

## Capítulo 6

### Estudo de Casos

---

*Neste capítulo, estão detalhadas as estimativas de um projeto de desenvolvimento e de um projeto de manutenção executadas com FPA e FFPA, além de uma validação do modelo proposto através de uma base de dados.*

O modelo proposto, Análise de Pontos por Função *Fuzzy* (FFPA), foi validado através de uma base de dados reais, a qual contém informações de sistemas governamentais, incluindo projetos de desenvolvimento e de manutenção de uma mesma organização. Essa base é constituída, em sua maioria, por sistemas legados, desenvolvidos principalmente nas linguagens de programação *Natural 2*, *MS Access* e *MS Visual Basic*. Os dados foram fornecidos por analistas de sistemas treinados em FPA, com o suporte de especialistas devidamente capacitados.

Neste estudo de casos, calculou-se e comparou-se as estimativas em FPA e FFPA de dois projetos de desenvolvimento de novos sistemas ( $D_1$  e  $D_2$ ), e de sete projetos de manutenção ( $M_1$ ,  $M_2$ , ...,  $M_7$ ). As funções de dados e transacionais foram estimadas tanto em FPA e FFPA, como pode ser visto nas seções a seguir. A partir dessas estimativas foram obtidos o total de pontos não-ajustados (UFP), o fator de ajuste (VAF) e o total dos pontos por função ajustados no modelo tradicional (FPA) e no modelo proposto estendido (FFPA).

Através dessa comparação, foi possível perceber-se os ganhos obtidos com o modelo proposto, quer utilizado no processo de desenvolvimento de software quer no de manutenção.

A seção seguinte apresenta uma comparação entre as estimativas em FPA e FFPA de um projeto de desenvolvimento, denominado  $D_2$ .

#### 6.1 Cálculo de um Projeto de Desenvolvimento de Software

A *Tabela 6.1* apresenta as estimativas em FPA e FFPA da função de dados Arquivo Lógico Interno (ILF) de forma detalhada do projeto de desenvolvimento do Sistema  $D_2$ ,

considerando o número de seus registros lógicos (RETs) e o número de seus itens de dados referenciados (DETs).

Tabela 6.1: Cálculo da função ILF do projeto de desenvolvimento D<sub>2</sub>

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
ILF1	1	3	7	7
ILF2	1	26	7	7
ILF3	1	10	7	7
ILF4	1	10	7	7
ILF5	1	8	7	7
ILF6	1	8	7	7
ILF7	1	9	7	7
ILF8	1	16	7	7
ILF9	1	6	7	7
ILF10	1	13	7	7
ILF11	1	8	7	7
ILF12	1	24	7	7
ILF13	1	10	7	7
ILF14	1	7	7	7
ILF15	1	7	7	7
ILF16	1	7	7	7
ILF17	1	7	7	7
ILF18	1	7	7	7
ILF19	1	7	7	7
ILF20	1	7	7	7
ILF21	1	7	7	7
ILF22	1	7	7	7
ILF23	1	13	7	7
ILF24	1	10	7	7
ILF25	1	6	7	7
ILF26	1	16	7	7
ILF27	1	8	7	7
ILF28	1	14	7	7
ILF29	1	13	7	7
ILF30	1	8	7	7
ILF31	1	6	7	7
ILF32	1	8	7	7
ILF33	1	8	7	7
ILF34	1	9	7	7
ILF35	1	16	7	7
ILF36	1	4	7	7
ILF37	1	4	7	7
ILF38	1	5	7	7
ILF39	1	13	7	7

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
ILF40	1	9	7	7
ILF41	1	11	7	7
ILF42	1	45	7	9,28
ILF43	1	38	7	8,44
ILF44	1	9	7	7
ILF45	1	4	7	7
ILF46	1	4	7	7
ILF47	1	4	7	7
ILF48	1	4	7	7
ILF49	1	4	7	7
ILF50	1	4	7	7
ILF51	1	7	7	7
ILF52	1	4	7	7
ILF53	1	4	7	7
ILF54	1	4	7	7
ILF55	1	17	7	7
ILF56	1	6	7	7
ILF57	1	6	7	7
ILF58	1	6	7	7
ILF59	1	6	7	7
ILF60	1	6	7	7
ILF61	1	6	7	7
ILF62	1	6	7	7
ILF63	1	6	7	7
ILF64	1	6	7	7
ILF65	1	6	7	7
ILF66	1	6	7	7
ILF67	1	6	7	7
ILF68	1	6	7	7
ILF69	1	6	7	7
ILF70	1	6	7	7
ILF71	1	8	7	7
ILF72	1	20	7	7
ILF73	1	42	7	8,92
ILF74	1	42	7	8,92
ILF75	1	22	7	7
ILF76	1	22	7	7
ILF77	1	6	7	7

