



Projeto de Pesquisa

Demanda Induzida FAP/Edital 03/2021

# Relatório dos Resultados dos Ensaios Laboratoriais

Brasília-DF, janeiro de 2024

**Plataforma de Monitoramento em Tempo Real do Risco da Perda  
de Recarga de Aquíferos em Internet das Coisas para o  
Gerenciamento dos Recursos Hídricos em Cidades Inteligentes**


Projeto de Pesquisa  
Edital 03/2021 – Demanda Induzida



Equipe:



Prof. André Luis Brasil Cavalcante, Coordenador  
Prof. Eleudo Esteves de Araujo Silva Junior, Coordenador Substituto  
Eng. Ana Paola do Nascimento Dantas, Pesquisador  
Eng. Erick Valadares Marques, Pesquisador  
Eng. Jaqueline Costa de Souza, Pesquisador  
Eng. Katherin Rocio Cano Bezerra da Costa, Pesquisador  
Eng. Lucas Parreira de Faria Borges, Pesquisador  
Eng. Mariana dos Santos Diniz, Pesquisador  
Eng. Mateus Bezerra Alves da Costa, Pesquisador  
Eng. Matheus Lima de Barros, Pesquisador  
Eng. Matheus Marques Martins, Pesquisador  
Eng. Paulo Victor Santos Freire, Pesquisador  
Anna Luíza Medeiros Corrêa da Silva, Pesquisador  
Artur Garcêz de Oliveira, Pesquisador  
Faruk Lima Santos Abder Rahman Yasin Mohd Yasin, Pesquisador  
Luiz Eduardo Ferreira de Souza Hipólito, Pesquisador

Brasília/DF

Janeiro/2024

 <b>GeoPARLARE</b> <small>GeoFluxo Platform to Assess Risk of Loss of Aquifer Recharge</small>					<b>Resultados dos Ensaio</b>				
					Sondagem à Trado Manual				
					Camadas Superficiais dos Poço de Monitoramento				
					Produzido pelo Laboratório GeoFluxo				
Ponto de Monitoramento		PM-03	PM-04	PM-07	-	-	-	-	-
Profundidade (m)	De	0	0	0	-	-	-	-	-
	À	0,5	0,75	0,35	-	-	-	-	-
Espessura da camada (m)		0,5	0,75	0,35	-	-	-	-	-
Granulometria % Passante	Tamanho dos Grãos (mm)								
	25	100%	100%	100%	-	-	-	-	-
	19	100%	100%	96%	-	-	-	-	-
	9,5	100%	100%	61%	-	-	-	-	-
	4,8	100%	99%	36%	-	-	-	-	-
	2	100%	98%	25%	-	-	-	-	-
	1,2	99%	97%	24%	-	-	-	-	-
	0,6	98%	95%	23%	-	-	-	-	-
	0,42	97%	92%	23%	-	-	-	-	-
	0,25	96%	84%	22%	-	-	-	-	-
	0,15	73%	70%	22%	-	-	-	-	-
	0,075	38%	58%	21%	-	-	-	-	-
	0,087	25%	12%	16%	-	-	-	-	-
	0,016	19%	9%	15%	-	-	-	-	-
0,006	14%	7%	13%	-	-	-	-	-	
0,002	7%	4%	9%	-	-	-	-	-	
Compactação Energia Normal	<b>Densidade(g/cm<sup>3</sup>) / umidade (%)</b>								
	ponto 01	1,04 23,6	1,57 7,1	-	-	-	-	-	-
	ponto 02	1,16 28,2	1,67 10,4	-	-	-	-	-	-
	ponto 03	1,33 34,1	1,75 14,7	-	-	-	-	-	-
	ponto 04	1,29 37,7	1,62 18,4	-	-	-	-	-	-
	ponto 05	1,18 42,7	1,55 20,8	-	-	-	-	-	-
Densidade real dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )		2,57	2,53	2,64	-	-	-	-	-
Classificação MCT	Penetração (mm)	*	*	0	-	-	-	-	-
	Contração (mm)	*	*	1,76	-	-	-	-	-
	Classificação	*	*	LG'	-	-	-	-	-

 <b>GeoPARLARE</b> GeoFluxo Platform to Assess Risk of Loss of Aquifer Recharge		<b>Resultados dos Ensaio</b>														
		Sondagem à Trado Manual														
		Camadas Superficiais dos Poço de Monitoramento														
		Produzido pelo Laboratório Geo Fluxo														
Ponto de Monitoramento		ST-01	ST-01	ST-01	ST-01	ST-01	ST-01	ST-01	ST-01	ST-02	ST-02	ST-03	-	-	-	-
Profundidade (m)	De	0	2	3,4	5,5	6,2	8,5	10	0	1	0	-	-	-	-	
	À	2	3,4	5,5	6,2	8,5	10	11	1	2,8	2,1	-	-	-	-	
Espessura da camada		2	1,4	2,1	0,7	2,3	1,5	1	1	1,8	2,1	-	-	-	-	
Casagrande	LL (%)	43,1	39,4	35	37,1	34,3	33	33,4	38,4	32,1	20,1	-	-	-	-	
	LP (%)	38,8	25,6	28,6	24,2	25,4	24,9	23,5	33,8	24	19,7	-	-	-	-	
	IP (%)	4,3	13,8	6,4	12,9	8,9	8,1	9,9	4,6	8,1	0,4	-	-	-	-	
	Classificação	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-	-	-	-
Densidade real dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )		*	*	*	*	*	2,88	2,8	2,72	2,72	2,71	-	-	-	-	
Classificação MCT	Contração (mm)	0,62	0,44						0,99	0,18	0,18	-	-	-	-	
	Penetração (mm)	0	4,33						0	4,5	4,5	-	-	-	-	
	Classificação	LA	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LA	NL	NL	-	-	-	-	

