

No ano de 1930 o engenheiro alemão, Kögler, inventou um aparelho que consistia na introdução de uma sonda cilíndrica, fixa por dois discos metálicos, dentro de um furo, no qual se provoca a sua expansão (Figura 1). O ensaio baseava-se na medição da quantidade de gás necessária para expandir a sonda de forma a medir a deformação do solo

in situ

. No entanto, havia dificuldades em calcular a variação de volume que ocorria com o aumento de pressão, por não serem devidamente controladas.

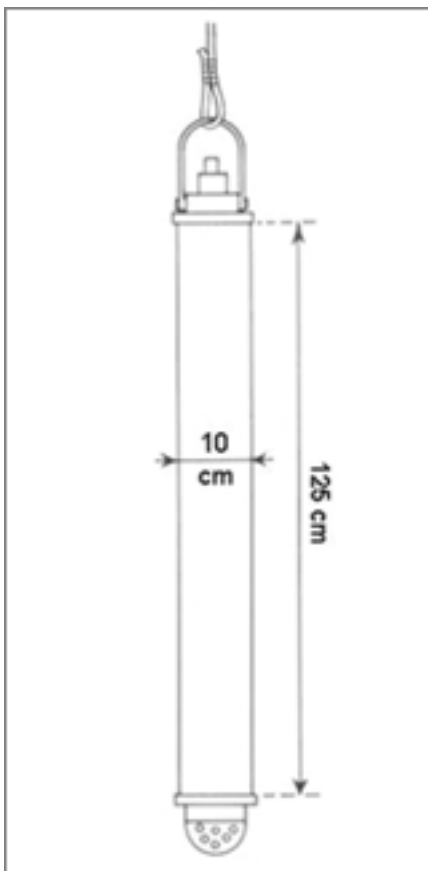


Figura 1 – Primeira sonda pressiométrica, desenvolvida por Kögler

em 1930 (Baguelin *et al.*, 1978)

Mais tarde, em 1955, o engenheiro francês, Jean-Louis Ménard desenvolveu um equipamento semelhante, mas este favorecido por três células, que permitem a expansão controlada da membrana (deformação plana). O ensaio baseava-se nos conceitos de expansão de uma cavidade cilíndrica, simplificando consideravelmente o ensaio (Figura 2). Posteriormente foram desenvolvidas várias versões do pressiómetro (Tabela 1).

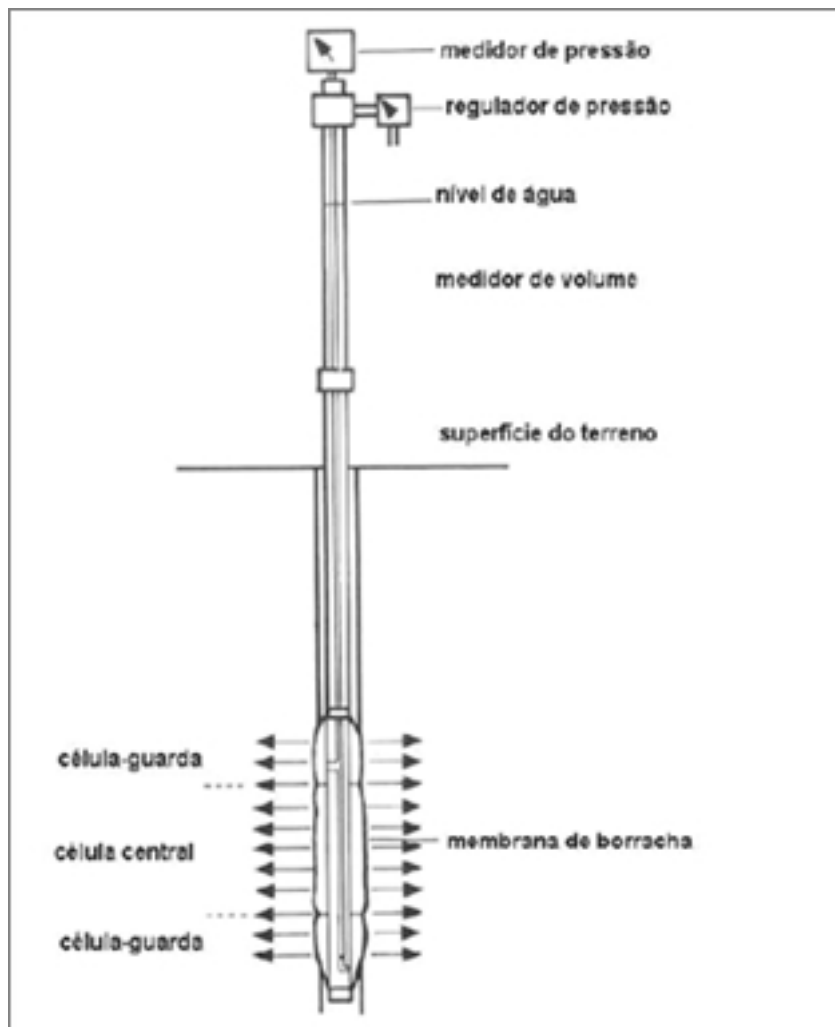


Figura 2 - Aspecto do pressiómetro desenvolvido por Ménard,

em 1957 (Baguelin *et al.*, 1978).

