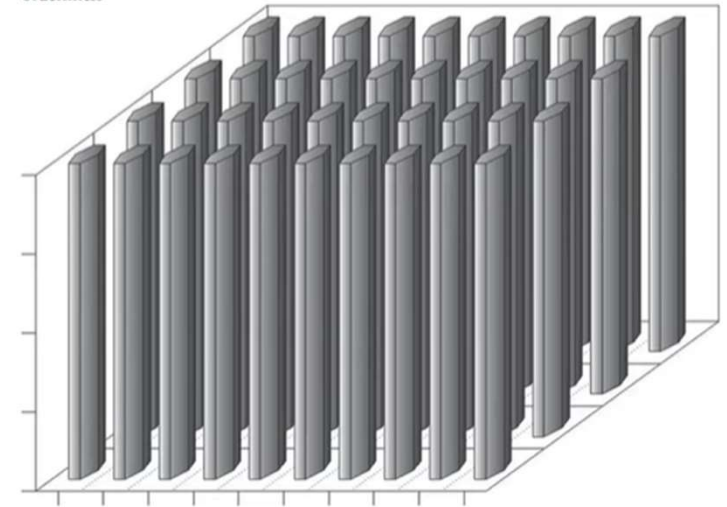


Figure 6.8 An orderly arrangement of pillars viewed from a perspective that reveals that orderliness



Rotação

## Conceitos – Rotação de fatores

A **rotação dos pesos fatoriais** (ou **rotação das cargas fatoriais**) serve para **melhorar a interpretação** dos fatores extraídos na **análise fatorial exploratória (EFA)**, sem alterar a estrutura matemática subjacente.

Sem rotação:

Item	Fator 1	Fator 2
Q1	0,52	0,47
Q2	0,48	0,50

Com rotação:

Item	Fator 1	Fator 2
Q1	0,75	0,10
Q2	0,12	0,77

Após rotação, torna-se mais evidente que o item Q1 se associa ao Fator 1 e o item Q2 ao Fator 2.

## Conceitos – Rotação de fatores

### **Nenhum**

Não é utilizado qualquer método de rotação fatorial.

### **Varimax**

Método de rotação ortogonal que minimiza o número de variáveis com cargas elevadas em cada fator. Este método simplifica a interpretação dos fatores.

### **Direct Oblimin**

Método de rotação oblíqua (não ortogonal). Assume correlação entre fatores.

## Conceitos – Rotação de fatores

### **Quartimax**

Método de rotação que minimiza o número de fatores necessários para explicar cada variável. Este método simplifica a interpretação das variáveis observadas.

### **Equamax**

Método de rotação que combina os métodos Varimax (que simplifica os fatores) e Quartimax (que simplifica as variáveis). Minimiza simultaneamente o número de variáveis com cargas elevadas num fator e o número de fatores necessários para explicar uma variável.

### **Promax**

Rotação oblíqua, que permite que os fatores estejam correlacionados. Pode ser calculada mais rapidamente do que a rotação Direct Oblimin, sendo por isso útil para conjuntos de dados grandes.



## Conceitos – Como escolher a rotação

Correlações inter-fatores

	1	2	3
1	—	0.489	0.303
2		—	0.282
3			—

## Após Rotação analisar os fatores



### Cargas Cruzadas!

Item	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Q5	0,62	0,45	0,18

Neste caso, o item Q5 **carrega em dois fatores** com valores considerados relevantes. É, portanto, um **item com carga cruzada**.

### Cargas que desaparecem!

### Valor Próprio (Eigenvalue ou Autovalor)

#### O que é?

Representa a **quantidade total de variância explicada por cada fator**.

- Um valor próprio é associado a **cada fator** extraído.
- Quanto maior o valor próprio, **mais importante é o fator** na explicação da variância total do conjunto de itens.

#### Regra de Kaiser:

- Apenas se retêm fatores com valores próprios **superiores a 1** (pois explicam mais variância que um item isolado).

## Conceitos

### Como se calcula?

Na Análise de Componentes Principais (ACP), o valor próprio de um fator é a **soma dos quadrados das cargas fatoriais dos itens nesse fator**:

$$\text{Valor próprio}_j = \sum_{i=1}^k (\text{Carga Fatorial}_{ij})^2$$

Onde:

- $j$  é o fator
- $i$  é o item
- $k$  é o número de itens

## Conceitos

### Exemplo resumido (hipotético):

Item	Fator 1 (carga fatorial)
Q1	0,80
Q2	0,75
Q3	0,70

$$\text{Valor próprio do Fator 1} = 0,80^2 + 0,75^2 + 0,70^2 = 0,64 + 0,5625 + 0,49 = 1,6925$$

Ou seja, o Fator 1 explica aproximadamente 1,69 unidades de variância dos dados padronizados.