 <b>GeoPARLARE</b> GeoFluxo Platform to Assess Risk of Loss of Aquifer Recharge					<b>Resultados dos Ensaio</b>									
					Sondagem à Trado Manual									
					Camadas Superficiais dos Poço de Monitoramento									
					Produzido pelo Laboratório GeoFluxo									
Ponto de Monitoramento		ST-03	ST-03	ST-05	ST-05	ST-05	ST-06	ST-06	ST-06	ST-06	-	-	-	-
Profundidade (m)	De	2,1	3	0	2	3,5	0	2,1	3,3	4,8	-	-	-	-
	À	3	4	2	3,5	4,2	2,1	3,3	4,8	7	-	-	-	-
Espessura da camada		0,9	1	2	1,5	0,7	2,1	1,2	1,5	2,2	-	-	-	-
Casagrande	LL (%)	21,4	34,2	45,59	36,5	34,5	51,1	50,7	43,7	40,8	-	-	-	-
	LP (%)	11,8	25,3	*	29,2	19,9	36,8	35,1	38,5	35,3	-	-	-	-
	IP (%)	9,6	8,9	*	7,3	14,6	14,3	15,6	5,2	5,5	-	-	-	-
	Classificação	ML	ML	ML	ML	ML	MH	MH	ML	ML	-	-	-	-
Densidade real dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )		2,8	2,83	2,93	2,94	2,95	2,81	2,79	2,98	3,02	-	-	-	-
Classificação MCT	Contração (mm)	0,75		0,82	0,66	0,58	0,85	-	0,64	-	-	-	-	-
	Penetração (mm)	3,67		2,33	3,67	4	0,67	-	5	-	-	-	-	-
	Classificação	NL	NL	NL	NL	NL	LA	LA	NL	NL	-	-	-	-

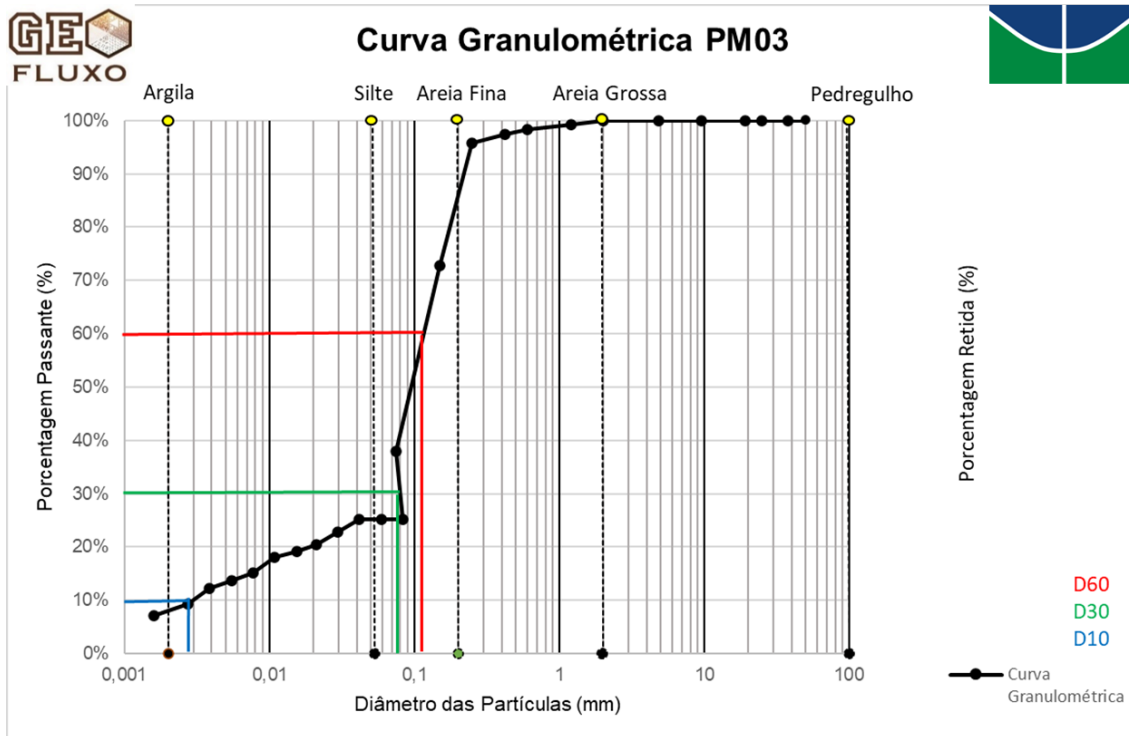


Figura.1. Curva Granulométrica do poço de monitoramento 03 (PM-03).