Tabela 1 - Versões desenvolvidas do pressiómetro (Amar *et al.*, 1991; Baguelin *et al.*, 1978;

Briaud, 1992; Cunha, 1994; Clarke, 1996)

Ano	Países / Autores	Versão desenvolvida
1933	Alemanha / Kogler	Primeiro pressiómetro de pré-furo
1955	França / Ménard	Pressiómetro de pré-furo Ménard
1959	Japão / Fukuoka	"Value Tester", pré-furo, para obter o módulo lateral
	França / Ménard	"Slotted Tube", sonda protegida num tubo de revestimento por cravação
1965	França / Jézéquel	PAF, primeiro pressiómetro auto-perfurador
1966	Japão / Suyama et al	Elastometer 100 da Oyo Corporation, pré-furo
1971	England / Wroth e Hughes	Camkometer, auto-perfurador
1975	Reino unido / Building Research Establishment	Shelby Tube Pressuremeter (PSPMT) para aplicações
1978	Canadá / Briaud e Shields	Pencell para projectos de pavimentos
	Rússia / NIIOSP	PA 108, pressiómetro automático
	França / IFP	PAM, auto-perfurador para investigações offshore
1982	USA / Briaud	Tezam, pré-furo e auto-perfurador
	França / LCPC	TLM, pressio-penetrómetro (cone pressiométrico in situ, vibrações) para penetrações offshore
1984	França / Bonne Esperance	PAC, versão automatizada do PMT
	Inglaterra / Rocctest	Pressiómetro de altas pressões para uso em rochas
1985	Canadá / O'Neill	UNC SBPM, auto-perfurador com sistema de

Actualmente existem vários tipos de pressiómetros, que diferem principalmente, pelo modo de instalação da sonda no terreno (Figura 3):

- Pressiómetros com pré-furação ou PMT (Pressiómeter Ménard Test) ou PBP (Predilled Pressuremeters) ou PBP (Preboring Pressuremeters). Sendo o PMT o mais comum;
- Pressiómetros auto-perfuradores ou SBP (Self-boring Pressuremeters) ou PAF

(Pressiometre Autoforeur);

- Pressiómetros de cravação ou PIP (Push-in Pressuremeters) ou FDP (Full Displacement Pressurementers) e CPMT (Cone Pressurementers Test).

