REVISTA TÓPICOS

MATERIAL SUPLEMENTAR – Reanálise estatística do instrumento de diagnóstico

Este material complementa o artigo "Capital intelectual e gestão do conhecimento: tecnologia organizacional como estratégia institucional no IFPA Campus Belém" (Façanha; Pantoja; Silva, no prelo) e reproduz a seção 9.5 da dissertação que lhe deu origem (Façanha, 2026), com ajustes formais e sem o cálculo de poder observado. As análises foram realizadas em Python (pandas, scipy, pingouin, factor_analyzer e statsmodels) sobre a base de 78 respostas válidas do diagnóstico, de forma complementar às análises no JASP. Na elaboração dos scripts e na organização dos resultados, utilizou-se ferramenta de inteligência artificial generativa (Claude, Anthropic); todos os resultados foram conferidos pelos autores. Os dados anonimizados e o script acompanham este documento no repositório.

A. Objetivo desta reanálise

O artigo relata alfa de Cronbach de 0,904 para a escala completa e ausência de associação estatisticamente significativa entre as três dimensões do Capital Intelectual (Humano, Estrutural, Relacional) e a Sustentabilidade Organizacional, um resultado que contrasta com a premissa teórica do estudo. A reanálise a seguir usa os dados brutos para: (a) confirmar esses números, (b) testar explicações alternativas para a ausência de associação (artefato de rotação fatorial, baixa confiabilidade, baixo poder estatístico, efeito-teto, item problemático) e (c) indicar qual explicação é efetivamente sustentada pelos dados.

Mapeamento dos blocos de itens

As colunas da planilha foram agrupadas por prefixo numérico do formulário, correspondendo às quatro dimensões do instrumento:

Quadro S1: Dimensões do instrumento de pesquisa.

Dimensão	Bloco no formulário	Nº de itens
Capital Humano (CH)	Seção 2 (2.1–2.5)	5
Capital Estrutural (CE)	Seção 3 (3.1–3.5)	5
Capital Relacional (CR)	Seção 4 (4.1–4.5)	5

Sustentabilidade Organizacional (SO)	Seção 5 (5.1–5.4)	4

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

São 19 itens ao todo (5+5+5+4), consistente com o número de fatores extraídos no artigo (seção 4.3). Escala Likert 1–5 em todos os itens, sem valores faltantes.

B. Estatísticas descritivas e checagem de efeito-teto

Escores compostos (média dos itens de cada bloco, escala 1 a 5). O objetivo aqui é verificar se alguma dimensão tem sua variância artificialmente restrita perto do limite superior da escala, o que atenuaria qualquer correlação com ela, independentemente de existir ou não relação real.

Quadro S2: Estatísticas descritivas.

Dimensão	**Média**	**DP**	**Assime-tria**	**% no topo (≥4,5)**	**% respos-tas = 5 (item)**	**Shapiro-Wilk (p)**
Capital Humano	3,056	0,983	-0,033	6,4%	11,5%	0,1378
Capital Estrutural	2,738	0,767	0,045	1,3%	3,1%	0,1997
Capital Relacional	2,926	0,863	-0,008	3,8%	6,2%	0,6516
Sustentabilidade Organizacional	4,276	0,594	-0,654	50%	46,8%	0,0001

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O bloco de Sustentabilidade Organizacional destoa nitidamente dos demais: média de 4,276 (numa escala de 1 a 5) contra 3,056 (CH), 2,738 (CE) e 2,926 (CR); desvio-padrão de apenas 0,594, bem menor que os demais; metade da amostra (50%) tem escore composto igual ou acima de 4,5; e 46,8% de todas as respostas aos itens desse bloco são o valor máximo da escala (5). O teste de Shapiro-Wilk rejeita a normalidade apenas para esse bloco ($p = 0,0001$), com assimetria negativa (-0,654) característica de compressão de escores no teto da escala.

Isso é evidência direta e independente de qualquer teste de correlação: a variável Sustentabilidade Organizacional tem pouquíssima variação para se correlacionar com as demais. O efeito-teto, aqui, não é uma hipótese especulativa: é observável diretamente na distribuição dos dados.

C. Confiabilidade por subescala

Quadro S3: Confiabilidade por subescala.

Dimensão	Nº itens	Alfa de Cronbach	IC 95%
Capital Humano	5	0,909	[0,873; 0,938]
Capital Estrutural	5	0,804	[0,726; 0,865]
Capital Relacional	5	0,867	[0,813; 0,908]
Sustentabilidade Organizacional	4	0,697	[0,57; 0,794]
Escala completa (19 itens)	19	0,904	[0,87; 0,933]

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O alfa da escala completa (0,904) reproduz exatamente o valor obtido no JASP (0,904), confirmando a correspondência da base de dados. Olhando por subescala, porém, Sustentabilidade Organizacional tem confiabilidade de 0,697 (abaixo do critério convencional de 0,70) enquanto as demais dimensões variam entre 0,804 e 0,909. Isso indica que parte da atenuação da correlação com Sustentabilidade vem de erro de medida nessa subescala especificamente, não apenas do restante do modelo.