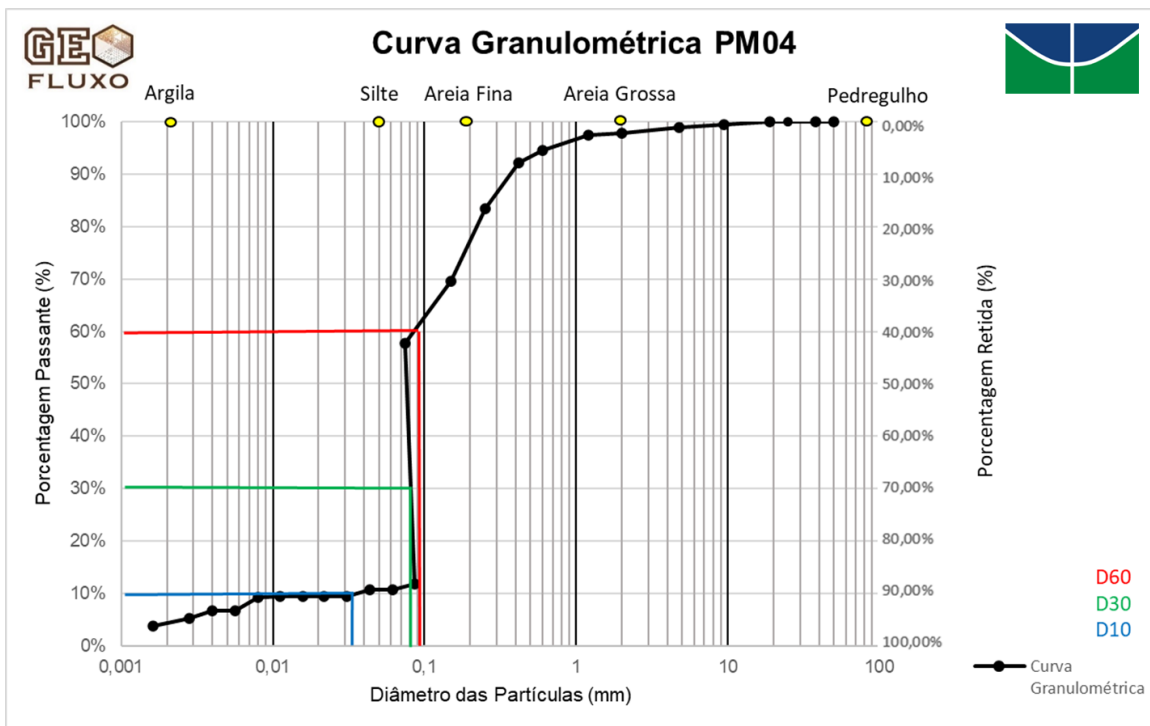


Figura.2. Curva Granulométrica do poço de monitoramento 04 (PM-04).

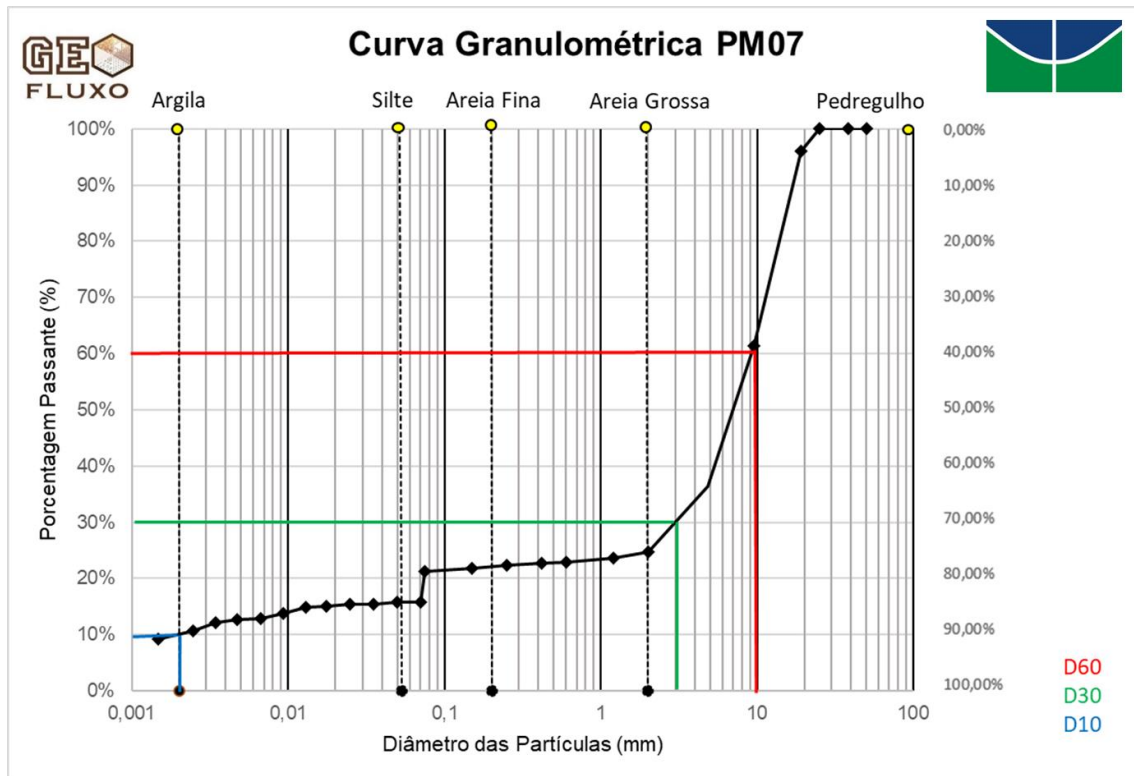


Figura.3: Curva Granulométrica do poço de monitoramento 07 (PM-07).

Tabela 1. Resultado dos Coeficientes de Curvatura (Cc) e Uniformidade (Cu)

Poços de Monitoramento (PM)	CC	CU
PM-03	18 (mal graduado)	46 (desuniforme)
PM-04	2 (bem graduado)	3 (muito uniforme)
PM-07	200 (mal graduado)	5000 (desuniforme)

