

ANÁLISE DOS CONDICIONANTES PARAMÉTRICOS UTILIZADOS EM ESTUDO DE MOVIMENTOS DE MASSA RÁPIDOS SOBRE ENCOSTAS - SALVADOR - BAHIA - BRASIL *

Maria do Carmo Barbosa de Almeida

A degradação das encostas sob forma de erosão e movimentos rápidos de massa, na cidade de Salvador-Bahia, situada no Nordeste do Brasil (**Fig. 1**), trazem sérias conseqüências, tanto no aumento da susceptibilidade a esses processos, quanto à qualidade de vida da população, sobretudo carente. A ocupação acelerada e os processos de crescimento desordenado, tem propiciado o desequilíbrio ambiental da própria estrutura do sítio urbano. O presente trabalho se refere ao levantamento sistemático de parâmetros físicos no estudo da tipologia dos processos mais freqüentes: como os desmoronamentos e/ou escorregamentos em litologias diferenciadas com enfoque para os condicionantes imediatos.

A partir das variações quanto à instabilização, tentou-se fazer uma avaliação da predisponibilidade de cada domínio litológico para tais eventos. Na abordagem metodológica as análises dos dados de concentração das precipitações diárias, distribuição textural, parâmetros geotécnicos, lâminas delgadas, corresponderam àqueles que expressam melhor a vulnerabilidade diferenciada dos domínios litológicos aos processos em questão.

Quadro Natural. - O Embasamento Cristalino de Salvador é constituído de rochas em alto grau de metamorfismo definidas como granulitos ácidos e básicos associados a pegmatitos, cortados por diques de diabásio (FUJIMORI, 1968). A feição estrutural marcante é a escarpa de linha de falha de Salvador, com orientação geral na região N10°E a 15°E; as fissuras e diáclases evidenciadas, cortam o substrato rochoso em diversos planos e direções. Os sedimentos da Formação Barreiras capeia o substrato cristalino, em alguns trechos. A espessura varia de 10 a 15 metros, com alternâncias de camadas arenosas, argilosas, siltico-argilosa e conglomerática (BIGARELLA, 1974, 1994; LOBO, 1984). O aspecto geomorfológico inclui os compartimentos topográficos identificados por ALMEIDA et alii (1978). No domínio das rochas cristalinas identificam-se: o baixo planalto (espigão) cortado por densa rede de drenagem; o nível intermediário, no qual sobressaem os morros de encostas convexas que incluem parte significativa da área de estudo. No domínio dos sedimentos barreiras ocorrem “*tabuleiros*” - formas alongadas de topos planos e encostas retilíneas. A cobertura florestal dos dois domínios é pontual em função da ação antrópica: desmatamento e intensa ocupação sem planejamento.

Avaliação dos Resultados. - O domínio do embasamento cristalino revela homogeneidade textural nas amostras, pela intensa alteração em função do clima e relativa uniformidade litológica. Na distribuição percentual da textura destaca-se a fração arenosa e siltica e na base do corte blocos muito alterados (**Fig. 2**). Em determinados pontos, estruturas reliquias (diáclases e fissuras) interferem, resultando