D. Análise fatorial exploratória: rotação ortogonal vs. oblíqua

KMO = 0,834 (adequação meritória da amostra para AFE) e teste de esfericidade de Bartlett significativo ($\chi^2 = 854,5$, $p < 0,001$), confirmando que a matriz é fatorável.

A variância acumulada por uma solução de 4 fatores varia conforme o método de extração: 55,73% (minres), 56,13% (máxima verossimilhança) e 65,32% (componentes principais), intervalo que engloba o valor de 58,39% relatado no artigo (seção 4.3), sendo a diferença explicada por qual método/software de extração foi usado (JASP por padrão não usa PCA).

Hipótese testada: a ausência de associação é um artefato de rotação ortogonal?
Sob rotação oblíqua (Promax), que permite fatores correlacionados (ao contrário da Varimax, que os mantém ortogonais, isto é, não correlacionados), a matriz de correlação entre os quatro fatores foi assim distribuída.

Quadro S4: Correlações entre fatores na Análise Fatorial Exploratória (rotação Promax).

	F1	F2 (≈ Sus-tentab.)	F3 (≈ Cap. Humano)	F4
F1 (Relacional + parte Estru-tural)	1	0,284	0,589	0,321
F2 (≈ Sustentabilidade)	0,284	1	0,092	0,048
F3 (≈ Capital Humano)	0,589	0,092	1	0,267
F4 (Estrutural: ferramen-tas/info)	0,321	0,048	0,267	1

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Mesmo permitindo correlação entre fatores, o fator dominado pelos itens de Sustentabilidade (F2) permanece fracamente correlacionado com os demais (F2×F3 ≈ 0,092; F2×F4 ≈ 0,048; F2×F1 ≈ 0,284), bem abaixo das correlações entre os outros três fatores entre si (ex.: F1×F3 ≈ 0,589). Conclusão: o artefato de rotação ortogonal não explica o padrão. A ausência de relação com Sustentabilidade se mantém mesmo em uma estrutura que permite correlação; trata-se de um achado substantivo, não um efeito colateral da técnica de rotação.

A estrutura fatorial empírica não reproduz de forma limpa os quatro blocos teóricos: o Capital Estrutural divide-se em dois subgrupos (processos/padronização se junta ao fator dominado por Capital Relacional; ferramentas/informação forma um fator à parte), e o item 5.4 ("a retenção de talentos deveria ser prioridade institucional") tem carga cruzada negativa forte (-0,72 a -0,78) nesse quarto fator, comportamento psicométrico atípico que é retomado no item F.1.

E. Correlações de Spearman: valores completos e poder estatístico

Quadro S5: Correlações de Spearman.

Par de dimensões	ρ	Significância	IC 95%
Capital Humano × Capital Estrutural	0,581	p < 0,001 ***	[0,41; 0,71]
Capital Humano × Capital Relacional	0,605	p < 0,001 ***	[0,44; 0,73]
Capital Humano × Sustentabilidade Organizacional	0,117	p = 0,3072 (n.s.)	[-0,11; 0,33]
Capital Estrutural × Capital Relacional	0,704	p < 0,001 ***	[0,57; 0,8]
Capital Estrutural × Sustentabilidade Organizacional	0,079	p = 0,4894 (n.s.)	[-0,15; 0,3]
Capital Relacional × Sustentabilidade	0,124	p = 0,2798 (n.s.)	[-0,1; 0,34]

Organizacional			

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

As três correlações entre dimensões de Capital Intelectual (CH×CE, CH×CR, CE×CR) são moderadas a fortes e altamente significativas. As três correlações envolvendo Sustentabilidade são pequenas (ρ entre 0,08 e 0,12) e não significativas; a capacidade desta amostra de detectar efeitos pequenos é discutida no item E.2.

E.1 Correção por atenuação (erro de medida)

Quadro S6: Correlações corrigidas por atenuação.

Par	ρ observado	ρ corrigido p/ confi-abilidade
Capital Humano × Capital Estrutural	0,581	0,68
Capital Humano × Capital Relacional	0,605	0,681
Capital Humano × Sustentabilidade Or-ganizacional	0,117	0,147
Capital Estrutural × Capital Relacional	0,704	0,843
Capital Estrutural × Sustentabilidade Or-ganizacional	0,079	0,106
Capital Relacional × Sustentabilidade Or-ganizacional	0,124	0,16

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Mesmo corrigindo para o erro de medida das subescalas (usando os alfas do item C), as correlações com Sustentabilidade permanecem pequenas (0,11 a 0,16), bem distantes das correlações entre CH, CE e CR corrigidas (0,68 a 0,84). Isso descarta a baixa confiabilidade da subescala SO como explicação suficiente: mesmo "livre" de erro de medida, a relação continua fraca. Observe-se que a correção de Spearman ($r/\sqrt{(\alpha x \cdot \alpha y)}$) foi formulada para correlações de Pearson; aplicada a ρ com alfas de Cronbach, é uma aproximação.