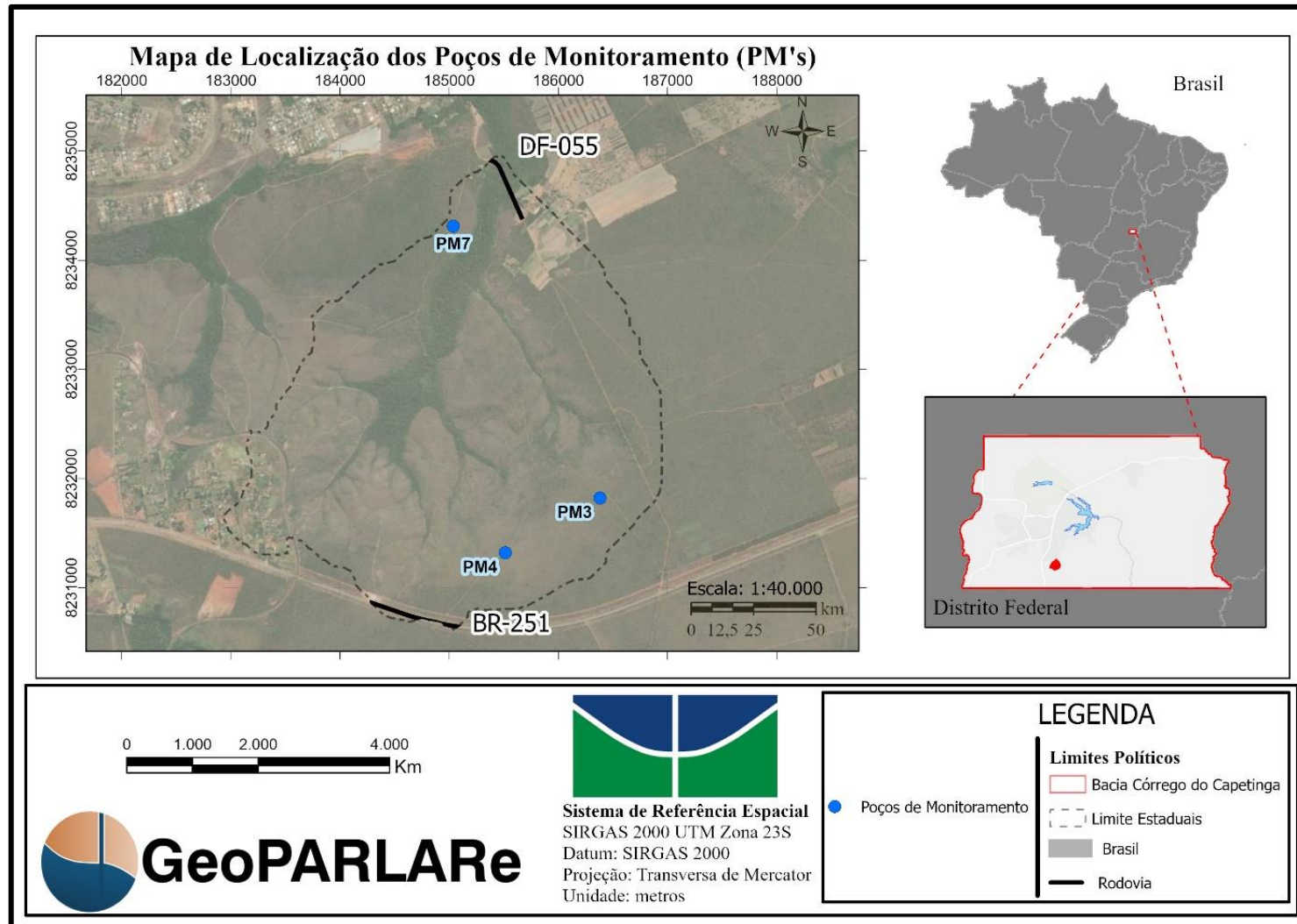


Figura. 4. Mapa de Localização dos Poços de Monitoramento



**Mapa de Localização das Sondagens à Trado**

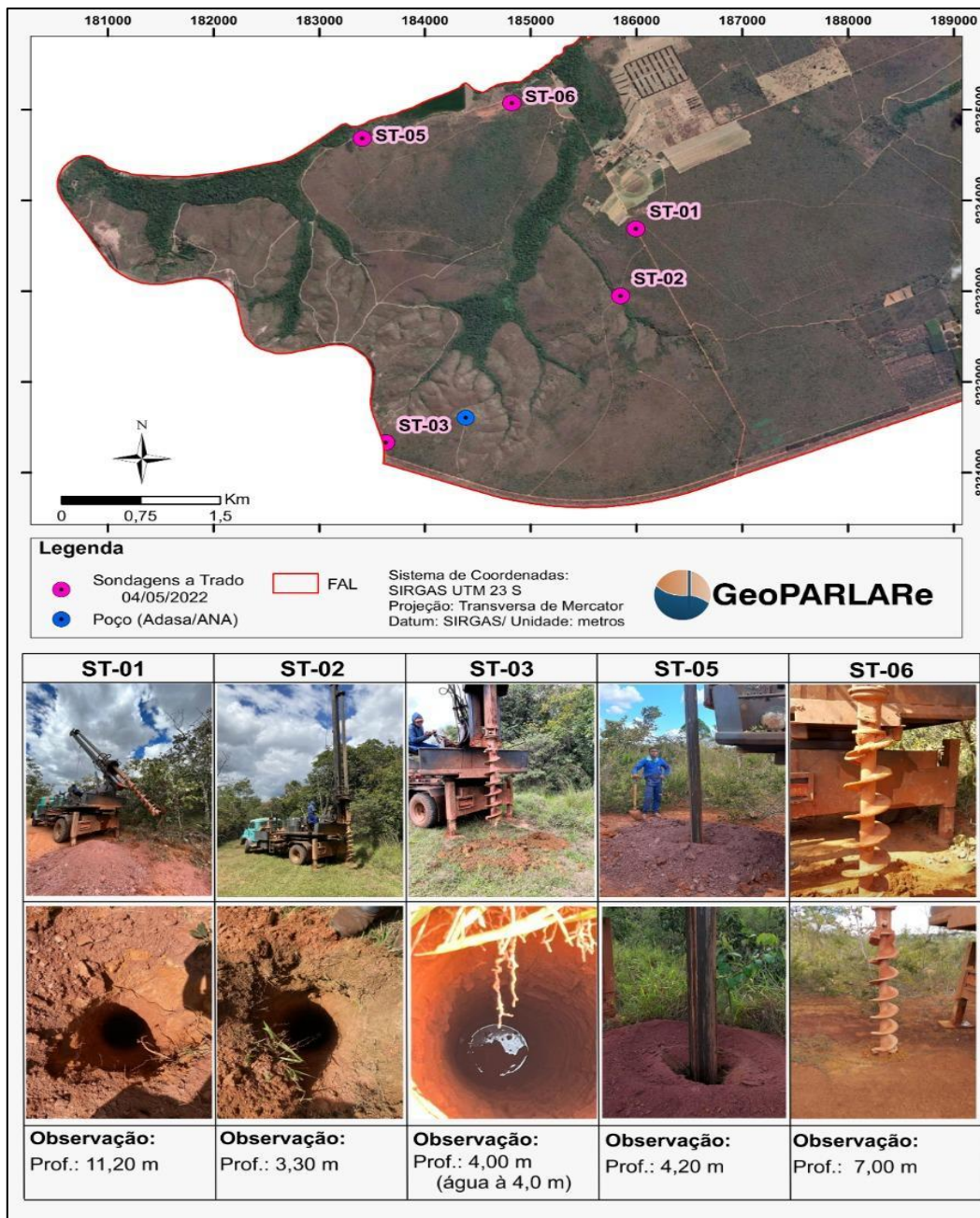


Figura. 5. Mapa de Localização das Sondagens à Trado.