A Tabela 6.2 apresenta as estimativas em FPA e FFPA da função transacional Entrada Externa (EI) de forma detalhada do projeto de desenvolvimento do Sistema D<sub>2</sub>, considerando o número de seus registros lógicos (RETs) e o número de seus itens de dados referenciados (DETs).

Tabela 6.2: Cálculo da função EI do projeto de desenvolvimento D<sub>2</sub>

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EI1	4	96	6	9
EI2	4	24	6	8,17
EI3	4	28	6	9
EI4	4	24	6	8,17
EI5	4	24	6	8,17
EI6	1	5	3	3
EI7	1	5	3	3
EI8	1	1	3	3
EI9	2	11	4	4
EI10	1	5	3	3
EI11	1	5	3	3
EI12	1	1	3	3
EI13	2	11	4	4
EI14	1	5	3	3
EI15	1	5	3	3
EI16	1	1	3	3
EI17	2	11	4	4
EI18	1	5	3	3
EI19	1	5	3	3
EI20	1	1	3	3
EI21	2	11	4	4
EI22	1	5	3	3
EI23	1	5	3	3
EI24	1	1	3	3
EI25	2	11	4	4
EI26	1	5	3	3
EI27	1	5	3	3
EI28	1	1	3	3
EI29	2	11	4	4
EI30	1	5	3	3
EI31	1	5	3	3
EI32	1	1	3	3
EI33	2	11	4	4
EI34	1	5	3	3
EI35	1	5	3	3
EI36	1	1	3	3
EI37	2	11	4	4
EI38	1	5	3	3
EI39	1	5	3	3
EI40	1	1	3	3
EI41	2	11	4	4
EI42	1	5	3	3
EI43	1	5	3	3
EI44	1	1	3	3
EI45	2	11	4	4
EI46	1	5	3	3
EI47	1	5	3	3
EI48	1	1	3	3
EI49	2	11	4	4
EI50	1	5	3	3

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EI51	1	5	3	3
EI52	1	1	3	3
EI53	2	11	4	4
EI54	1	15	3	3,84
EI55	1	15	3	3,84
EI56	1	1	3	3
EI57	2	32	6	9
EI58	1	21	4	4
EI59	1	21	4	4
EI60	1	1	3	3
EI61	2	61	6	9
EI62	1	42	4	6
EI63	1	42	4	6
EI64	1	1	3	3
EI65	2	88	6	9
EI66	1	19	4	4
EI67	1	19	4	4
EI68	1	1	3	3
EI69	2	37	6	9
EI70	1	21	4	4
EI71	1	21	4	4
EI72	1	1	3	3
EI73	2	61	6	9
EI74	1	41	4	6
EI75	1	41	4	6
EI76	1	1	3	3
EI77	2	88	6	9
EI78	1	5	3	3
EI79	1	5	3	3
EI80	1	1	3	3
EI81	2	16	6	6
EI82	4	23	6	7,9
EI83	4	23	6	7,9
EI84	4	23	6	7,9
EI85	4	23	6	7,9
EI86	4	23	6	7,9
EI87	4	31	6	9
EI88	4	37	6	9
EI89	4	58	6	9
EI90	4	31	6	9
EI91	4	20	6	7,10
EI92	1	5	3	3
EI93	1	5	3	3
EI94	2	22	6	6
EI95	1	1	3	3
EI96	1	5	3	3
EI97	1	5	3	3
EI98	2	16	6	6
EI99	1	1	3	3
EI100	1	5	3	3

