

**PROJETO DE APRIMORAMENTO DA ANÁLISE TÉCNICA DE ENGENHARIA  
MEDIANTE ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO DA ANÁLISE DE CUSTOS NO  
ESTADO DE SÃO PAULO**

**Campinas, novembro de 2025**

## **Projeto de Aprimoramento da Análise Técnica de Engenharia mediante Estudo de Regionalização da Análise de Custos no Estado de São Paulo**

---

### **Resumo**

Este projeto visa aprimorar a análise técnica de engenharia na CAIXA por meio da regionalização dos custos, considerando as diferentes realidades do estado de São Paulo. A metodologia adotada envolveu a construção de uma base referencial com dados socioeconômicos e técnicos das capitais estaduais e municípios relevantes, incluindo variáveis como população, custo de vida, salário médio, distância à capital e relação CUB municipal/CUB São Paulo-SP. A partir desses dados, foram elaborados modelos estatísticos de regressão linear, garantindo aderência aos pressupostos técnicos e exclusão de outliers. Os resultados obtidos demonstraram correlação consistente entre as variáveis selecionadas e a relação CUB, permitindo estimativas mais precisas para diferentes regiões. Essa abordagem contribui para maior eficiência, padronização e alinhamento estratégico, reduzindo divergências e fortalecendo a confiabilidade das análises de engenharia.

### **Objetivo**

Aprimorar a metodologia de análise técnica de engenharia por meio da regionalização dos custos, garantindo maior aderência às realidades locais e alinhamento às diretrizes estratégicas da CAIXA.

### **Participantes**

Equipe de Engenharia de Avaliações da CIHAR/SP

Eng. Civil Heleno Pedroso

Eng. Civil Fernando Cesar Alvarenga Rosa Madia

Beneficiários: Equipe de Análise PJ da CIHAR/SP

### **Exposição/Descrição**

O presente estudo foi concebido para enfrentar um desafio recorrente na análise técnica de engenharia: a falta de representatividade do CUB SINAPI calculado para a capital paulista quando aplicado às demais regiões do Estado de São Paulo. Essa discrepância compromete a precisão das análises de custos e pode gerar inconsistências nos processos decisórios.

Para superar essa limitação, desenvolvemos um procedimento inovador baseado em um macromodelo estatístico, com nível de confiança de 80%, capaz de estimar a relação percentual entre o CUB de referência da capital e os valores ajustados para diferentes regiões.

O caráter inovador do estudo reside na aplicação de técnicas estatísticas avançadas para regionalização de custos, algo inédito no contexto da CAIXA. A metodologia adotada foi estruturada em etapas bem definidas:

1. Seleção da Amostra: Construimos uma base referencial abrangente, composta por dados das capitais estaduais e dos principais municípios brasileiros em importância econômica. Para cada município, foram planejados atributos como população total, limite de valor de imóvel para habitação popular, custo de vida, IDH, PIB per capita, salário médio, densidade demográfica, distância à capital paulista e relação CUB municipal/CUB-SP.

2. Definição das Variáveis: Após análise exploratória, identificamos as variáveis mais representativas para explicar as diferenças regionais, destacando população, custo de vida, salário médio, distância e relação CUB.

3. Modelagem Estatística: Elaboramos modelo de regressão linear clássica, garantindo aderência aos pressupostos de homoscedasticidade, normalidade dos resíduos, ausência de autocorrelação e multicolinearidade. Durante o saneamento da amostra, seis dados foram desconsiderados por serem outliers ou influenciantes. O modelo final apresentou coeficiente de determinação ajustado de 0,766, indicando forte capacidade explicativa.

4. Resultados: As projeções obtidas demonstraram aderência ao comportamento esperado do mercado, permitindo calcular fatores de ajuste para cada GIHAB. Esses resultados foram consolidados em tabela e gráfico, evidenciando variações significativas entre regiões, como Campinas (99%) e Franca (83%).

Alinhamento ao Planejamento CAIXA 2030: O estudo contribui diretamente para os pilares estratégicos da CAIXA, promovendo eficiência

operacional, padronização e governança. Ao reduzir divergências e aumentar a assertividade na análise de custos, o procedimento fortalece a tomada de decisão e otimiza recursos, além de ser replicável para outros estados, ampliando seu impacto institucional.

**Ganhos Estratégicos:** Entre os principais benefícios, destacam-se a melhoria da qualidade das análises, redução do tempo de resposta às demandas, maior segurança nas operações e potencial para uniformização nacional dos critérios de verificação de custos.

Essa iniciativa contribui no posicionamento desejado pela CAIXA, como referência em inovação aplicada à engenharia, alinhada às melhores práticas do setor e às exigências de um mercado cada vez mais dinâmico.