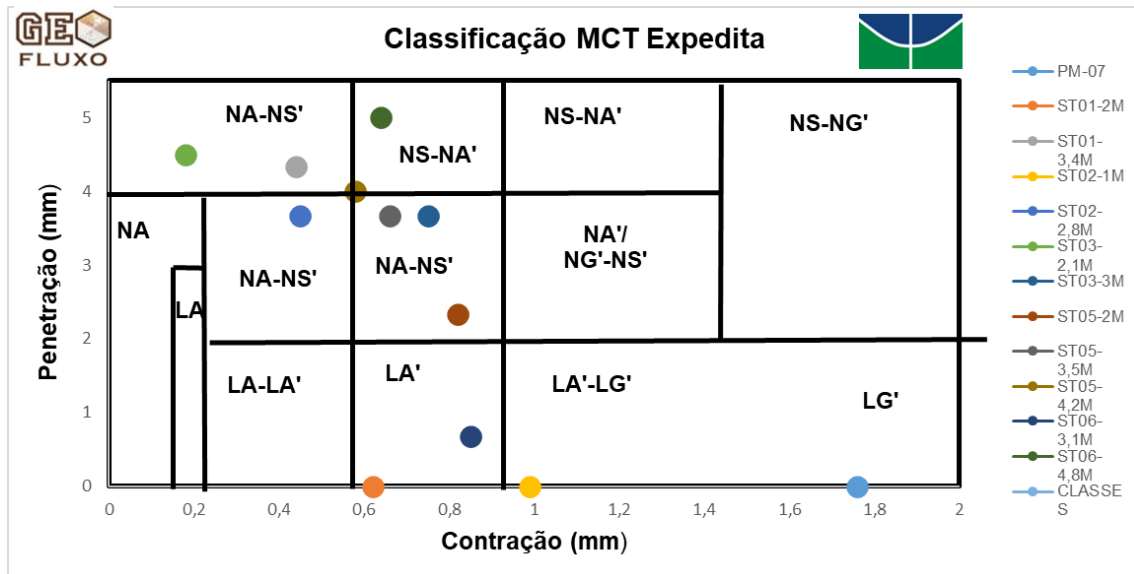


Figura. 6. Classificação MCT expedita

### Classificação Triangular

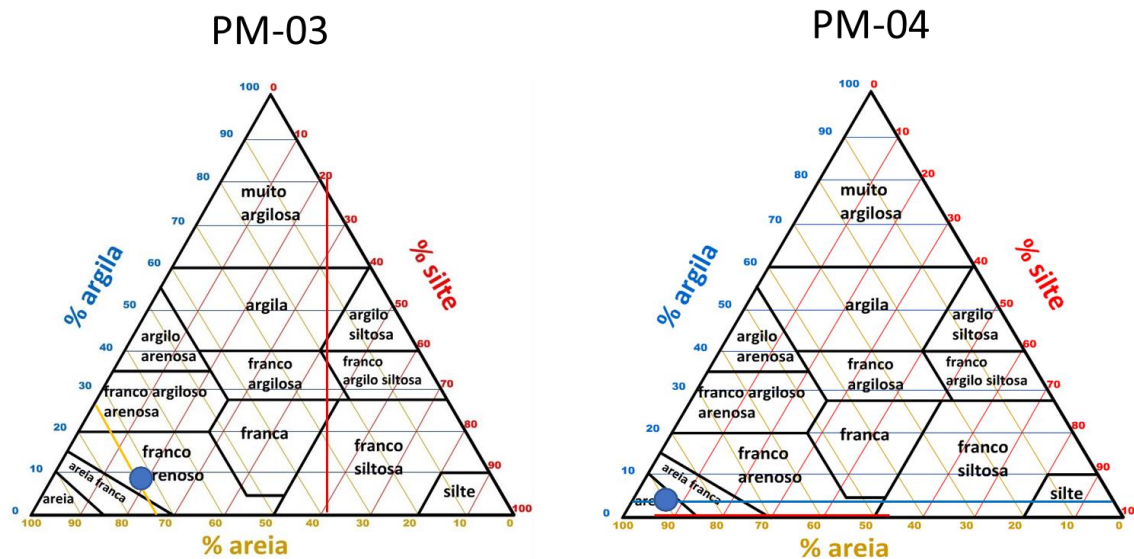


Figura. 7. Classificação Triangular

- PM03: o solo é classificado como franco arenoso.

