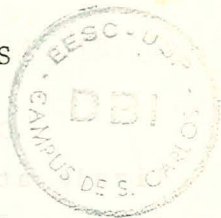


**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

SIMBOLOS E UNIDADES DA GEOTECNIA

João Baptista Nogueira

SÃO CARLOS 1984



1. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi dividido em três partes: na primeira estão listadas as grandezas definidas no quadro geral de unidades de medida aprovado pelo Decreto nº 81.621 de 03/05/78 e que mais interesse apresenta à geotecnia.

A segunda parte consta de uma simbologia utilizada em geotecnia, e que tem por base a proposta apresentada no V Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações realizado em Paris em 1961, acrescida de outros símbolos frequentemente utilizados no Brasil; quando a simbologia utilizada entre nós conflita com a de uso internacional, preferiu-se optar por esta última, como uma tentativa de normalização.

Na terceira parte são feitas considerações de ordem geral sobre o assunto.

A intenção deste é de, no momento, listar os símbolos mais usados em geotecnia no Brasil, com tendência à internacionalização, para um melhor aproveitamento e facilidade na leitura de trabalhos, e orientação dos interessados quanto a utilização das unidades em trabalhos científicos e didáticos.

2. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

O Sistema Internacional de unidades, atualizado até a 15.^a Conferência Geral de Pesos e Medidas, em 1975, compreende:

2.1 - Unidades de base

UNIDADE	SÍMBOLO	GRANDEZA
metro	m	comprimento
quilograma	kg	massa
segundo	s	tempo
ampère	a	corrente elétrica
Kelvin	k	temperatura termodinâmica
mol	mol	quantidade de matéria
candela	cd	intensidade luminosa

2.2 - Unidades complementares

radiano	rad	ângulo plano
esterradiano		ângulo sólido

2.3 - Unidades derivadas, deduzidas direta ou indiretamente das unidades de base e suplementares.

2.4 - Os múltiplos e submúltiplos decimais das unidades de base, cujos nomes são formados pelo emprego dos prefixos da tabela.

PREFIXO	SÍMBOLO	FATOR MULTIPLICADOR
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
quilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deca	da	10
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}

2.5 - Sistema de Unidades

A seguir serão listados as principais grandezas utilizadas na geotecnia, suas unidades e os símbolos utilizados.

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Área	metro quadrado	m ²
Volume	metro cúbico	m ³
Ângulo Plano	radiano	rad
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Velocidade	metro/segundo	m/s
Velocidade Angular	radiano/segundo	rad/s
Aceleração	metro/segundo/segundo	m/s ²
Aceleração Angular	radiano/segundo/segundo	rad/s ²
Momento de Inércia	quilograma-metro quadrado	kg.m ²
Massa Específica	quilograma/metro cúbico	kg/m ³
Força	Newton	N
Peso Específico	Newton/metro/cúbico	N/m ³
Pressão (Tensão)	Pascal	Pa
Viscosidade Dinâmica	Pascal-segundo	Pa.s
Vazão	metro cúbico/segundo	m ³ /s
Momento de Força	Newton-metro	N.m
Frequência	Hertz	Hz
Temperatura	grau Celsius	°C
Trabalho (Energia)	Joule	J
Resistividade	Ohm-metro	Ω.m

2.6 - Unidades Aceitas Para Uso com o
SI, sem Restrição de Prazo.

Volume	Litro	l
Ângulo Plano	grau	o
	minuto	'
	segundo	"
Massa	tonelada	t
Tempo	minuto	min
	hora	h
	dia	d
Velocidade Angular	rotação/minuto	rpm

3. SIMBOLOGIA E UNIDADES UTILIZADAS

GRANDEZA	SÍMBOLO	UNIDADE
3.1 - Geral		
- Coordenadas de um Ponto		
. retangulares	x, y, z	
. polares	r, θ, z	
- Aceleração		m/s^2
. genérica	a	
. gravidade	g	
- Componentes de Deslocamento	u, v, w	
- Ângulo Plano		rad, grau
- Velocidade Angular	ω	rad/s
- Aceleração Angular	α	rad/s ²
- Medida Linear		m, cm, mm
. largura	B, b	
. comprimento	L, ℓ	
. altura	H, h	
. diâmetro	D, d	
. espessura de camada	Z	
- Área		m^2, cm^2
. genérica	A	
. inicial	A_0	