* Apoio CNPq-Brasil.
PGGMA/DGEOQ/IGEO-UFBA

em uma massa diferenciada. Nos sedimentos do Barreiras (**Fig. 3**) são características as intercalações texturais variadas e presença da carapaça laterítica consolidada ou fragmentada na qual a morfogênese interfere favorecendo condições de porosidade e conseqüente infiltração (ALMEIDA et alii, 1995). Com as lâminas delgadas pretendeu-se investigar o comportamento estratigráfico de alguns níveis amostrados a partir de sua composição mineralógica. No caso da carapaça compacta com níveis sobrejacente e subjacente arenosos, percebe-se traços nítidos de erosão diferencial. Nas rochas granulíticas a alteração diferenciada em função do óxido de ferro e manganês, pode indicar irregularidades na infiltração e pela presença de estrutura reliquiar, causar desequilíbrio na encosta (ALMEIDA, op. cit., LOBO, op. cit.). Os ensaios de mecânica do solo (**Tabela 1**), demonstram que os limites de Atterberg (plasticidade e liquidez) (COLANGELO, 1995, IPT, 1992), são os mais elevados do perfil, em função do maior percentual de frações finas (argila e secundariamente silte) havendo, portanto, tendência a escorregamentos. As camadas mais vulneráveis à erosão superficial, são aquelas que têm coesão e ângulo de atrito menores. A análise dos parâmetros climáticos, em especial, a concentração da precipitação diária (ALMEIDA, 1995; CRUZ, 1982) desempenhou papel primordial nas interpretações (**Tabela 2, 3, 4 e 5**). A análise constou do estudo particularizado de anos padrão, no período 1959/1989 (30 anos), identificando-se: 1961, ano mais seco; 1964, ano mais chuvoso; 1988, ano médio; 1971, ano excepcional (**Figs. 4, 5 e 6**); anos mais recentes 1987 e 1989, para verificar modificações atuais nos padrões climatológicos.

Considerações Finais. - Os procedimentos utilizados para avaliação da predisponibilidade das encostas para desmoronamentos e escorregamentos dentre outros, alguns satisfizeram parcialmente e outros responderam positivamente às expectativas, **(i)** o clima tem papel preponderante nos eventos sobre encostas por que é responsável pela formação de um regolito espesso e de maneira imediata pelos episódios de precipitação intensa e/ou freqüente; **(ii)** a análise das lâminas delgadas foi conclusiva para o embasamento cristalino: a alteração diferenciada que reflete no regolito em função da composição mineralógica indica susceptibilidade a escorregamento. No caso dos sedimentos barreiras a presença de carapaças lateríticas, quando compactas, retarda a morfodinâmica e quando fragmentada e associada ao solo, promove permeabilidade variada, acelerando os processos erosivos; **(iii)** os dados geotécnicos deram subsídios positivos na avaliação de algumas características do material. Em ambos os domínios litológicos, determinados setores revelam cortes susceptíveis e/ou sinais desses processos; **(iv)** a análise granulométrica respondeu às expectativas: nos sedimentos barreiras, a nítida heterogeneidade do material, resulta na variedade de processos erosivos atuantes. Nesta área a ocupação é mais recente, portanto as modificações são menores. No embasamento cristalino com declive acentuado ($> 27^\circ$) os cortes são numerosos e estáveis quando a alteração é homogênea pela maior coesão e resistência ao cisalhamento. Observa-se sinais de instabilidade quando as estruturas reliquias estão presentes ou no contato de horizontes cujos estágios de alteração são diferenciados ou ainda, entre estes e a rocha sã. As condições mais favoráveis para a instalação e evolução de desmoronamentos e escorregamentos, dentre outros, encontra-se nos sedimentos barreiras; todavia, a área do embasamento cristalino é mais submetida à ação antrópica, desde a ocupação e atividade inadequada da população de baixa renda, às obras de construção civil; em conseqüência, esses

fenômenos são numerosos e freqüentes, embora não se observe relação tão direta como no primeiro caso.

Referências

- ALMEIDA, M.C.B. et alii, 1978. Estudo do Sítio do Município de Salvador. IGEO/UFBA/OCEPLAN, Salvador, pp. 110.
- ALMEIDA, M.C.B. et alii, 1995. Estudo Comparativo do Potencial Erosivo no Embasamento Cristalino e nos Sedimentos Barreiros-Escorregamentos. Memória del Encuentro de Geografos de America Latina. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana - Cuba, pp. 101-108.
- BIGARELLA, J.J. et alii, 1974. Estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos em Pernambuco (Formação Barreiras). An Inst. Ciên. Terra, v. 2, Recife, p. 2-14.
- BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F., 1994. Estrutura e origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Vol. 1. Florianópolis, Ed. UFSC, 425 p.
- COLANGELO, A.C. 1995. Os Mecanismos de Compensação e o Equilíbrio de Forças na Dinâmica dos Materiais de Vertente. Rev. Depto. Geografia, nº 09, USP, São Paulo, pp. 13-20.
- CRUZ, O. 1982. Estudo dos processos geomorfológicos do escoamento pluvial na área de Caraguatatuba - SP. Tese de Livre Docência em Geografia Física. USP, 151 p.
- FUJIMORI, S. 1968. Granulitos e Charnorckitos de Salvador, Bahia. An. Acad. Bras. Ciênc., Rio de Janeiro, v. 2, nº 40, p. 181-202.
- IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica), 1992. Alterações no Meio Físico Decorrentes de Obras de Engenharia. Boletim 61. São Paulo, 165 p.
- LOBO, H.R.C. 1984b. Pedologia Geológica do Intemperismo Cenozóico no Nordeste Oriental: 2. Granulometria e Intemperismo Físico. Bol. Núcleo Nordeste, Soc. Bras. Geol. Atas XI Simp. Geol. Nordeste, Natal (RN) (no prelo).