O solo possui predominância arenosa, mas também possui a presença de silte e partículas de argila, tornando-o mais coeso, transmitindo uma sensação ligeiramente pegajosa. Quando contraídos no manuseio, este tipo de solo pode formar bolas frágeis que podem ser manuseadas suavemente antes de se desfazerem.

- PM04: o solo é classificado como uma areia, em que a graduação nesse caso está entre a areia fina e a grossa.
- PM07: não foi possível usar a classificação triangular visto que a maior das partículas que o compõem é categorizada como cascalho.

GEO FLUXO		 <b>GeoPARLARE</b> GeoFluxo Platform to Assess Risk of Loss of Aquifer Recharge		
Limites de Atterberg - Resumo Final				
Sondagens FAL - 04/05/2022				
ST1	ST2	ST3	ST5	ST6
2m	1m	2,1m	2m	2,1m
Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 4,4 %	Silte Orgânico de Baixa Plasticidade IP = 4,6 %	Argila Inorgânica de Baixa Plasticidade IP = 0,3 %	- IP =	Silte Inorgânico de Alta Plasticidade IP = 14,4 %
3,4m	2,8m	3m	3,5m	3,3m
Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 13,8 %	Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 8,1 %	Argila Inorgânica de Baixa Plasticidade IP = 9,6 %	Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 7,3 %	Silte Inorgânico de Alta Plasticidade IP = 15,6 %
5,5m	3,3m	4m	4,2m	4,8m
Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 6,4 %	Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 3,3 %	Argila Inorgânica de Baixa Plasticidade IP = 8,9 %	Argila Inorgânica de Baixa Plasticidade IP = 14,6 %	Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 5,2 %
6,2m				7m
Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 12,9 %				Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 5,5 %
8,5m				
Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 9,0 %				
10,0m				
Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 8,0 %				
11,0m				
Silte Inorgânico de Baixa Plasticidade IP = 9,9 %				

Figura. 8. Resultado do ensaio de consistência das amostras dos furos de sondagem.

