



## Estudo referente a previsão de Custo de Manutenção Predial (CMP) dos campi do IFCE

## ☐ Tópicos

- ✓ Objetivo
- ✓ Contexto
- ✓ Seleção da metodologia
- ✓ Metodologia aplicada
- ✓ Resultados
- ✓ Conclusão

## Objetivo

➤ Geral:

1. Desenvolver uma ferramenta para auxiliar a Diretoria de Infraestrutura e Engenharia da Reitoria do IFCE a prever o custo de manutenção predial para inauguração de uma licitação de serviços de manutenção predial compartilhada.

➤ Específico:

1. Desenvolver um modelo matemático para prever o custo de manutenção predial de todas as unidades do IFCE em determinado ano.

### ❑ Contratos nº 51/2023, 58/2023, 59/2023, 60/2023 e 61/2023

- Valor de referência do item contratual foi coletado por meio do histórico das despesas pagas com manutenção predial nos exercícios de 2020, 2021, 2022, adotando-se a média aritmética do referido período, resultando na monta global de R\$ 6.623.896,49.

CAMPUS	VALOR DO CONTRATO (R\$)
REITORIA	412.426,46
FORTALEZA	501.603,51
POLO DE INOVAÇÃO	7.902,62
CAUCAIA	131.668,08
HORIZONTE	17.596,52
MARANGUAPE	61.986,66
MARACANAÚ	248.784,69

❑ Contratos nº 51/2023, 58/2023, 59/2023, 60/2023 e 61/2023

CAMPUS	VALOR DO CONTRATO (R\$)
PARACURU	99.187,03
PECÉM	125.228,66
ITAPIPOCA	125.228,66
UMIRIM	58.791,39
GUARAMIRANGA	48.367,58
BATURITÉ	9.892,55
BOA VIAGEM	73.121,84
TAUÁ	161.756,90
CANINDÉ	110.614,44
CRATEÚS	266.451,32
ARACATI	81.419,87
JAGUARUANA	58.001,15
LIMOEIRO DO NORTE	197.097,75

❑ Contratos nº 51/2023, 58/2023, 59/2023, 60/2023 e 61/2023

CAMPUS	VALOR DO CONTRATO (R\$)
MORADA NOVA	207.359,14
QUIXADÁ	75.881,41
TABULEIRO DO NORTE	35.893,63
ACARAÚ	107.016,05
CAMOCIM	170.690,76
SOBRAL	285.892,98
TIANGUÁ	103.417,06
UBAJARA	142.125,99
ACOPIARA	33.522,81
JAGUARIBE	20.242,09
MOMBAÇA	98.668,32
IGUATU	230.854,38
CEDRO	265.484,69

### ❑ Contratos nº 51/2023, 58/2023, 59/2023, 60/2023 e 61/2023

CAMPUS	VALOR DO CONTRATO (R\$)
CRATO	78.265,90
JUAZEIRO DO NORTE	323.246.52

### ➤ Considerações:

1. A metodologia para estimativa do valor de referência levou em consideração somente o sub-elemento de despesa (manutenção e conservação de bens e imóveis) e a aplicação da média aritmética dos valores efetivamente pagos em 2020, 2021 e 2022 de cada unidade.
2. Havia urgência na inauguração do processo de licitação, pois o contrato vigente foi rescindido intempestivamente e as unidades do IFCE estavam descobertas contratualmente.

## *Seleção da metodologia*

### ❑ Média aritmética de histórico do custo de manutenção predial

#### ➤ Vantagens:

- Fácil de calcular, usa todos os valores no conjunto de dados e sensível a todo valor.

#### ➤ Desvantagens:

- A análise não leva em conta variáveis independentes, tais como área construída, quantidade de usuários e etc....