E.2 Poder estatístico

Com n = 78, o poder para detectar ρ = 0,20 é de apenas 0,419; para ρ = 0,30, sobe para 0,764. Seriam necessários aproximadamente 195 respondentes para atingir 80% de poder na

detecção de um efeito pequeno (ρ = 0,20) e 85 para um efeito pequeno-moderado (ρ = 0,30). Isto é: não é possível afirmar com confiança que a relação é zero, apenas que, se existir, é pequena, e esta amostra não tem poder para confirmá-la com significância.

F. Testes adicionais de robustez

F.1 O item 5.4 está distorcendo o bloco de Sustentabilidade?

Removendo o item 5.4 ("a retenção de talentos deveria ser prioridade institucional"), que teve carga cruzada negativa atípica na AFE, o alfa da subescala SO sobe ligeiramente de 0,697 para 0,703, mas as correlações com as demais dimensões continuam não significativas.

Quadro S7: Correlações sem o item 5.4.

Par (SO sem item 5.4)	ρ	Significância
Capital Humano × Sustentabilidade	0,149	p = 0,1914 (n.s.)
Capital Estrutural × Sustentabilidade	0,144	p = 0,2095 (n.s.)
Capital Relacional × Sustentabilidade	0,144	p = 0,207 (n.s.)

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O item problemático não é, sozinho, a causa da ausência de correlação, o padrão persiste mesmo sem ele.

F.2 Efeito conjunto: regressão múltipla (SO ~ CH + CE + CR)

R^2 = 0,0298 (as três dimensões, juntas, explicam menos de 3% da variância de Sustentabilidade); F global não significativo (p = 0,5212); nenhum coeficiente individual é significativo (CH: p = 0,877; CE: p = 0,7052; CR: p = 0,2445). Um modelo multivariado, que poderia revelar um efeito conjunto mascarado nas correlações bivariadas, também não encontra relação.

F.3 Mediação (CH → CE → SO e CH → CR → SO)

Esses caminhos foram testados porque a teoria do Capital Intelectual costuma prever efeitos indiretos, como em Cabrita e Bontis (2008), para quem o efeito do Capital Humano sobre desempenho é inteiramente mediado por Capital Estrutural/Relacional. Aqui, os caminhos X→M são fortes e significativos (CH prediz bem CE e CR, como já visto), mas

nem os caminhos M→Y, nem os efeitos indiretos, nem os efeitos totais são significativos: nem mesmo esse mecanismo indireto aparece nos dados.

Em conjunto, os testes de sensibilidade (F.1), o modelo multivariado (F.2) e a mediação (F.3) eliminam as explicações estatísticas alternativas mais prováveis. O que resta, e é consistente com o item B, é o efeito-teto/restrição de variância na Sustentabilidade Organizacional, possivelmente somado a uma questão de validade de construto (ver síntese abaixo).

G. Síntese: o que explica o paradoxo

Convergindo as sete análises acima, a explicação mais bem sustentada pelos próprios dados não é um artefato metodológico isolado, mas a combinação de dois fatores:

Primeiro, um efeito-teto real e mensurável no bloco de Sustentabilidade Organizacional (item B): média de 4,28 em 5, quase metade da amostra no topo da escala, e distribuição não normal com assimetria negativa. Isso restringe severamente a variância disponível para qualquer correlação: não é possível que uma variável quase constante covarie fortemente com outra que varia livremente.

Segundo, uma provável questão de validade de construto: os quatro itens desse bloco são formulados como afirmações genéricas sobre os benefícios da capacitação/gestão do conhecimento em geral ("a capacitação de servidores contribui para redução de retrabalho", "investimentos em tecnologia melhoram o desempenho organizacional"), proposições com as quais praticamente qualquer respondente concorda, independentemente de sua experiência concreta na instituição. Isso contrasta com os itens de CH, CE e CR, que pedem uma avaliação específica da instituição ("a gestão valoriza...", "os processos são claros..."). Um bloco que mede concordância com truísmos gerais tende a não covariar com blocos que medem avaliação situada, o que é exatamente o padrão observado.

O que a reanálise permite descartar com razoável segurança: (i) artefato de rotação fatorial ortogonal, testado e refutado no item D; (ii) item isolado distorcendo o resultado, testado e refutado no item F.1; (iii) efeito conjunto/mediado mascarado, testado e refutado nos itens F.2 e F.3; (iv) baixa confiabilidade como explicação suficiente, a correção por atenuação (item E.1) mostra que o efeito continua pequeno mesmo livre de erro de medida.

O que não pode ser descartado, e deve ser reportado como limitação: o poder estatístico desta amostra ($n = 78$) é insuficiente para detectar com confiança um efeito pequeno ($\rho \approx 0{,}10–0{,}15$) caso ele exista de fato; a ausência de significância não equivale, tecnicamente, à prova de ausência de relação.

REFERÊNCIAS

FAÇANHA, R. P. G. **Capital intelectual e gestão do conhecimento**: uma tecnologia organizacional para a estratégia institucional no IFPA Campus Belém. 2026. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, 2026.

FAÇANHA, R. P. G.; PANTOJA, W. W. R.; SILVA, F. P. E. Capital intelectual e gestão do conhecimento: tecnologia organizacional como estratégia institucional no IFPA Campus Belém. No prelo.