### Curvas de Compactação

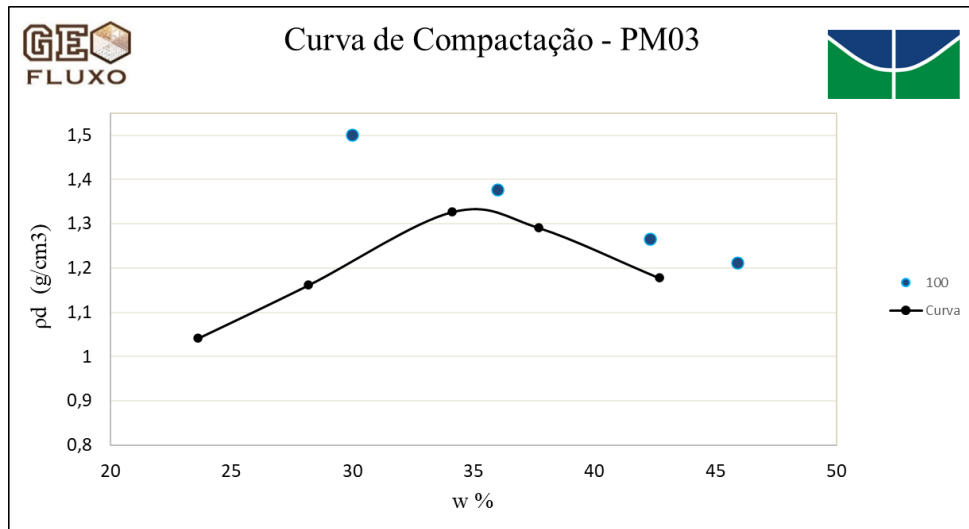


Figura. 9. Curva de Compactação do PM03

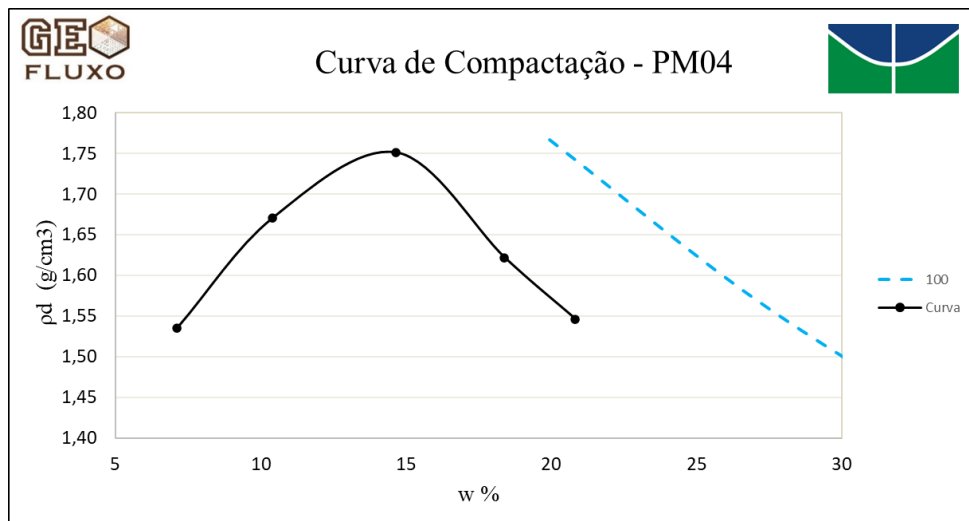


Figura. 10. Curva de Compactação do PM04



**Mapas de Caracterização das Condições Físicas e Ambientais da Área de Estudo**

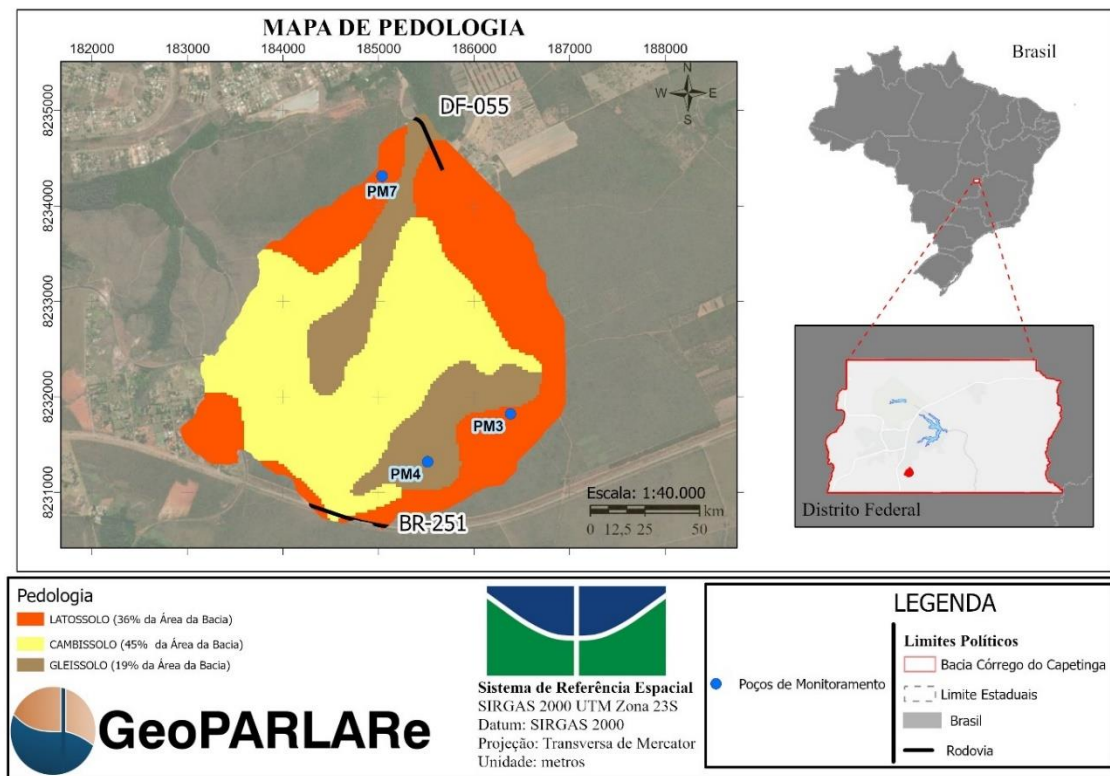


Figura. 11. Mapa Pedológico.

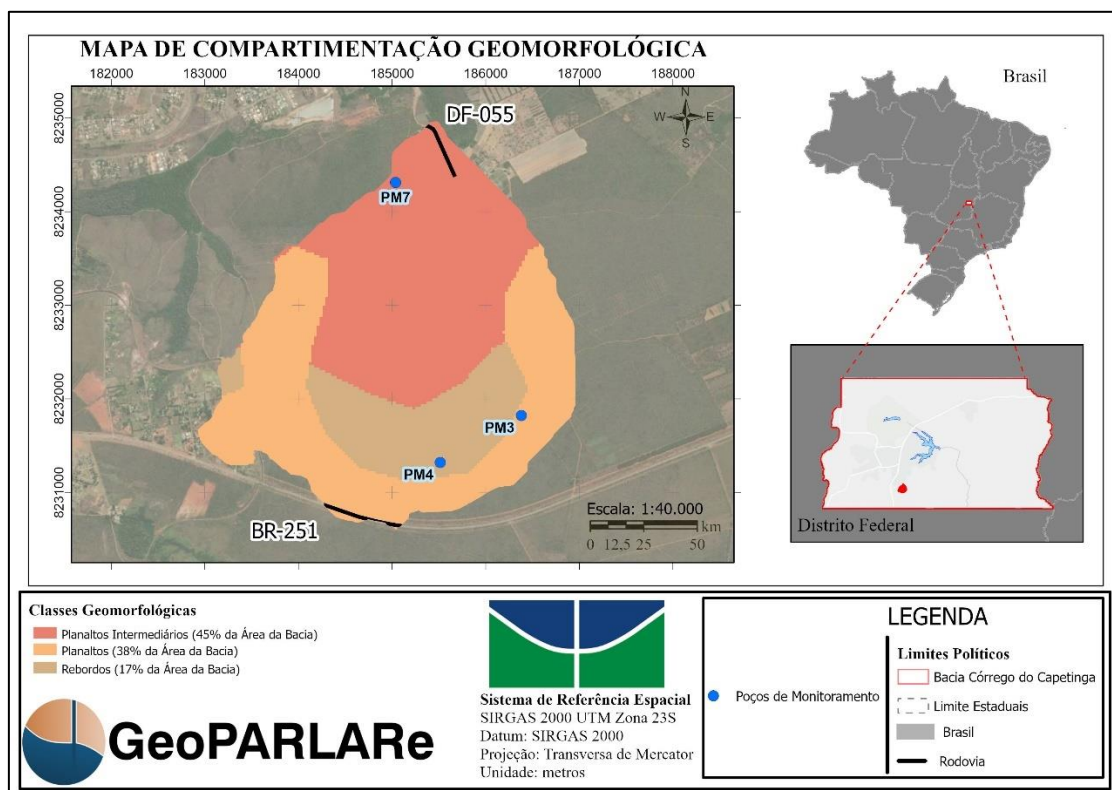


Figura. 12. Mapa Geomorfológico.