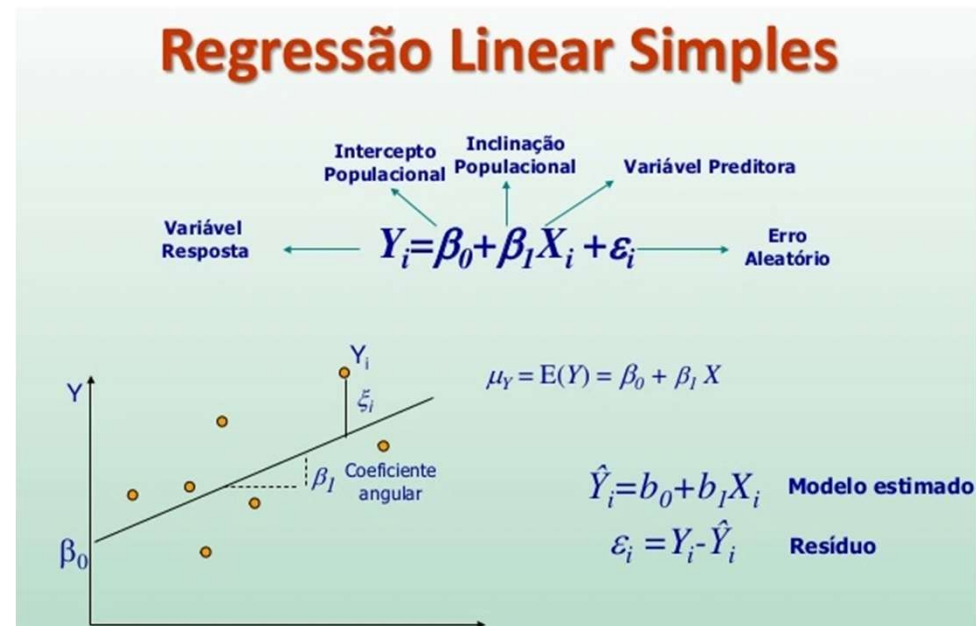
## *Seleção da metodologia*

### ❑ **ABNT NBR 5674:1999**

- Estudos realizados em diversos países, para diferentes tipos de edificações, demonstram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção das edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial.
- Essa ABNT NBR 5674:1999 foi substituída pela ABNT NBR 5674:2012, na qual o texto supracitado foi retirado.

### ❑ Método da Regressão Linear

- É uma técnica estatística que descreve a relação entre uma ou mais variáveis independentes (preditoras) e uma variável dependente (resposta), modelando essa relação por meio de uma linha reta. A análise de regressão é utilizada principalmente com o propósito de previsão.



### ❑ Seleção de variáveis preditoras e resposta

- A equipe que compõe a Coordenadoria de Manutenção Predial da DIE selecionou as variáveis independentes que poderiam ter uma forte correlação com o CMP.

SIGLA	INFORMAÇÃO COLETADA	TIPO	FONTE
CMP	Custo de Manutenção Predial (sub-elemento: material para manutenção de bens imóveis/instalações, manutenção e conservação de bens imóveis (PJ e PF), manutenção e conservação de bens imóveis (despesa de capital) e manutenção e conservação de bens imóveis (contratação de mão de obra)	Quantitativa	Tesouro Nacional
AT	Área Total da unidade do IFCE	Quantitativa	Laudo de Avaliação de Bens e Imóveis da unidade
AC	Área Construída da unidade do IFCE	Quantitativa	SIMEC e Laudo de Avaliação de Bens e Imóveis da unidade
QU	Quantidade de Usuários da Unidade do IFCE	Quantitativa	Plataforma Nilo Peçanha (PNP) e Planilha de terceirizados do IFCE
COA	Custo de Obras em Andamento das unidades do IFCE	Quantitativa	Tesouro Nacional
CA	Condição Ambiental de cada unidade do IFCE	Qualitativa (Sertão ou litoral)	Geografia do município

### ❑ Modelo matemático

- Aplicou-se o modelo de regressão linear com mais de uma variável independente, conforme modelo *Multiple Input, Single Output* (MISO) abaixo:

$$y_{P_i} = a_0 + a_1 \cdot x_{1_i} + a_2 \cdot x_{2_i} + \dots + a_k \cdot x_{k_i} + r_i,$$

- Considerando que, na ausência das variáveis independentes, o custo de manutenção seria zero, o coeficiente  $a_0$  (interceptação) pode ser considerado nulo.
- No quadro abaixo estão as variáveis de entrada selecionadas pela equipe técnica da DIE.