Tabela 1. Parâmetros Geotécnicos.

Parâmetros Geotécnicos		Limite de Atterberg (%)			Coesão				Ângulo de Atrito				Análise Granulométrica (ABNT)			
Nome	Am.	LL	LP	IP	Nat.	Imun.	Pic.	Res.	Mat.	Imun.	Pic.	Res.	Ped.	AR	Sil.	Arg.
<i>Barreiras</i>	1B	25	15	10	6				31				0	86	3	11
	1D	30	10	11	6				31				1	85	2	12
	1F	23	19	8	6				31				1	85	2	12
	1G	0	0	0	6				31				0	88	0	12
	1H	79	39	40	9				37				0	7	6	87
	1I	0	0	0	6				31				0	85	1	14
	1J	69	30	39	9				37				0	13	16	71
	1K	0	0	0	6				31				0	87	3	10
	1L	68	34	34	9				37				0	16	8	76
	1M	27	17	10	6				31				0	86	2	14
	1N	37	19	18	6				31				0	72	0	28
	1P	39	20	19	6	6	80	6	31	31	53	44	0	65	1	34
<i>Embasa-mento</i>	01	67	36	31									8	21	10	61
	02	102	49	53									0	14	12	74
	03	66	67	29									12	23	6	59
	04	61	36	25									0	29	6	67
	05	89	45	44									1	18	31	50
	06	96	44	52									0	29	16	55
	07	50	35	15									1	61	20	18
	08	111	51	60			23				28		3	22	22	53
	09	81	44	37			23				28		11	23	28	38
	10	100	52	48			18				35		0	17	30	53
	11	97	51	46			24				36		3	10	18	69
	12	95	52	43									5	6	22	67

Tabela 2. Concentração de Chuvas - 1961 (ano seco).

Meses	Nº Dias de Chuva	Altura Total (mm)	Máxima em 24 h (mm)	% Concentração (24 h)
Jan	11,0	48,0	19,0	39,6
Fev	3,0	8,0	3,9	48,8
Mar	10,0	76,0	25,3	33,3
Abr	19,0	91,0	37,5	41,2
Mai	24,0	195,0	25,2	12,9
Jun	23,0	223,0	30,6	13,7
Jul	23,0	108,0	15,1	14,0
Ago	19,0	77,0	31,4	40,8
Set	3,0	6,0	2,5	41,7
Out	15,0	40,0	13,1	32,8
Nov	5,0	8,0	3,0	37,5
Dez	9,0	66,0	44,0	66,6

Tabela 3. Concentração de Chuvas - 1964 (ano chuvoso).

Meses	Nº Dias de Chuva	Altura Total (mm)	Máxima em 24 h (mm)	% Concentração (24 h)
Jan	20	588,0	112,4	19,1
Fev	17	250,0	118,2	47,3
Mar	20	360,0	87,5	24,3
Abr	26	378,0	84,4	22,3
Mai	28	424,0	61,5	14,5
Jun	20	259,0	63,6	24,5
Jul	21	225,0	42,9	19,1
Ago	23	256,0	43,1	16,8
Set	21	110,0	14,2	12,9
Out	12	177,0	141,6	80,0
Nov	15	222,0	126,5	57,0
Dez	8	190,0	78,6	41,4

Tabela 4. Concentração de Chuvas - 1988 (ano médio).