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EI101	2	16	6	6
EI102	1	5	3	3
EI103	1	1	3	3
EI104	1	5	3	3
EI105	1	5	3	3
EI106	2	16	6	6
EI107	1	1	3	3
EI108	1	5	3	3
EI109	1	5	3	3
EI110	2	16	6	6
EI111	1	1	3	3
EI112	1	5	3	3
EI113	1	5	3	3
EI114	2	16	6	6
EI115	1	1	3	3
EI116	1	5	3	3
EI117	1	5	3	3
EI118	2	16	6	6
EI119	1	1	3	3
EI120	1	5	3	3
EI121	1	5	3	3
EI122	2	16	6	6
EI123	1	1	3	3
EI124	1	9	3	3
EI125	1	9	3	3
EI126	2	24	6	7,2
EI127	1	1	3	3
EI128	1	12	3	3,41
EI129	1	12	3	3,41
EI130	2	30	6	9
EI131	1	1	3	3
EI132	1	22	4	4
EI133	1	22	4	4
EI134	2	51	6	9
EI135	1	1	3	3
EI136	1	9	3	3
EI137	1	9	3	3
EI138	2	24	6	7,2
EI139	1	1	3	3
EI140	1	5	3	3
EI141	1	5	3	3

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EI142	2	13	4	4,8
EI143	1	1	3	3
EI144	3	16	6	6
EI145	3	15	6	6
EI146	2	3	3	3
EI147	4	19	6	6,81
EI148	4	19	6	6,81
EI149	4	19	6	6,81
EI150	4	19	6	6,81
EI151	4	19	6	6,81
EI152	4	19	6	6,81
EI153	4	19	6	6,81
EI154	4	19	6	6,81
EI155	4	19	6	6,81
EI156	4	19	6	6,81
EI157	4	19	6	6,81
EI158	4	19	6	6,81
EI159	4	42	6	9
EI160	4	51	6	9
EI161	4	96	6	9
EI162	4	49	6	9
EI163	4	51	6	9
EI164	1	7	3	3
EI165	1	7	3	3
EI166	1	1	3	3
EI167	2	20	6	6
EI168	1	5	3	3
EI169	1	5	3	3
EI170	1	1	3	3
EI171	2	16	6	6
EI172	1	5	3	3
EI173	1	5	3	3
EI174	1	1	3	3
EI175	2	16	6	6
EI176	3	15	6	6
EI177	3	13	6	6
EI178	2	3	3	3
EI179	4	29	6	9
EI180	4	23	6	7,92
EI181	4	23	6	7,92

A *Tabela 6.3* apresenta as estimativas em FPA e FFPA da função transacional Saída Externa (EO) de forma detalhada do projeto de desenvolvimento do Sistema  $D_2$ , considerando o número de seus registros lógicos (RETs) e o número de seus itens de dados referenciados (DETs).

Tabela 6.3: Cálculo da função EO do projeto de desenvolvimento  $D_2$ 

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EO1	1	5	4	4
EO2	1	5	4	4
EO3	1	5	4	4
EO4	1	10	4	4
EO5	1	9	4	4
EO6	1	9	4	4
EO7	1	9	4	4
EO8	1	9	4	4
EO9	1	9	4	4
EO10	1	9	4	4
EO11	1	9	4	4
EO12	1	9	4	4
EO13	1	12	4	4,12
EO14	1	16	4	4,56
EO15	1	13	4	4,23
EO16	1	9	4	4
EO17	2	19	5	6,72
EO18	1	8	4	4
EO19	16	162	7	10
EO20	1	5	4	4
EO21	1	5	4	4
EO22	1	5	4	4
EO23	1	5	4	4
EO24	1	5	4	4
EO25	1	5	4	4
EO26	1	5	4	4
EO27	1	5	4	4
EO28	1	9	4	4
EO29	1	12	4	4,12
EO30	1	22	5	5
EO31	1	9	4	4
EO32	1	5	4	4
EO33	1	12	4	4,12
EO34	1	11	4	4
EO35	1	11	4	4
EO36	1	13	4	4,23
EO37	1	16	4	4,56
EO38	1	17	4	4,67

Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EO39	1	17	4	4,67
EO40	1	16	4	4,56
EO41	1	16	4	4,56
EO42	1	11	4	4
EO43	2	18	5	6,44
EO44	1	9	4	4
EO45	1	10	4	4
EO46	1	10	4	4
EO47	1	10	4	4
EO48	1	10	4	4
EO49	1	10	4	4
EO50	1	10	4	4
EO51	1	10	4	4
EO52	1	10	4	4
EO53	1	10	4	4
EO54	1	10	4	4
EO55	1	10	4	4
EO56	1	10	4	4
EO57	21	202	7	10
EO58	1	5	4	4
EO59	1	5	4	4
EO60	1	5	4	4
EO61	1	5	4	4
EO62	1	5	4	4
EO63	1	5	4	4
EO64	1	5	4	4
EO65	1	5	4	4
EO66	1	5	4	4
EO67	1	16	4	4,56
EO68	1	22	5	5
EO69	1	42	5	7
EO70	1	20	5	5
EO71	1	22	5	5
EO72	1	42	5	7
EO73	1	6	4	4
EO74	1	8	4	4
EO75	1	6	4	4
EO76	1	6	4	4

Desta forma, os valores obtidos são:

- Total de pontos não-ajustados (UFP), utilizando FPA: 1608 pontos.
- Total de pontos não-ajustados (UFP), utilizando FFPA: 1738,05 pontos.

As características gerais do sistema foram classificadas, segundo a *Tabela 6.4*.

Tabela 6.4: Características gerais do projeto de desenvolvimento  $D_2$

Características	Nível de Influência (NI)
Comunicação de Dados	3
Processamento Distribuído	2
Atualização de Dados Online	3
Entrada de Dados Online	1
Volume de Transações	0
Eficiência do Usuário Final	5
Complexidade do Processamento	1
Facilidade de Implantação	0
Multiplicidade de Locais	2
Facilidade de Mudanças	0
Facilidade Operacional	0
Desempenho	0
Utilização do Equipamento	0
Reutilização de Código	1

Para este projeto de desenvolvimento, o fator de ajuste (VAF) é:

$$\text{VAF} = (\text{NI} * 0,01) + 0,65 = (18 * 0,01) + 0,65 = 0,18 + 0,65 = 0,83$$

Assim, os pontos ajustados são:

- Utilizando FPA:  $1608 * 0,83 = 1334,64$  pontos
- Utilizando FFPA:  $1738,05 * 0,83 = 1442,58$  pontos

A seção seguinte apresenta uma comparação entre as estimativas em FPA e FFPA em um projeto de manutenção, denominado  $M_2$ .

## 6.2 Cálculo de um Projeto de Manutenção de Software

As estimativas em FPA e FFPA também foram realizadas para um projeto de manutenção ( $M_2$ ), cuja classificação de suas funções pode ser observadas na *Tabela 6.5*.

Tabela 6.5: Classificação das funções do projeto de manutenção  $M_2$

Arquivos Lógicos Internos				
Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
ILF1	8	39	15	15
ILF2	8	52	15	15,28
ILF3	1	56	10	10
ILF4	1	68	10	10,35
Arquivos de Interface Externa				
Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
IEF1	1	2	5	5
IEF2	1	3	5	5
Entradas Externas				
Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EI1	3	11	6	6
EI2	14	140	6	9
EI3	3	5	6	6
EI4	1	4	3	3
EI5	1	4	3	3
EI6	1	3	3	3
EI7	2	2	3	3
EI8	2	2	3	3
EI9	6	84	6	9
EI10	2	19	6	6
EI11	6	99	6	9
EI12	13	221	6	9
EI13	15	240	6	9
EI14	7	109	6	9
EI15	8	189	6	9
EI16	3	53	6	9
Consultas Externas				
Função	RETs	DETs	FPA	FFPA
EQ1	2	18	4	5,44

Todas as funções deste projeto foram incluídas ou alteradas. Desta forma, os valores obtidos são:

- Total de pontos não-ajustados (UFP), utilizando FPA: 145 pontos.
- Total de pontos não-ajustados (UFP), utilizando FFPA: 171,07 pontos.

As características gerais do sistema não sofreram alteração após a manutenção do mesmo e foram classificadas, segundo a *Tabela 6.6*.