Este trabalho compõe a estratégia de inovação adotada pela CIHAR/SP. Visando melhorar a análise de custos, integrando conhecimento estatístico, expertise local e visão estratégica, em perfeita consonância com os objetivos do Planejamento CAIXA 2030.

### **Impactos e Resultados**

Os resultados diretos do Estudo permitiram a obtenção das Relações CUB/CUB-SP ajustadas por região, com aderência ao comportamento esperado do mercado.

A utilização destas Relações CUB/CUB-SP, na prática possibilitou redução de inconsistências na análise técnica, acarretando maior precisão nos custos analisados. Uma vez que trabalha com estimativas mais realistas, para as diferentes regiões do estado.

Entendemos que o presente estudo tem potencial de ser replicado para outros estados. Contribuindo para a eficiência operacional e alinhamento ao Planejamento CAIXA 2030.

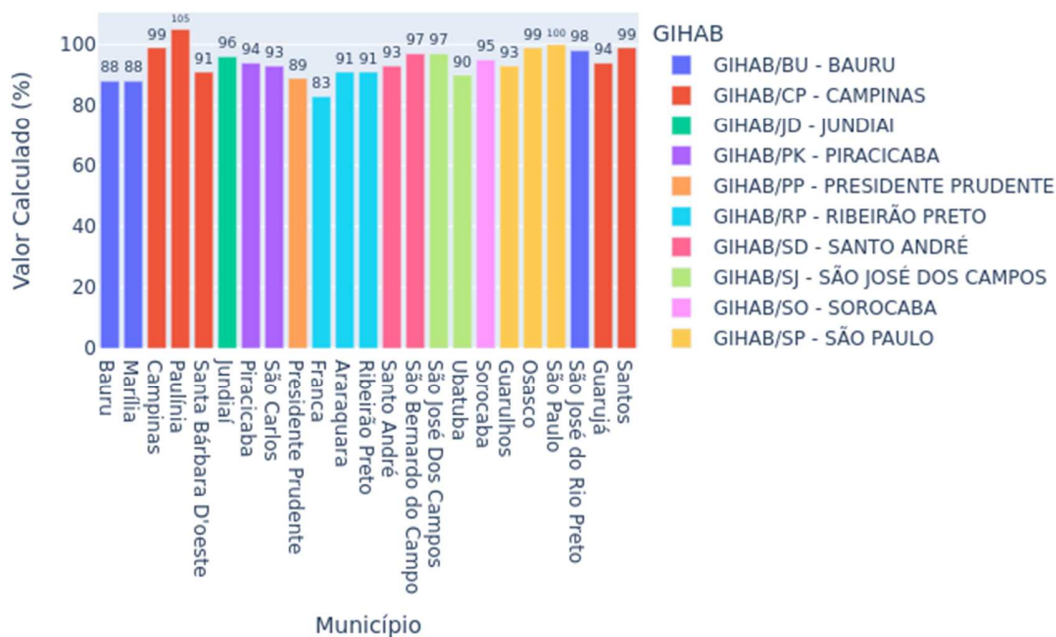
### **Tabela de Resultados**

<b>GIHAB de Vinculação</b>	<b>Municípios</b>	<b>Valores Calculados</b>	<b>Relação CUB/CUB SP</b>
----------------------------	-------------------	---------------------------	---------------------------

GIHAB/BU - BAURU	Bauru	88%	<b>88%</b>
	Marília	88%	
GIHAB/CP - CAMPINAS	Campinas	99%	<b>98%</b>
	Paulínia	105%	
	Santa Bárbara D'oeste	91%	
GIHAB/JD - JUNDIAI	Jundiaí	96%	<b>96%</b>
GIHAB/PK - PIRACICABA	Piracicaba	94%	<b>94%</b>
	São Carlos	93%	
GIHAB/PP - PRESIDENTE PRUDENTE	Presidente Prudente	89%	<b>89%</b>
GIHAB/RP - RIBEIRÃO PRETO	Franca	83%	<b>88%</b>
	Araraquara	91%	
	Ribeirão Preto	91%	
GIHAB/SD - SANTO ANDRÉ	Santo André	93%	<b>95%</b>
	São Bernardo do Campo	97%	
GIHAB/SJ - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	São José Dos Campos	97%	<b>94%</b>
	Ubatuba	90%	
GIHAB/SO - SOROCABA	Sorocaba	95%	<b>95%</b>
GIHAB/SP - SÃO PAULO	Guarulhos	93%	<b>97%</b>
	Osasco	99%	
	São Paulo	100%	
GIHAB/SR - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	São José do Rio Preto	98%	<b>98%</b>
GIHAB/ST - SANTOS	Guarujá	94%	<b>97%</b>

	Santos	99%	
--	--------	-----	--

### Valores Calculados por Município



### Bibliografia

CARVALHO, M.M.; Rabechini Jr., R. 2023. Fundamentos em Gestão de Projetos. 5ª ed. Atlas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

DANTAS, R.A. 2012. Engenharia de Avaliações: Uma Introdução à Metodologia Científica. 3ª ed. Pini, São Paulo, SP, Brasil.