Meses	Nº Dias de Chuva	Altura Total (mm)	Máxima em 24 h (mm)	% Concentração (24 h)
Jan	13	170	130,8	76,9
Fev	11	81	21,3	26,3
Mar	20	331	85,0	25,7
Abr	23	272	76,2	28,0
Mai	19	179	59,9	33,5
Jun	19	236	56,4	23,9
Jul	26	293	39,8	13,6
Ago	19	137	26,0	19,0
Set	15	50	8,1	16,4
Out	6	77	25,3	32,8
Nov	13	138	39,6	28,7
Dez	15	174	35,0	20,1

Tabela 5. Concentração de Chuvas - 1971 (ano excepcional).

Meses	Nº Dias de Chuva	Altura Total (mm)	Máxima em 24 h (mm)	% Concentração (24 h)
Jan	16	95	20,4	21,5
Fev	12	56	11,7	20,9
Mar	19	83	33,0	39,8
Abr	11	654	36,72	56,1
Mai	22	436	92,4	21,2
Jun	20	312	74,1	23,8
Jul	25	429	79,2	18,5
Ago	24	288	86,1	29,9
Set	14	158	68,7	43,5
Out	21	162	42,2	26,0
Nov	10	67	11,4	17,0
Dez	7	68	44,8	65,9

Fonte: 4º Distrito de Meteorologia da Estação Ondina (Salvador-Ba).