Tabela 6.6: Características gerais do projeto de manutenção  $M_2$

Característica	Nível de Influência (NI)
Comunicação de Dados	5
Processamento Distribuído	4
Atualização de Dados Online	5
Entrada de Dados Online	5
Volume de Transações	3
Eficiência do Usuário Final	4
Complexidade do Processamento	3
Facilidade de Implantação	5
Multiplicidade de Locais	2
Facilidade de Mudanças	2
Facilidade Operacional	3
Desempenho	4
Utilização do Equipamento	4
Reutilização de Código	3

Para este projeto de manutenção, o fator de ajuste (VAF) é:

$$\text{VAF} = (\text{NI} * 0,01) + 0,65 = (52 * 0,01) + 0,65 = 0,52 + 0,65 = 1,17$$

Portanto, os pontos ajustados são:

- Utilizando FPA:  $145 * 1,17 = 169,65$  pontos.
- Utilizando FFPA:  $171,07 * 1,17 = 200,15$  pontos.

A próxima seção apresenta uma análise global dos resultados.

### 6.3 Análise de Resultados

Os procedimentos das seções anteriores deste capítulo foram executados também para o projeto de desenvolvimento  $D_1$  e os projetos de manutenção ( $M_1$ ,  $M_3$ , ...,  $M_7$ ). A *Tabela 6.7* exhibe as estimativas calculadas para todos esses projetos. As estimativas de prazo (em dias) para programar esses projetos foram calculadas de acordo com os dados fornecidos por Jones (1996), considerando o nível da linguagem utilizada e a experiência da equipe no uso da mesma. Os valores de  $k$  calculados, segundo o modelo, foram:  $k = 82$  para ILF/EIF,  $k = 27$



para EI,  $k = 34$  para EO/EQ (*Tabela 5.1*). O erro percentual corresponde à razão entre a estimativa de prazo de programação (FPA ou FFPA) e o prazo real de programação.

Tabela 6.7: Estimativas em FPA e FFPA

Projetos	Pontos em FPA padrão	Estimativa de prazo de programação (FPA) (A)	Prazo real de programação (B)	Erro (%) 1- (B/A)	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (C)	Erro (%) 1- (B/C)
$D_1$	1347,80	456	510	11,84	1398,19	473	7,82
$D_2$	1334,64	293	330	12,62	1442,69	317	4,10
$M_1$	10,20	6	9	50,00	10,20	6	50,00
$M_2$	169,65	24	30	25,00	200,06	28	7,14
$M_3$	96,05	60	65	8,33	97,75	61	6,55
$M_4$	96,30	42	50	19,04	115,94	51	- 1,96
$M_5$	12,20	13	17	30,77	12,76	14	21,43
$M_6$	13,16	7	10	42,86	13,29	7	42,86
$M_7$	101,65	56	70	25,00	117,70	65	7,70

Através dos resultados obtidos acima, percebe-se que houve uma redução da razão entre a duração prevista e a real para desenvolver ou realizar manutenção em um sistema, quando a contagem dos pontos por função foi realizada através da FFPA. Isto corrobora a hipótese de que os números *fuzzy* gerados representam melhor a funcionalidade de uma aplicação, quando esta possui um grande número de funções de dados ou transacionais com uma grande quantidade de itens de dados referenciados (DET).

Foi construído um protótipo na linguagem Java para a automação do processo de contagem dos pontos por função de um projeto de desenvolvimento de software. A partir desse protótipo, os valores atribuídos a  $k$ , para cada tipo de função, foram sucessivamente refinados, com o objetivo de reduzir a margem de erro nas estimativas.

A partir desse protótipo, os valores atribuídos a  $k$ , para cada tipo de função, foram sucessivamente refinados, em um *intervalo de trabalho*, que varia deste os valores calculados na *Tabela 5.1*, até onde a estrutura do modelo permite, isto é,  $k = 53$  para ILF/EIF,  $k = 18$  para EI e  $k = 22$  para EO/EQ, com o objetivo de reduzir a margem de erro nas estimativas. Neste caso limite, o número *fuzzy* trapezoidal correspondente deixaria de existir. Isto leva a um

tempo estimado em FFPA mais próximo possível do tempo real de programação de um projeto de desenvolvimento ou de manutenção.

