9º CONGRESSO
DA ÁGUA

CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SEDIMENTOS TRANSPORTADOS PELO ESCOAMENTO SUPERFICIAL ORIGINADO POR CHUVADAS MÓVEIS E ESTÁTICAS

João L. M. P. de Lima

Universidade de Coimbra

Projectos de investigação

EFEITO DO DESLOCAMENTO DA PRECIPITAÇÃO NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

POCTI/35661/MGS/2000

ESTUDO LABORATORIAL EM CANAIS DE TERRA SOBRE A INFLUÊNCIA DA ACÇÃO COMBINADA DO VENTO E DA CHUVA NO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS E AGRO-QUÍMICOS PELO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

POCI/AMB/58429/2004

João L.M.P. de Lima; Cristiano S. Souza; M. Isabel P. de Lima; José M.M. Azevedo; Pedro P. Cunha; Pedro A.M. Dinis

Governo da República Portuguesa

União Europeia – Fundos Estruturais

Wind-driven rain Moving storms

Lima, J. L. M. P. de and V. P. Singh, 2002. The influence of the pattern of moving rainstorms on overland flow. **Advances on Water Resources**, Elsevier 25(7), 817-828.

Lima, J. L. M. P. de, V. P. Singh and M. I. P. de Lima, 2003. The influence of storm movement on water erosion: Storm direction and velocity effects. **CATENA**, Elsevier, **52**, 39-56.

Lima, J. L. M. P. de and V. P. Singh, 2003. Laboratory experiments on the influence of storm movement on overland flow. **Journal Physics and Chemistry of the Earth**, **28** (6-7), 277-282.

Deng, Z.-Q., J. L. M. P. de Lima and V. P. Singh, 2005. A fractional kinetic model for first flush of stormwater pollutants. **Journal of Environmental Engineering, ASCE**, 131(2), 232-241.

Deng, Z.-Q., J. L. M. P. de Lima and V. P. Singh, 2005. Transport rate-based model for overland flow and solute transport: Parameter estimation and process simulation. **Journal of Hydrology, 315, 220-235**.

Importância do transporte sólido

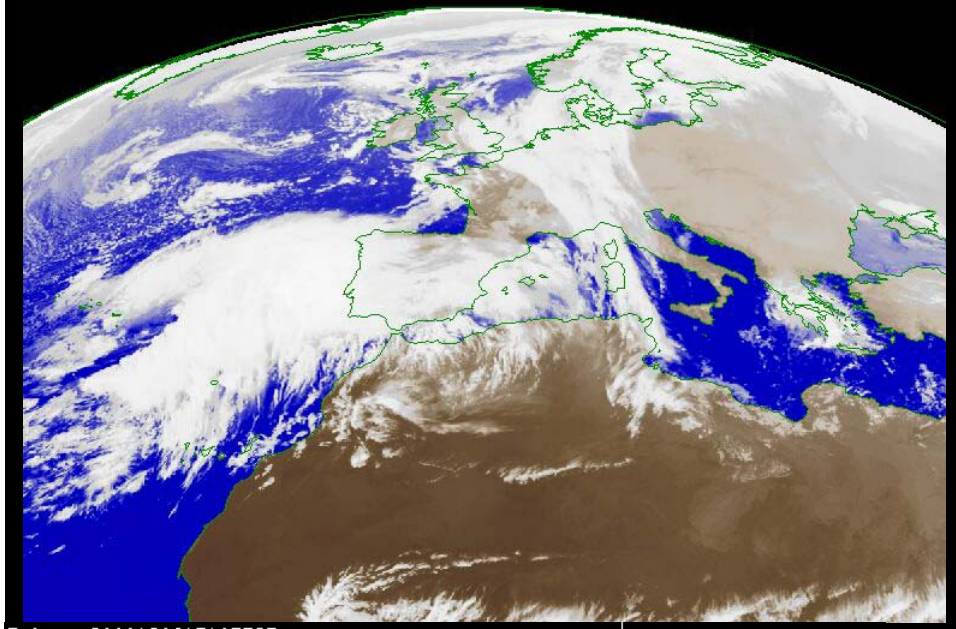
INTRODUÇÃO

chuvadas são frequentemente consideradas estáticas !