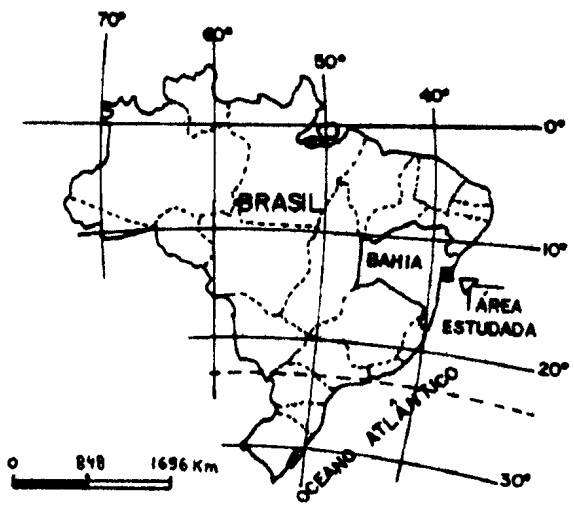


FIG. 2

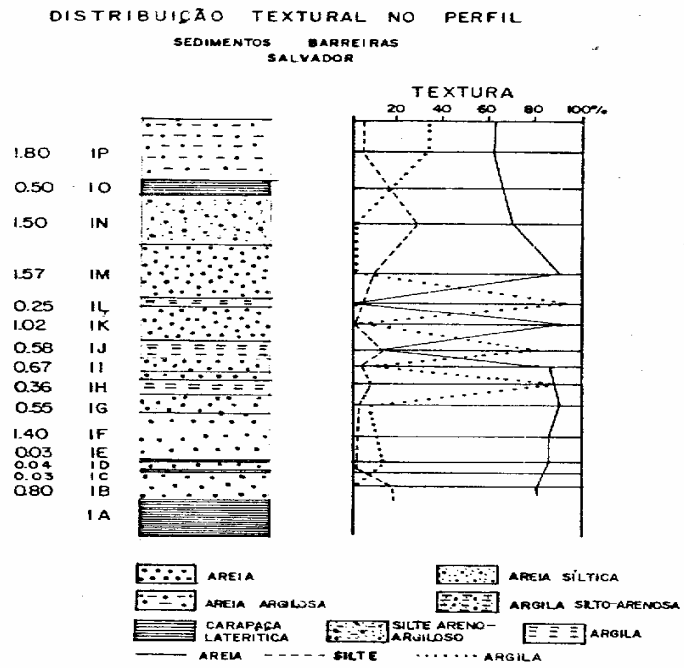


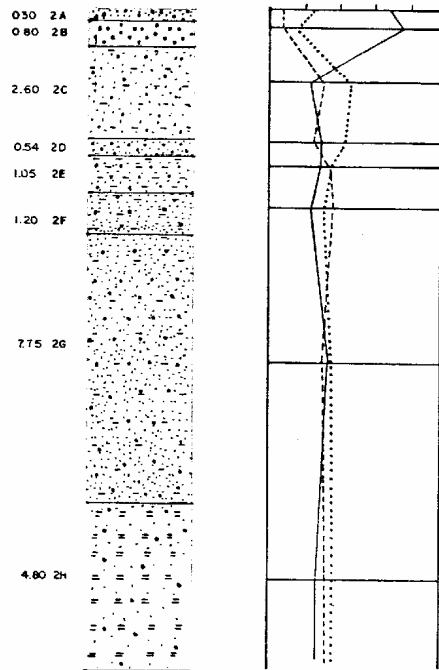
Fig. 3

DISTRIBUIÇÃO TEXTURAL NO PERFIL

EMBASAMENTO CRISTALINO
SALVADOR

TEXTURA

20 40 60 80 100%



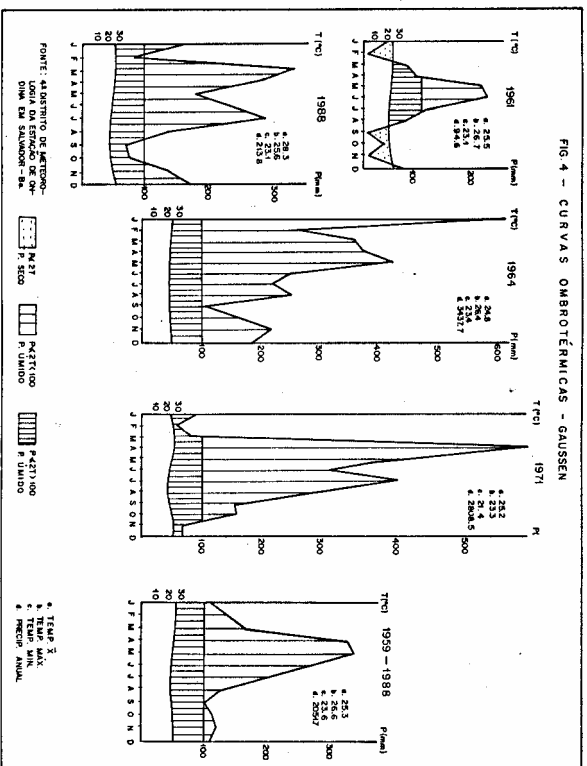
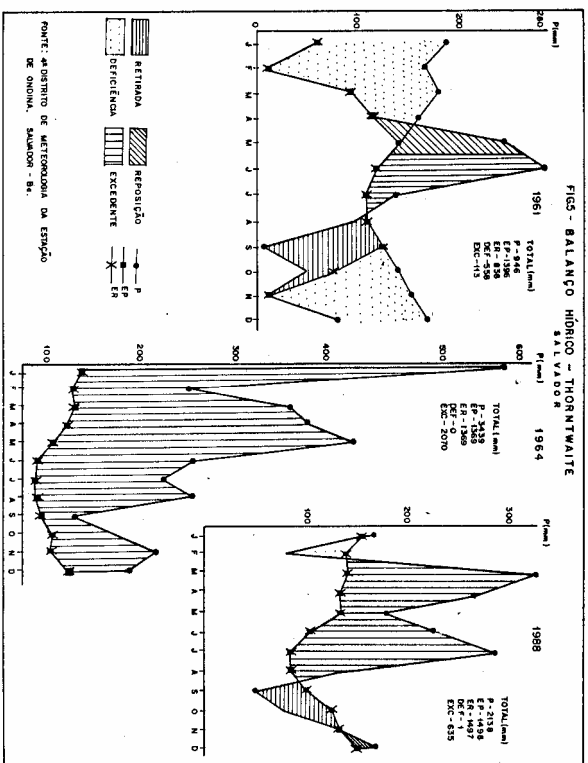


FIG. 6 - BALANÇO HIDRICO - THORNTWAITE
SALVADOR