A meta é detectar a combinação dos valores de  $k$ , cujo *Desvio Médio (DM)* das margens de erro seja o menor possível. Neste caso, o desvio médio corresponde à média dos valores absolutos dos erros percentuais.

As Tabelas 6.8 a 6.20 apresentam alguns dos resultados obtidos através de sucessivas modificações dos valores de  $k$ , no *intervalo de trabalho* considerado. Por exemplo, para os valores de ILF/EIF, cujo  $k$  varia no intervalo de trabalho de 82 a 53, apresentaram-se apenas as estimativas calculadas para  $k = 74, 67, 61, 55$  e 53, porque essas estimativas apontaram resultados relevantes, quando da execução do protótipo em Java.

Os pontos por função de cada projeto foram calculados segundo a FFPA e o prazo foi expresso em dias. Os valores de  $k$  foram recalculados para ILF/EIF, EI, e EO/EQ, como se segue.

Tabela 6.8: Estimativas para  $k = 74$  (ILF/EIF),  $k = 25$ (EI) e  $k = 31$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (D)	Erro (%) 1- (B/D)
$D_1$	1401,46	474	7,60
$D_2$	1454,42	320	3,12
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	203,58	29	3,44
$M_3$	97,75	61	6,55
$M_4$	119,06	52	- 3,84
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.9: Estimativas para  $k = 67$  (ILF/EIF),  $k = 25$ (EI) e  $k = 31$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (E)	Erro (%) 1- (B/E)
$D_1$	1401,46	474	7,60
$D_2$	1454,42	320	3,12
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	209,00	29	3,44
$M_3$	97,75	61	6,55
$M_4$	124,11	55	- 9,09
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.10: Estimativas para  $k = 67$  (ILF/EIF),  $k = 23$ (EI) e  $k = 31$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (F)	Erro (%) 1- (B/F)
$D_1$	1403,15	475	7,37
$D_2$	1470,45	323	2,17
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	209,00	29	3,44
$M_3$	97,75	61	6,55
$M_4$	124,11	54	- 7,40
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.11: Estimativas para  $k = 67$  (ILF/EIF),  $k = 23$ (EI) e  $k = 28$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (G)	Erro (%) 1- (B/G)
$D_1$	1407,83	476	7,14
$D_2$	1470,45	323	2,17
$M_1$	10,20	6	50,00

$M_2$	209,00	29	3,44
$M_3$	97,98	62	4,83
$M_4$	126,60	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.12: Estimativas para  $k = 61$  (ILF/EIF),  $k = 23$ (EI) e  $k = 28$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (H)	Erro (%) 1- (B/H)
$D_1$	1407,83	476	7,14
$D_2$	1470,45	323	2,17
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	210,66	30	0
$M_3$	97,98	62	4,83
$M_4$	126,60	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.13: Estimativas para  $k = 61$  (ILF/EIF),  $k = 21$ (EI) e  $k = 28$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (I)	Erro (%) 1- (B/I)
$D_1$	1410,14	477	6,92
$D_2$	1485,46	327	0,91
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	210,66	30	0
$M_3$	97,98	62	4,83
$M_4$	126,60	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.14: Estimativas para  $k = 61$  (ILF/EIF),  $k = 21$ (EI) e  $k = 25$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (J)	Erro (%) 1- (B/J)
$D_1$	1415,08	479	6,47
$D_2$	1485,46	327	0,91
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	210,66	30	0
$M_3$	98,32	62	4,83
$M_4$	127,41	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.15: Estimativas para  $k = 55$  (ILF/EIF),  $k = 21$ (EI) e  $k = 25$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (L)	Erro (%) 1- (B/L)
$D_1$	1415,08	479	6,47
$D_2$	1485,46	327	0,91
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	218,33	31	-3,22
$M_3$	98,32	62	4,83
$M_4$	127,41	56	-10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.16: Estimativas para  $k = 55$  (ILF/EIF),  $k = 19$ (EI) e  $k = 25$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (M)	Erro (%) 1- (B/M)
$D_1$	1416,15	479	6,47
$D_2$	1499,54	330	0
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	221,84	31	-3,22