- Volume		m^3, cm^3, l
. genérico	V	
. inicial	V_o	
. sólidos	V_s	
. vazios	V_v	
. água	V_w	
. ar	V_{ar}	
- Tempo	t	s, h
- Massa		kg, g, t
. genérica	M	
. sólidos	M_s	
. água	M_w	
- Força		N, kN, MN
. genérica	F	
. peso	W	
- Momento	M	N.m
- Viscosidade Dinâmica	η	Pa.s
- Fator de Segurança	FS	

3.2 - Pressão (Tensão)

Pa, kPa, MPa

- Pressão Neutra	u
- Tensão Normal Total	σ
- Tensão Normal Efetiva	σ'

- Tensão Cisalhante τ
- Tensões Principais $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$
- Componentes Tensões Normais:
 - . coordenadas retangulares $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$
 - . coordenadas polares $\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$
- Tensão Superficial σ_s N/m

3.3 - Deformação

- Linear Específica ϵ %
- Componentes em Coord. Retang. $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$
- Volumétrica Específica θ
- Cisalhante γ
- Componentes em Coord. Retang. $\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$
- Coeficiente de Poisson ν
- Módulo de Elasticidade do Solo E Pa, kPa, MPa
- Módulo de Elastic. Transversal G Pa, kPa, MPa

3.4 - Índices Físicos

- Massa Específica $\text{kg/m}^3, \text{g/cm}^3, \text{t/m}^3$
 - . do solo ρ
 - . do solo seco ρ_d



. do solo saturado	ρ_{sat}	
. do solo submerso	ρ'	
. dos sólidos	ρ_s	
. da água	ρ_w	
. do ar	ρ_{ar}	
- Peso Específico		$N/m^3, kN/m^3$
. do solo	γ	
. do solo seco	γ_d	
. do solo saturado	γ_{sat}	
. do solo submerso	γ'	
. dos sólidos	γ_s	
. da água	γ_w	
. do ar	γ_{ar}	
- Densidade		
. do solo	δ	
. dos sólidos	δ_s	
. da água	δ_w	
- Índice de Vazios		
. genérico	e	
. inicial	e_o	
. crítico	e_c	
- Porosidade	n	%
- Teor de Umidade	w	%
- Grau de Saturação	S_r	%

3.5 - Consistência-Compacidade

- Limite de Liquidez	w_L, LL	%
- Limite de Plasticidade	w_P, LP	%
- Limite de Contração	w_s, LC	%
- Índice de Plasticidade	I_P, IP	%
- Índice de Consistência	I_C	%
- Índice de Vazios Máximo (estado fofo)	e_{max}	
- Índice de Vazios Mínimo (estado compacto)	e_{min}	
- Compacidade Relativa	D_r	

3.6 - Granulometria

- Diâmetros		mm, cm
. dos grãos	D	
. efetivo	D_e, D_{10}	
. vazio tangente	D_{vt}	
. vazio equivalente	D_{ve}	
- Coeficiente		
. de não uniformidade	C_u	
. de curvatura	C_c	

3.7 - Movimento d'água no Solo

- Vazão		$m^3/s, l/s$
. total	Q	
. unitária	q	

- Velocidade		m/s, cm/s
. de descarga	v	
. de percolação	v_s	
. Gradiente Hidráulico		
. médio	i	
. crítico	i_c	
- Coeficiente de Permeabilidade		cm/s
. genérico	k	
. a 20°C	k_{20}	
. horizontal	k_h	
. vertical	k_v	
- Relação de Permeabilidade	X_{15}	$X_{15} = D_{15f} / D_{15b}$
- Relação de Estabilidade	X_{85}	$X_{85} = D_{15f} / D_{85b}$
- Carga		m
. total	h	
. piezométrica	h_p	
. altimétrica	h_e	
- Força de Percolação	J	N, kN
- Força de Percolação/unidade de volume do solo	j	$N/m^3, kN/m^3$
- Número de Canais de Fluxo	n_f	
- Número de Equipotenciais	n_{eq}	