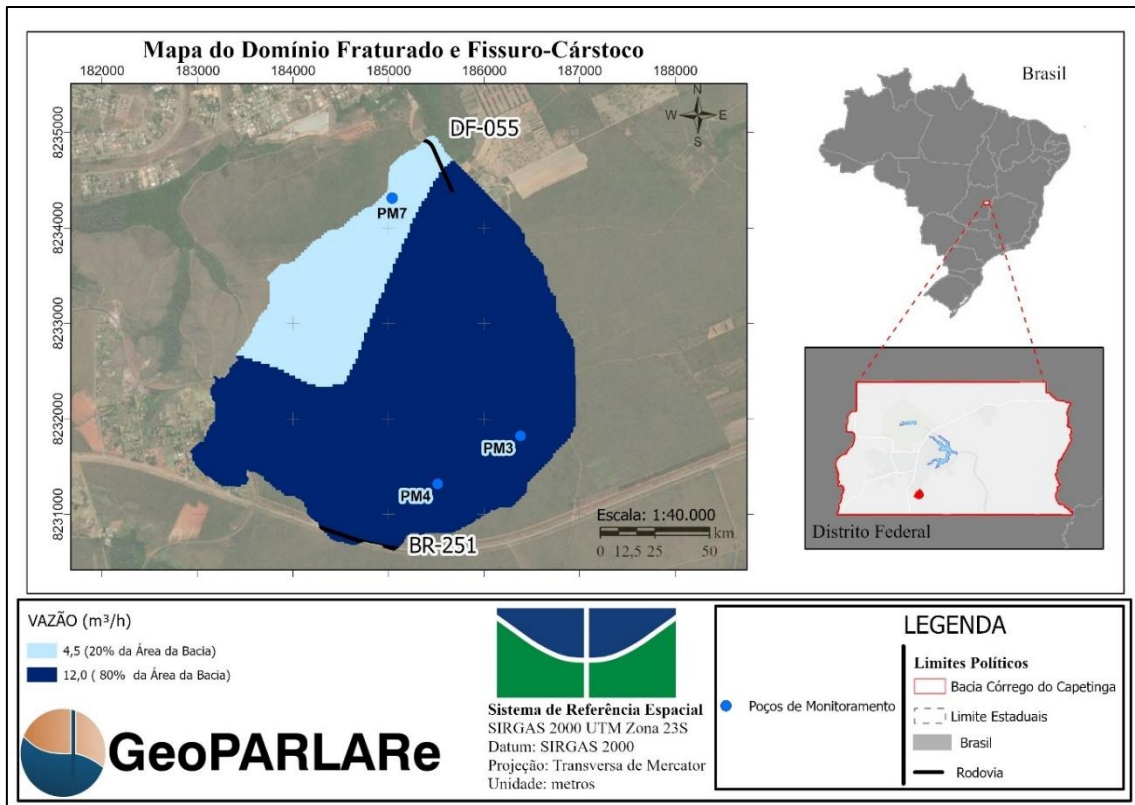


Figura. 13. Mapa do Domínio Fraturado e Fissuro-Cárstico.

**Caracterização Pluviométrica da Região**

Tabela 2. Tabela com o resumo dos dados de chuva da FAL-UnB.

Mês	Precipitação média (mm)	Nº de anos usados	Dias chuvosos	Nº de anos usados
<b>Janeiro</b>	208,22	17	20	13
<b>Fevereiro</b>	185,18	17	16	13
<b>Março</b>	230,66	17	17	13
<b>Abril</b>	102,08	17	9	13
<b>Mai</b>	19,14	17	3	13
<b>Junho</b>	5,75	17	1	13
<b>Julho</b>	2,40	17	1	13
<b>Agosto</b>	8,12	17	2	13
<b>Setembro</b>	47,31	17	5	13
<b>Outubro</b>	137,19	17	11	13
<b>Novembro</b>	210,11	17	18	13
<b>Dezembro</b>	244,76	17	21	13

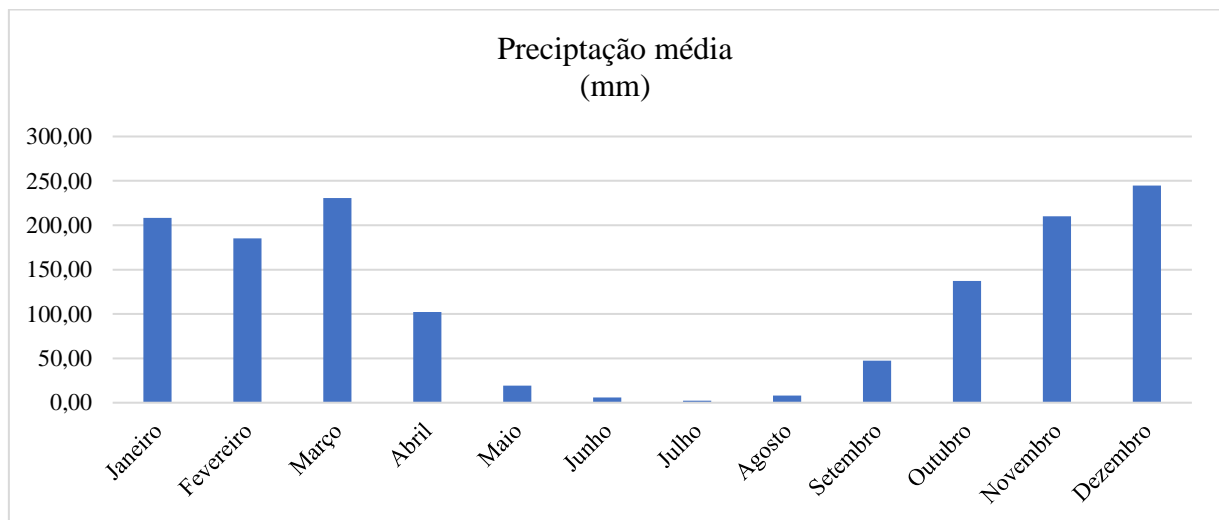


Figura. 14. Hietograma da estação 1547026 localizado na FAL- UnB.