ANO DE TREINAMENTO	ANO DE TESTE	ENTRADAS	SAÍDA
2018 à 2023	2019 à 2024	AT	CMP (ano posterior)
		AC	
		QU	
		COA	
		CMP (ano)	
		CA	

## Metodologia aplicada tensão

### ❑ Aplicação do teste de correlação de Pearson

- Aplicou-se a matriz de correlação de PEARSON, que mede se há ou não relação entre as variáveis, nos dados de entrada:

VARIÁVEL	AT	AC	QU	COA	CMP (ano)	CMP (ano+1)
AT	1					
AC	0,36	1				
QU	0,06	0,72	1			
COA	-0,06	-0,08	-0,01	1		
CMP (ano)	-0,02	0,65	0,56	-0,04	1	
CMP (ano+1)	-0,01	0,65	0,58	-0,07	0,65	1
REFERÊNCIA	0 à -0,03	0,65 à 0,95	0,35 à 0,65	-0,03 à -0,35	0,65 à 0,95	
CLASSIFICAÇÃO	NULA	FORTE	MODERADO	FRACA	FORTE	

- Excluiu-se as variáveis independentes que obtiveram como resultado uma correlação de PEARSON nula ou fraca. Abaixo o quadro com as variáveis que permaneceram:

ANO	ENTRADAS	SAÍDA
2018 à 2023	AC	CMP (ano posterior)
	QU	
	CMP(do ano)	
	CA	

### ☐ Treinamento do modelo preditivo

- Utilizou-se as variáveis independentes coletadas entre 2018 e 2023 para treinamento do modelo preditivo.
- Aplicou-se o modelo de Regressão Linear Múltipla para calcular os coeficientes:

ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO		REFERÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO
R múltiplo	0,85	$0,70 < R \leq 0,90$	FORTE
R-Quadrado	0,72	$0,49 < R^2 \leq 0,81$	FORTE
R-quadrado ajustado	0,71	$0,49 < R^2 \leq 0,81$	FORTE

VARIÁVEL	COEFICIENTE	VALOR-P	REFERÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO
Interseção	0	N/A	N/A	N/A
CA	86.501,95	0,01	$0,01 < P \leq 0,05$	FORTE
AC	13,25	$< 0,01$	$P \leq 0,01$	FORTÍSSIMA
QU	28,57	0,04	$0,01 < P \leq 0,05$	FORTE
CMP	0,33	$< 0,01$	$P \leq 0,01$	FORTÍSSIMA

### ❑ Teste do modelo preditivo

- Utilizou-se os coeficientes calculados entre 2018 e 2023 para o teste do modelo preditivo.
- $\text{Custo de Manutenção Predial (ano + 1)} = 13,25 \times (\text{Área Construída do ano}) + 28,57 \times (\text{Quantidade de Usuários do ano}) + 0,33 \times (\text{Custo de Manutenção Predial do ano}) + 86.501,96 \times (\text{Condição Ambiental})$
- Utilizou-se o teste de correlação de Pearson entre o CMP (coletado) e o CMP (calculado) entre os anos de 2019 e 2024.

DESCRIÇÃO	PEARSON	REFERÊNCIA	Classificação	OBSERVAÇÃO
CMP de 2019 (coletado x calculado)	0,86	0,65 à 0,95	FORTE	
CMP de 2020 (coletado x calculado)	0,68	0,65 à 0,95	FORTE	PANDEMIA DE COVID-19
CMP de 2021 (coletado x calculado)	0,81	0,65 à 0,95	FORTE	
CMP de 2022 (coletado x calculado)	0,87	0,65 à 0,95	FORTE	
CMP de 2023 (coletado x calculado)	0,80	0,65 à 0,95	FORTE	
CMP de 2024 (coletado x calculado)	0,81	0,65 à 0,95	FORTE	
CMP de 2018 à 2024 (coletado x calculado)	0,73	0,65 à 0,95	FORTE	

### ☐ Teste do modelo preditivo

- Utilizou-se como teste estatístico auxiliar a aplicação do Fator de Inflação de Variância (*Variance Inflation Factor – VIF*) para identificar multicolinearidade entre as variáveis independentes.