$M_3$	98,32	62	4,83
$M_4$	127,41	56	-10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.17: Estimativas para  $k = 55$  (ILF/EIF),  $k = 19$ (EI) e  $k = 23$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (N)	Erro (%) 1- (B/N)
$D_1$	1422,91	482	5,81
$D_2$	1499,54	330	0
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	221,84	31	- 3,22
$M_3$	98,32	62	4,83
$M_4$	127,41	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.18: Estimativas para  $k = 53$  (ILF/EIF),  $k = 19$ (EI) e  $k = 23$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (O)	Erro (%) 1- (B/O)
$D_1$	1422,91	482	5,81
$D_2$	1499,54	330	0
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	223,31	32	- 6,25
$M_3$	98,71	62	4,83
$M_4$	127,41	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	13,29	7	42,86
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.19: Estimativas para  $k = 53$  (ILF/EIF),  $k = 18$ (EI) e  $k = 23$ (EO/EQ)

Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (P)	Erro (%) 1- (B/P)
$D_1$	1426,81	483	5,59
$D_2$	1500,19	330	0
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	223,31	31	- 6,25
$M_3$	98,71	62	4,83
$M_4$	127,41	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	15,17	8	25,00
$M_7$	117,70	65	7,70

Tabela 6.20: Estimativas para  $k = 53$  (ILF/EIF),  $k = 18$ (EI) e  $k = 22$ (EO/EQ)

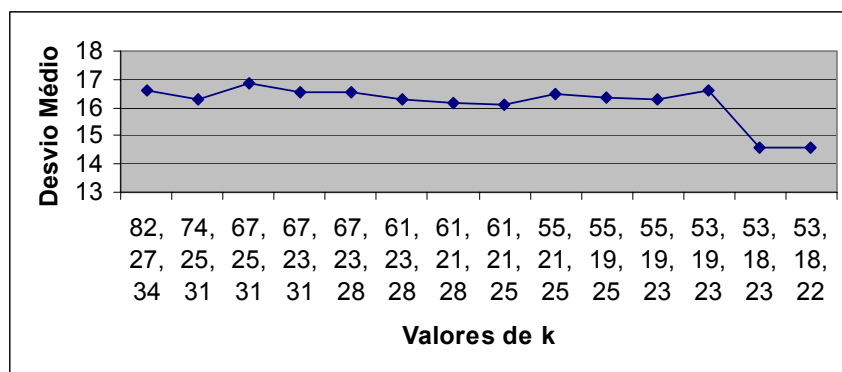
Projetos	Pontos em FFPA	Estimativa de prazo de programação (FFPA) (Q)	Erro (%) 1- (B/Q)
$D_1$	1436,95	486	4,94
$D_2$	1506,83	332	- 0,60
$M_1$	10,20	6	50,00
$M_2$	223,31	31	- 6,25
$M_3$	98,71	62	4,83
$M_4$	127,41	56	- 10,71
$M_5$	12,76	14	21,43
$M_6$	15,17	8	25,00
$M_7$	117,70	65	7,70

Analisando-se os resultados obtidos, observa-se que não houve diferença entre as estimativas em FPA e FFPA para o Projeto  $M_1$ . Isto porque todas as funções de dados ou transacionais mantidas deste projeto não possuem valores de RETs ou DETs nos intervalos estendidos propostos para a FFPA. Esta é uma comprovação de que o modelo proposto (FFPA) preserva os valores originais da FPA padrão, nos intervalos não estendidos das funções de complexidade. Portanto, o que é válido para a FPA tradicional, também é válido para a FFPA, sendo esta última apenas uma extensão da primeira. A *Tabela 6.19* a seguir mostra o *desvio médio* (DM) para os diversos valores de  $k$ , calculados acima.