FERREIRA, Roberto dos Santos. Estruturação de Célula Especializada em Engenharia de Avaliação de Imóveis. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Projetos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

CNM – Confederação Nacional de Municípios;

Planejamento Estratégico CAIXA 2030.

## Anexo

### MODELO: Estudo Comparativo de Custos

#### CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

---

##### DADOS

Total da Amostra	: 26
Utilizados	: 24
Outlier	: 1

##### VARIÁVEIS

Total	: 8
Utilizadas	: 5
Grau Liberdade	: 19

#### MODELO LINEAR DE REGRESSÃO – Escala da Variável Dependente: y

---

##### COEFICIENTES

Correlação	: 0,89836
Determinação	: 0,80706
Ajustado	: 0,76644

##### VARIAÇÃO

Total	: 0,07460
Residual	: 0,01439
Desvio Padrão	: 0,02752

##### F-SNEDECOR

F-Calculado	: 19,86859
Significância	: < 0,01000

##### D-WATSON

D-Calculado	: 2,26176
Resultado Teste	: Não auto-regressão 95%

**NORMALIDADE**

Intervalo Classe	% Padrão	% Modelo
-1 a 1	68	75
-1,64 a +1,64	90	95
-1,96 a +1,96	95	95

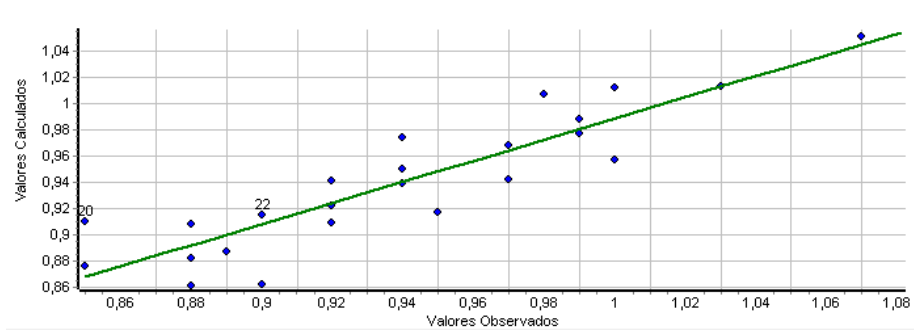
**MODELO UTILIZADO NA ESTIMATIVA DE VALOR**

$$Y = 1,018629 + -0,029734 * \ln(X_1) + 0,000064 * X_2 + 0,071320 * \ln(X_3) + -0,000000 * X_4$$

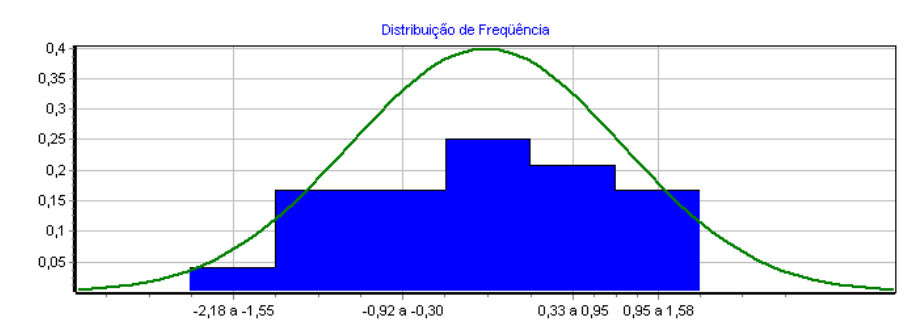
**MODELO DE ESTIMATIVA - PRINCIPAIS INDICADORES**

AMOSTRA	MODELO
Média : 0,94	Coefic. Aderência : 0,80706
Varição Total : 0,07	Varição Residual : 0,01
Variância : 0,00	Variância : 0,00
Desvio Padrão : 0,06	Desvio Padrão : 0,03