$$1,6925/3=0,5641$$

56,41% da variância total

## Quantos fatores a reter

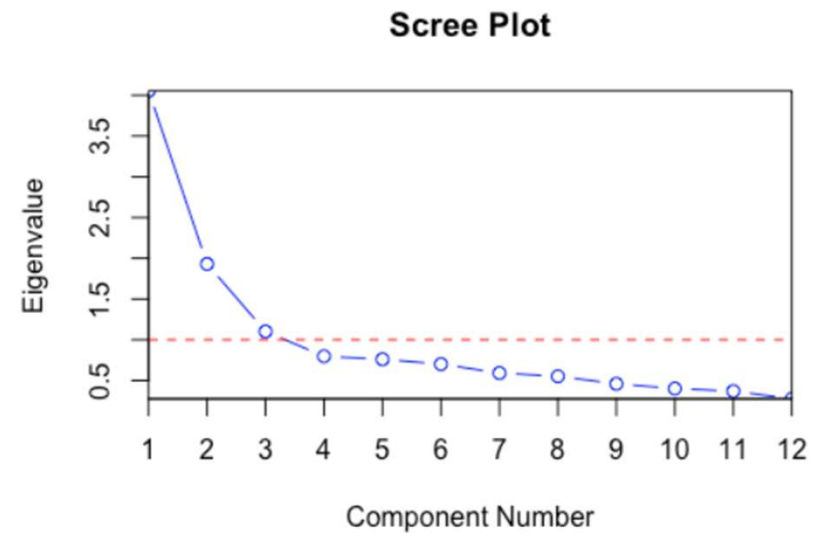
Valores próprios maiores do que 1

Variância acumulada mínima 50%

Sumário

Fator	Valor próprio	% de Variância total	% acumulada
1	5.853	45.026	45.026
2	1.419	10.913	55.939
3	0.837	6.436	62.375

Scree plot



## Conceitos – Análise Paralela (retenção de fatores)



O que é a análise paralela?

A análise paralela compara os valores próprios (eigenvalues) obtidos dos dados reais com os valores próprios obtidos de dados aleatórios simulados com as mesmas dimensões (número de variáveis e casos).

Ideia-chave: só se retêm os fatores que explicam mais variância do que o esperado ao acaso.

## Resumo

KMO > 0,8

Rejeitar H0 Teste de Bartlet ( $p < 0,05$ )

Variância Total explicada > 60%

Comunalidade > 0,4 (singularidade < 0,6)

Carga fatorial após rotação > 0,45

Alfa de Cronbach > 0,7



## Conceitos – Rotação de fatores

### Tipos principais de rotação:

Tipo de rotação	Permite correlação entre fatores?	Exemplos	Quando utilizar
Ortogonal	Não	Varimax, Quartimax	Quando se assume que os fatores são independentes
Oblíqua	Sim	Oblimin, Promax	Quando se admite que os fatores podem estar correlacionados (mais realista nas ciências sociais e saúde)

### Recomendações práticas

Situação	Opções sugeridas
Dados ordinais (ex. tipo Likert)	Resíduos mínimos + Oblimin + Análise Paralela
Dados contínuos com normalidade	Máxima Verosimilhança + Varimax (se fatores forem independentes)
Exploração inicial de questionário	Ativar todos os outputs e pressupostos
Interpretação de cargas	Cortar abaixo de 0,30 ou 0,40 para clareza

## Questionário de Avaliação da Dor



Proceda a uma EFA da Escala da Dor

## Como Redigir os Resultados da Análise Fatorial Exploratória (AFE)

- 1.Mencione os fundamentos teóricos** da área que está a estudar, especialmente no que se refere aos construtos que pretende identificar através da AFE.
- 2.Descreva a amostra** (por exemplo, informações demográficas, tamanho da amostra, método de amostragem).
- 3.Descreva o tipo de dados utilizados** (por exemplo, nominais, contínuos) e apresente as **estatísticas descritivas**.
- 4.Descreva como testou os pressupostos da AFE.** Devem ser incluídos detalhes sobre os testes de esfericidade e as medidas de adequação da amostragem.

## Como Redigir os Resultados da Análise Fatorial Exploratória (AFE)

- 5.Explique qual foi o método de extração fatorial** utilizado (por exemplo, máxima verossimilhança, resíduos mínimos, etc.).
- 6.Explique os critérios e o processo usados para decidir quantos fatores foram extraídos** na solução final e quais itens foram retidos. Apresente claramente a fundamentação para as decisões principais tomadas ao longo da AFE.
- 7.Explique quais métodos de rotação foram utilizados**, a razão da sua escolha e os resultados obtidos.
- 8.As cargas fatoriais finais devem ser apresentadas nos resultados, sob a forma de uma tabela.**

### Análise de Componentes Principais (PCA)

- É essencialmente uma **técnica de redução de dados**, usada para agregar um conjunto de indicadores correlacionados num índice sintético.
- O **componente principal** é uma **combinação linear dos indicadores** que melhor reproduz a variância observada.
- Como resultado, a **estrutura de ponderação é diretamente derivada dos dados**, com base na matriz de covariância.
- É uma **generalização da Análise Fatorial**, mas **não assume a existência de uma variável latente**.
- É considerada uma solução **mais apropriada para redução de dados** em parte porque utiliza a variância total em vez de apenas a variância comum ou partilhada entre os indicadores.
- Em certas circunstâncias, pode produzir **os mesmos resultados que a Análise Fatorial** (cf. Krishnakumar e Nagar 2007).