Tabela 6.21: Estimativas para os diferentes valores de  $k$ 

$K$			DM (%)
ILF / EIF	EI	EO / EQ	
82	27	34	16,62
74	25	31	16,28
67	25	31	16,87
67	23	31	16,55
67	23	28	16,52
61	23	28	16,32
61	21	28	16,15
61	21	25	16,10
55	21	25	16,47
55	19	25	16,36
55	19	23	16,28
53	19	23	16,62
53	18	23	14,61
<b>53</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>14,60</b>

Conforme os dados acima, a combinação de valores diferente dos limites estabelecidos de  $k$  iguais a (53, 18 e 22) apresentaram o menor desvio médio ( $DM$ ). Portanto, estes resultados indicam tais valores de  $k$  como indicados para uso nas estimativas de tamanho dos projetos de desenvolvimento e manutenção, na organização em estudo. Vale salientar, porém, que o projeto  $M_6$  influenciou fortemente este resultado, pois o seu pequeno porte lhe confere um alto peso em termos percentuais. A inclusão de novos projetos na base histórica poderá modificar este cenário, identificando-se qual seria a melhor combinação a ser utilizada para o cálculo das estimativas da organização. A *Figura 6.1* mostra os *desvios médios* obtidos em função da variação dos valores de  $k$ . A seguir, será apresentado o protótipo de uma ferramenta que automatizou a FFPA.

Figura 6.1: Desvio médio das estimativas para diferentes valores de  $k$



## **6.4 O Protótipo da Ferramenta FFPA**

Segundo o que foi apresentado na seção anterior, foi desenvolvida uma ferramenta na linguagem Java, com o propósito de automatizar a contagem dos pontos por função de um projeto de desenvolvimento de software. A ferramenta foi construída de forma paralela à elaboração do modelo FFPA e à execução dos experimentos. Ao final da primeira versão, as funcionalidades do protótipo foram agrupadas em três módulos.

### **Primeiro Módulo**

O primeiro módulo da ferramenta contempla o cálculo dos pontos por função (FPA original) de um projeto de desenvolvimento de software. Nele são incluídas as operações de cadastro do projeto, onde é possível informar e efetuar manutenção em três grupos de informação:

1. Dados identificadores do projeto, tais como nome, descrição etc.
2. Todos os dados necessários ao cálculo dos pontos por função. Sejam eles:
  - Tipo da função (ILF, EIF, EI, EO ou EQ), quantidade de DETS, RETs ou FTRs, de acordo com o tipo da função, e
  - O nível de influência das características gerais do sistema (GSCs).
3. Dados essenciais para o cálculo do esforço:
  - Linguagem em que o projeto será desenvolvido, e
  - O tamanho e a experiência da equipe de desenvolvimento.

Estas informações foram armazenadas em uma base de dados (Access), a partir da qual foi possível recuperar os dados de um projeto específico e calcular sua quantidade de pontos por função correspondente.

### **Segundo Módulo**

O segundo módulo foi desenvolvido com o objetivo de migrar os dados da base histórica em FPA original para a base do protótipo. Tal operação foi necessária, porque o modelo de tabelas da base histórica nem sempre correspondia ao do protótipo. Ademais, uma base histórica de FPA pode possuir informações irrelevantes para o contexto do protótipo desenvolvido.

### **Terceiro Módulo**

O terceiro módulo da corresponde ao cálculo dos pontos por função de um projeto de desenvolvimento de software, segundo o que propõe o modelo FFPA.

A ferramenta não foi desenvolvida com a capacidade de absorver dados de um projeto de manutenção. No entanto, os dados relativos à manutenção foram inseridos manualmente na base de dados da ferramenta, para que os cálculos dessa categoria de projetos pudessem ser realizados.

Vale salientar que a tarefa de identificação das funções de um projeto permanece sob a responsabilidade de um especialista em FPA. Ao executar tal atividade, os dados podem armazenados na base de dados da ferramenta. Neste caso, as estimativas de tamanho e prazo para codificação do projeto em mensuração são calculadas automaticamente. Esta facilidade é de crucial importância para o modelo FFPA, visto que o cálculo dos pontos por função se tornou mais complexo e, caso seja realizado manualmente, há dificuldades em sua operacionalização.

### **6.5 Conclusão**

Neste capítulo foram apresentados os resultados das estimativas realizadas para dois projetos de desenvolvimento e sete projetos de manutenção de sistemas, utilizando-se de uma amostra de sistemas de uma organização governamental. Conforme a análise dos resultados dos experimentos realizados, o modelo FFPA acarretou uma redução na margem de erro entre o prazo previsto e o realizado para a maioria dos projetos.

O próximo capítulo apresenta a conclusão deste trabalho.