DESCRIÇÃO	VIF	REFERÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO
Condição Ambiental (CA)	1,29	< 5	Não há indicativo de multicolinearidade
Área Construída (AC)	4,55	< 5	Não há indicativo de multicolinearidade
Quantidade de Usuários (QU)	3,46	< 5	Não há indicativo de multicolinearidade
Custo de Manutenção Predial (CPM)	3,13	< 5	Não há indicativo de multicolinearidade



### ❑ Resultados

- Considerando que os testes de correlação de Pearson entre o CMP (coletado) e o CMP (calculado) dos anos de 2019 à 2024 e o teste de multicolinearidade (VIF) deram resultados satisfatórios, conclui-se que é possível inferir que o modelo preditivo, conforme equação abaixo, pode ser utilizado para prever os Custos de Manutenção Predial das unidades do IFCE para 2025:
- $$\begin{aligned} \text{Custo de Manutenção Predial (ano)} &= 13,25 \times (\text{Área Construída do ano anterior}) \\ &+ 28,57 \times (\text{Quantidade de Usuários do ano anterior}) + 0,33 \\ &\times (\text{Custo de Manutenção Predial do ano anterior}) + 86.501,96 \\ &\times (\text{Condição Ambiental}) \end{aligned}$$
- A previsão resultou em uma monta global de R\$ 10.168.939,42 em custeio.

### ❑ Previsão do Custo de Manutenção Predial das unidades do IFCE para 2025

CAMPUS	ÁREA CONSTRUÍDA EM 2024 (M2)	QNT. DE USUÁRIOS EM 2024	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2024 (R\$)	CONDIÇÃO AMBIENTAL	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2025 (R\$)
REITORIA	5.467,16	218	275.008,04	LITORAL	255.332,87
FORTALEZA	39.003,15	12.772	1.137.097,60	LITORAL	1.341.113,75
POLO DE INOVAÇÃO	560,00	17	86.501,95	LITORAL	94.727,22
CAUCAIA	6.345,74	1.211	202.975,89	LITORAL	271.742,36
HORIZONTE	5.562,00	958	56.511,44	SERTÃO	119.617,14
MARANGUAPE	5.611,00	1.201	125.907,04	SERTÃO	149.955,65
MARACANAÚ	14.309,63	3722	167.442,51	SERTÃO	350.899,56
PARACURU	5.562,00	1396	225.707,53	LITORAL	274.091,30

## Resultados

### ❑ Previsão do Custo de Manutenção Predial das unidades do IFCE para 2025

CAMPUS	ÁREA CONSTRUÍDA EM 2024 (M2)	QNT. DE USUÁRIOS EM 2024	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2024 (R\$)	CONDIÇÃO AMBIENTAL	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2025 (R\$)
PECÉM	9.700,46	1.714	183.161,20	LITORAL	324.085,14
ITAPIPOCA	9.055,76	1.007	294.157,93	SERTÃO	245.217,10
UMIRIM	7.117,00	806	213.939,38	SERTÃO	187.483,64
GUARAMIRANGA	3.185,51	533	50.013,66	SERTÃO	73.844,59
BATURITÉ	5.653,00	1.221	117.089,73	SERTÃO	148.193,80
BOA VIAGEM	5.737,54	696	71.351,58	SERTÃO	119.321,46
TAUÁ	5.469,35	725	271.458,69	SERTÃO	182.183,71
CANINDÉ	8.524,00	1.665	261.913,84	SERTÃO	246.402,30
CRATEÚS	11.074,21	1.975	364.806,71	SERTÃO	322.786,38
ARACATI	6.019,00	1.218	234.717,60	LITORAL	278.015,51

## Resultados

### ❑ Previsão do Custo de Manutenção Predial das unidades do IFCE para 2025

CAMPUS	ÁREA CONSTRUÍDA EM 2024 (M2)	QNT. DE USUÁRIOS EM 2024	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2024 (R\$)	CONDIÇÃO AMBIENTAL	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2025 (R\$)
JAGUARUANA	4.522,50	671	133.205,25	SERTÃO	122.776,09
LIMOEIRO DO NORTE	26.126,00	2.493	189.556,78	SERTÃO	479.648,12
MORADA NOVA	5.781,00	905	276.830,03	SERTÃO	193.218,32
QUIXADÁ	8.781,40	2.450	296.936,71	SERTÃO	283.724,02
TABULEIRO DO NORTE	6.779,90	1.350	277.184,62	SERTÃO	219.289,81
ACARAÚ	8.726,42	1.382	312.717,63	LITORAL	344.152,44
CAMOCIM	5.781,00	1.521	352.880,52	LITORAL	322.248,74
SOBRAL	18.057,78	3.884	826.353,76	SERTÃO	621.176,39
TIANGUÁ	6.324,00	1.338	240.562,22	SERTÃO	200.900,70
UBAJARA	6.064,00	1.004	266.691,20	SERTÃO	196.474,98