3.8 - Adensamento

- Coeficiente de variação volumétrica unidirecional	m_v	$m^2/N, m^2/kN$
- Coeficiente de Compressibilidade Vertical	a_v	$m^2/N, m^2/kN$
- Índice de Compressão	C_c	
- Coeficiente de Adensamento	c_v	m^2/s
- Fator Tempo	T_v	
- Percentagem de Adensamento	U_z	%
- Percentagem Média de Adensamento	U	%
- Distância de Drenagem	H_d	m
- Tensão de Pré-Adensamento	σ'_{ad}	Pa, kPa
- Recalque de Adensamento		m, cm, mm
. total	ρ_c	
. parcial	ρ_t	
. diferencial	δ	

3.9 - Reconhecimento do Sub-Solo

- Índice de Resistência a Penetração	N	
- Relação de Áreas	R_a	%
- Folga Interna	F_i	%

- % de Recuperação	R_r	%
- Nível d'água	NA	

3.10 - Resistência ao Cisalhamento

- Resistência ao Cisalhamento		Pa, kPa
. pico	τ_t	
. residual	τ_r	
- Coesão		Pa, kPa
. não drenada	c_u	
. em termos de tensão total	c	
. em termos de tensão efetiva	c'	
- Ângulo de Atrito		grau
. em termos de tensão total	ϕ	
. em termos de tensão efetiva	ϕ'	
- Resistência a Compressão		
Simples	σ_c	Pa, kPa
- Resistência a Tração	σ_t	Pa, kPa
. para ensaio de viga	σ_{tv}	
. para ensaio triaxial	σ_{tt}	
. para ensaio brasileiro	σ_{tb}	
- Sensibilidade	S_e	

3.11 - Empuxo de Terra

- Empuxo de Terra Unitário		N/m, kN/m
. genérico	E	
. empuxo ativo	E _A	
. empuxo passivo	E _P	
. empuxo de repouso	E _O	
- Coeficiente de Empuxo		
. ativo	K _A	
. passivo	K _P	
. em repouso	K _O	
- Ângulo de Atrito Solo-Muro	δ	grau
- Relação entre Tensão Horizontal e Vertical	K	
- Inclinação da Superfície do Terraplano	i	grau
- Inclinação da Cunha com a Horizontal	α	grau
- Altura Crítica de Talude Vertical	H _c	m

3.12 - Taludes

- Altura	H	m
- Profundidade da camada resistente abaixo do pé do talude	D	m
- Ângulo de Inclinação	α	grau

3.13 - Compactação

- Teor de Umidade Ótima	w_{ot}	%
- Massa Específica Seca Máxima	$\rho_{d,m\acute{a}x}$	$kg/m^3, g/cm^3, t/m^3$
- Massa Específica do Aterro	ρ_f	
- Peso Específico Seco Máximo	$\gamma_{d,m\acute{a}x}$	$N/m^3, kN/m^3$
- Grau de Compactação	GC	%
- Energia de Compactação	EC	J, kJ

3.14 - Fundações

- Largura da Fundação	B	m
- Comprimento da Fundação	L	m
- Profundidade da Fundação Abaixo da Superfície do Terreno	D	m
- Fatores de Capacidade de Carga	N_c, N_q, N_γ	
- Fatores de Forma	s_c, s_q, s_γ	
- Nega	s	

- Capacidade de Carga do Solo σ_r Pa, kPa
- Recalque ρ m, cm, mm
- Recalque Imediato ρ_i m, cm, mm
- Taxa de Trabalho do Solo $\bar{\sigma}$ Pa, kPa
- Carga de Trabalho de Estaca \bar{P}_e N, kN