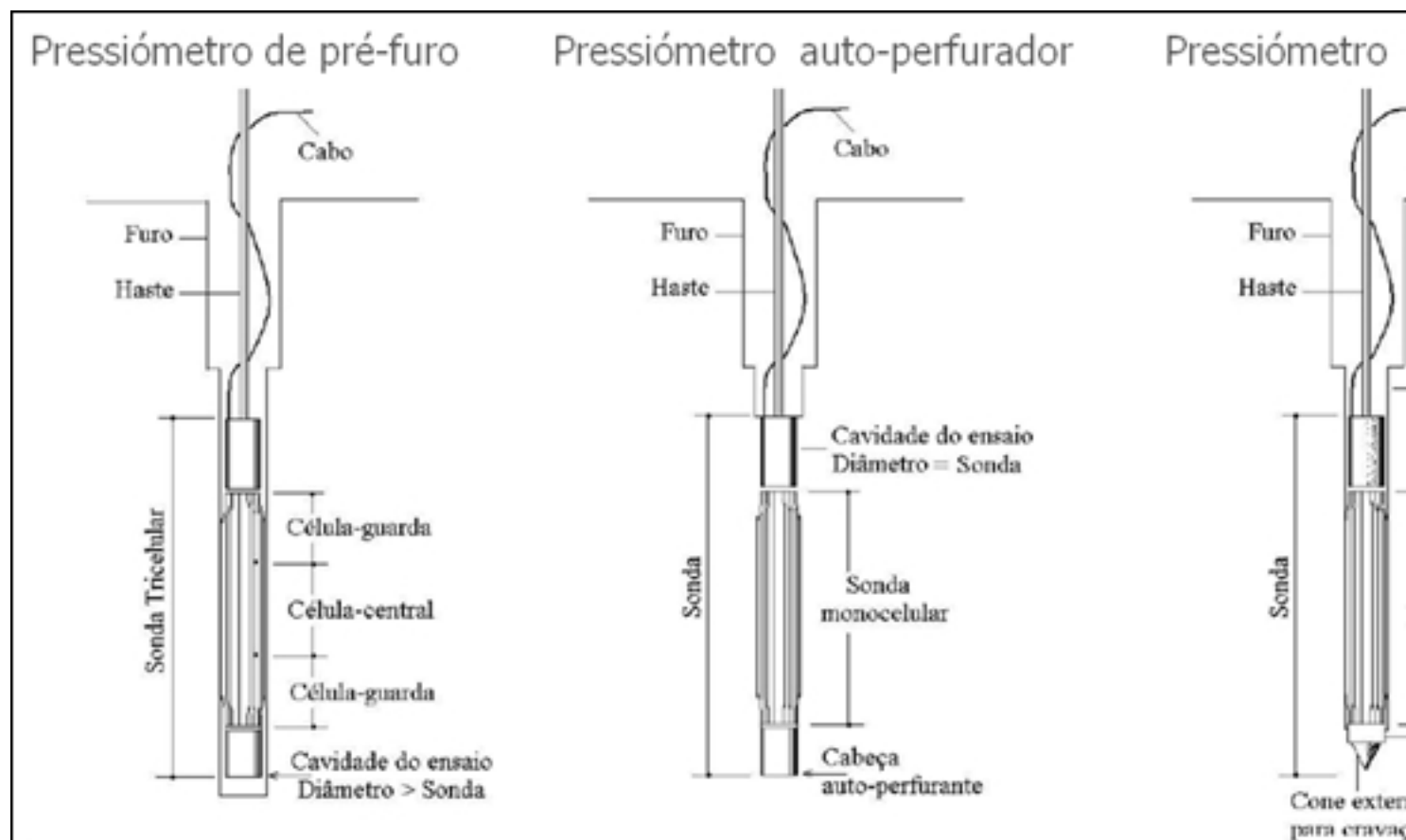


Figura 3 - Tipos de pressiómetros

Na Tabela 2 apresentam-se as diferentes técnicas de ensaio pressiómetrico para obtenção dos parâmetros do solo. Estes constituem uma boa ferramenta e possuem um bom potencial de aplicação (Schnaid, 2000). Os ensaios pressiométricos por fornecerem uma medida contínua do comportamento tensão-deformação do solo durante a expansão/contracção de uma cavidade cilíndrica são mais atraentes do que outros ensaios *in situ*, sendo portanto um ensaio de considerável alcance e interesse em engenharia.

Tabela 2 – Diferentes ensaios pressiómetricos de acordo com o tipo de

material (baseado em Lunne *et al.*, 1997)

Pressiômetro Grupo	Parâmetros do solo														Tipo de Material		
	Equipamento	Tipo de solo	Perfil	u	ϕ'	S_u	D_r	m_v	C_v	K	G_0	σ_h	OCR	$\sigma - \varepsilon$	Rocha Dura	Rocha Branda	Cascalheira
Pressiômetro	Pré-fluto	B	B	-	C	B	C	B	C	-	B	C	C	C	A	A	B
	Auto-perfurador	B	B	A	B	B	B	B	A	B	A	A/B	B	A/B	-	B	-
	Crivado	B	B	-	C	B	C	C	C	-	A	C	C	C	-	C	-

Potencial de aplicação: A – alto, B – moderado, C – baixo, “-” – nenhum;

Parâmetros do solo: u = poro-pressão *in situ*, ϕ' = ângulo de resistência ao corte ao corte não drenado, D_r = densidade relativa, m_v = coeficiente de variabilidade, C_v = coeficiente de consolidação, k = coeficiente de permeabilidade, G_0 = módulo

Normas

O ensaio PMT é geralmente executados de acordo com a norma francesa NF P94-110 (1991) ou a norma EN ISO 22476-4, Geotechnical investigation and testing, Field testing – Part 4: Ménard Pressuremeter Test, que indicam o modo de obter parâmetros de resistência e deformabilidade do solo nomeadamente módulo pressiométrico (E_{PMT}), pressão de fluência (P_F) e pressão limite (P_L).

Contudo existem outras normas, que permitem também obter estes parâmetros, tais como:

- ENV 1997 – 3 Eurocode 7, Geotechnical design;
- ASTM D4719 (1987) – Norma Americana de execução do ensaio PMT.