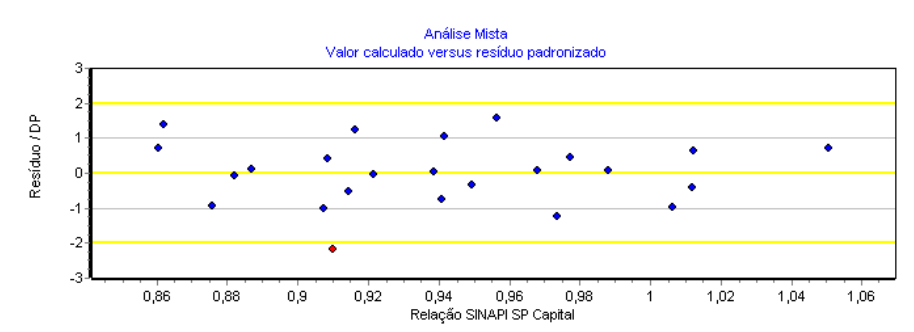
### GRÁFICO DE ADERÊNCIA (Valor Observado X Valor Calculado)



### Histograma de Resíduos Padronizados X Curva Normal Padrão



### Distribuição de Valores Ajustados X Resíduos Padronizados



## DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

### X<sub>1</sub> População

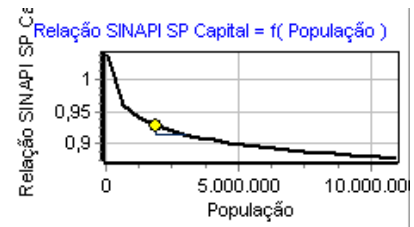
---

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 41348,00 a 11451999,00

Impacto esperado na dependente: Positivo

10% da amplitude na média: -1,53 % na estimativa



### \* Lim Habitação Popular

---

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 152500,00 a 164000,00

Impacto esperado na dependente: Positivo

### X<sub>2</sub> Custo de Vida

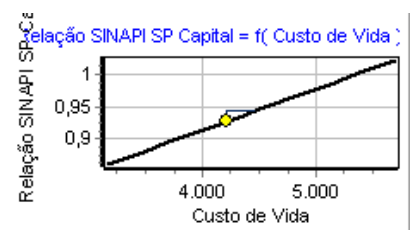
---

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 3169,00 a 5834,00

Impacto esperado na dependente: Positivo

10% da amplitude na média: 1,84 % na estimativa



### \* IDH

---

---

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 0,72 a 0,85

Impacto esperado na dependente: Positivo

### \* PIB Per Capita

---

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 21706,06 a 92732,27

Impacto esperado na dependente: Positivo

### X<sub>3</sub> Salário Médio Trabalhadores

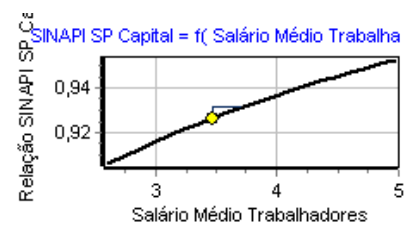
---

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 2,60 a 5,10

Impacto esperado na dependente: Positivo

10% da amplitude na média: 0,54 % na estimativa



### X<sub>4</sub> Distância São Paulo

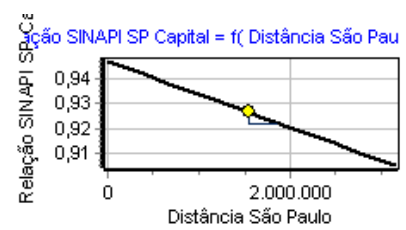
---

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 0,00 a 3302640,00

Impacto esperado na dependente: Negativo

10% da amplitude na média: -0,47 % na estimativa



---

## Y Relação SINAPI SP Capital

---

Tipo: Dependente

Amplitude: 0,85 a 1,07

Micronumerosidade para o modelo: atendida.

### PARÂMETROS DE ANÁLISE DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

VARIÁVEL	Escala Linear	<i>T-Student</i> <i>Calculado</i>	Significância (Soma das Caudas)	Determ. Ajustado (Padrão = 0,76644)
X <sub>1</sub> População	ln(x)	-3,57749	0,20	0,62865
X <sub>2</sub> Custo de Vida	x	5,12271	0,01	0,47165
X <sub>3</sub> Salário Médio Trabalhadores	ln(x)	1,43274	16,82	0,75414
X <sub>4</sub> Distância São Paulo	x	-1,37837	18,41	0,75593

## MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS (Valores em percentual)

- MATRIZ SUPERIOR - PARCIAIS
- MATRIZ INFERIOR - ISOLADAS

Variável	Forma Linear	População	Custo de Vida	Salário Médio Trabalhadores	Distância São Paulo	Relação SINAPI SP Capital
X <sub>1</sub>	ln(x)		81	15	58	63
X <sub>2</sub>	x	63		12	38	76
X <sub>2</sub>	ln(x)	23	58		48	31
X <sub>3</sub>	x	-52	-47	-64		30
Y	y	14	73	73	-47	