ZU

### ❑ Previsão do Custo de Manutenção Predial das unidades do IFCE para 2025

CAMPUS	ÁREA CONSTRUÍDA EM 2024 (M2)	QNT. DE USUÁRIOS EM 2024	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2024 (R\$)	CONDIÇÃO AMBIENTAL	CUSTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM 2025 (R\$)
ACOPIARA	5.562,00	804	65.016,30	SERTÃO	118.004,32
JAGUARIBE	6.056,00	956	114.651,62	SERTÃO	145.164,00
MOMBAÇA	4.283,31	296	99.479,20	SERTÃO	97.836,22
IGUATU	22.050,40	2.194	380.167,30	SERTÃO	479.560,75
CEDRO	10.090,58	2.314	383.767,68	SERTÃO	325.650,45
CRATO	25.253,08	1.956	369.871,39	SERTÃO	515.413,45
JUAZEIRO DO NORTE	12.569,00	3.491	769.881,42	SERTÃO	518.686,97

## Conclusão

### ❑ Valor do contrato em 2023 x valor de referência para futura licitação

CAMPUS	VALOR DO CONTRATO 2023 (R\$)	VALOR DE REFERÊNCIA PARA FUTURA LICITAÇÃO (R\$)	% RELATIVA
REITORIA	412.426,46	255.332,87	-38%
FORTALEZA	501.603,51	1.341.113,75	167%
POLO DE INOVAÇÃO	7.902,62	94.727,22	1.099%
CAUCAIA	131.668,08	271.742,36	106%
HORIZONTE	17.596,52	119.617,14	580%
MARANGUAPE	61.986,66	149.955,65	142%
MARACANAÚ	248.784,69	350.899,56	41%
PARACURU	99.187,03	274.091,30	176%
PECÉM	125.228,66	324.085,14	159%
ITAPIPOCA	125.228,66	245.217,10	96%
UMIRIM	58.791,39	187.483,64	219%
GUARAMIRANGA	48.367,58	73.844,59	53%

### ❑ Valor do contrato em 2023 x valor de referência para futura licitação

CAMPUS	VALOR DO CONTRATO 2023 (R\$)	VALOR DE REFERÊNCIA PARA FUTURA LICITAÇÃO (R\$)	% RELATIVA
BATURITÉ	9.892,55	148.193,80	1.398%
BOA VIAGEM	73.121,84	119.321,46	63%
TAUÁ	161.756,90	182.183,71	13%
CANINDÉ	110.614,44	246.402,30	123%
CRATEÚS	266.451,32	322.786,38	21%
ARACATI	81.419,87	278.015,51	241%
JAGUARUANA	58.001,15	122.776,09	112%
LIMOEIRO DO NORTE	197.097,75	479.648,12	143%
MORADA NOVA	207.359,14	193.218,32	-7%
QUIXADÁ	75.881,41	283.724,02	274%
TABULEIRO DO NORTE	35.893,63	219.289,81	511%

## Conclusão

### ❑ Valor do contrato em 2023 x valor de referência para futura licitação

CAMPUS	VALOR DO CONTRATO 2023 (R\$)	VALOR DE REFERÊNCIA PARA FUTURA LICITAÇÃO (R\$)	% RELATIVA
ACARAÚ	107.016,05	344.152,44	222%
CAMOCIM	170.690,76	322.248,74	89%
SOBRAL	285.892,98	621.176,39	117%
TIANGUÁ	103.417,06	200.900,70	55%
UBAJARA	142.125,99	196.474,98	38%
ACOPIARA	33.522,81	118.004,32	252%
JAGUARIBE	20.242,09	145.164,00	617%
MOMBAÇA	98.668,32	97.836,22	-1%
IGUATU	230.854,38	479.560,75	108%
CEDRO	265.484,69	325.650,45	23%
CRATO	78.265,90	515.413,45	559%
JUAZEIRO DO NORTE	323.246,52	518.686,97	60%



## PRÓ-REITORIA DE ADMINISTRAÇÃO E PLANEJAMENTO DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA E ENGENHEARIA

☐ 3401.2316/99938.7910

🌐 [marcus.macedo@ifce.edu.br](mailto:marcus.macedo@ifce.edu.br)