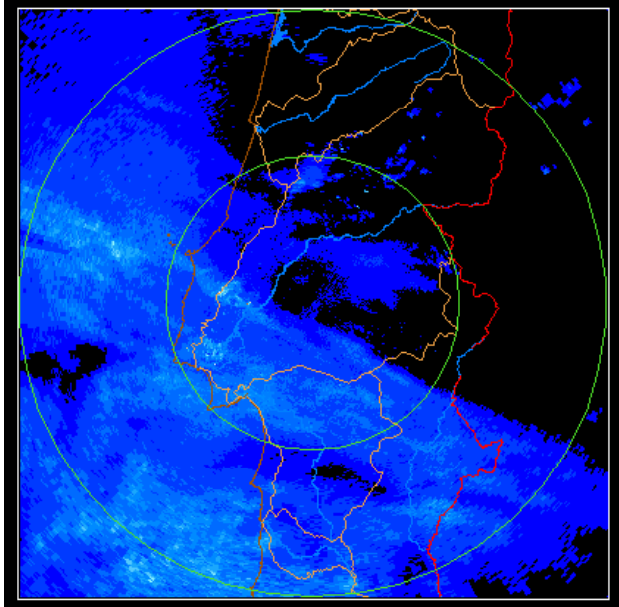
precipitação vem normalmente associada a ventos predominantes

A importância da acção combinada do vento e da chuva, é confirmada por vários investigadores:

- precipitação (e.g. distribuição espacial e temporal, trajectória e velocidade das gotas)
- escoamento superficial (e.g. distribuição espacial e temporal altura de escoamento, velocidade)



File : 2000120615103585.pcr
Type: PCAPPI(R)
Range: 200.0 km

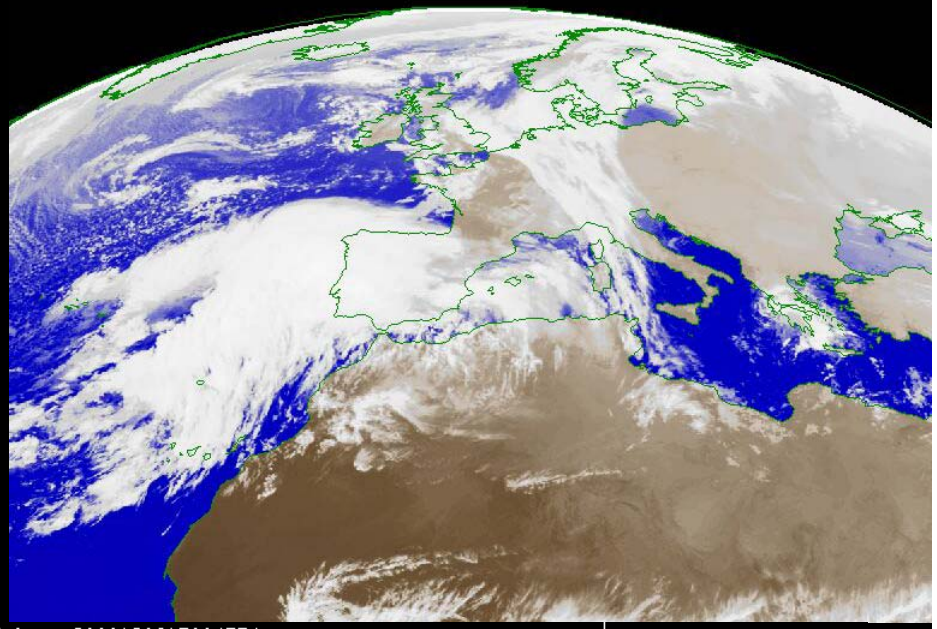


06.12.2000
15:10:35

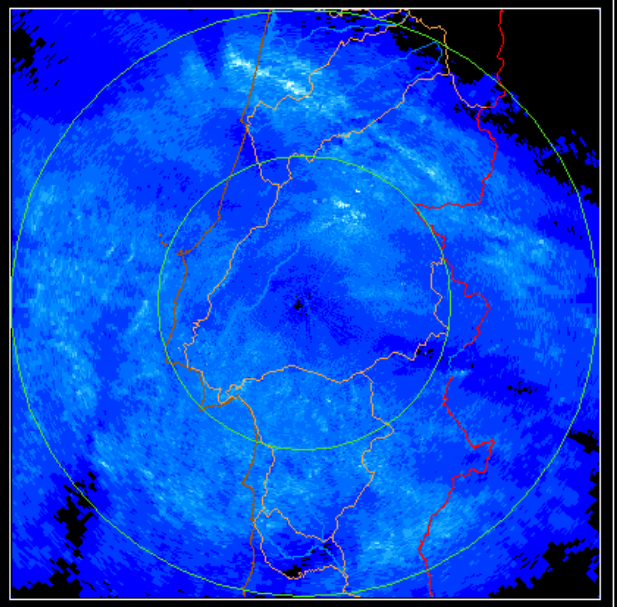
mm/h
>= 75.0
62.0- 75.0
42.0- 62.0
39.0- 42.0
35.0- 39.0
28.0- 35.0
22.0- 28.0
17.0- 22.0
12.5- 17.0
9.0- 12.5
6.0- 9.0
3.8- 6.0
2.0- 3.8
0.6- 2.0
0.1- 0.6

CRUZ_DO_LEAO
R:200km,RES:1.000
H : 1.000 km
PRF: 365 / 0
TS: 14
RS: 1
NO CC

Rainbow 3.3
(c)Gematronik GmbH



File : 2000120617004774.pcr
Type: PCAPPI(R)
Range: 200.0 km



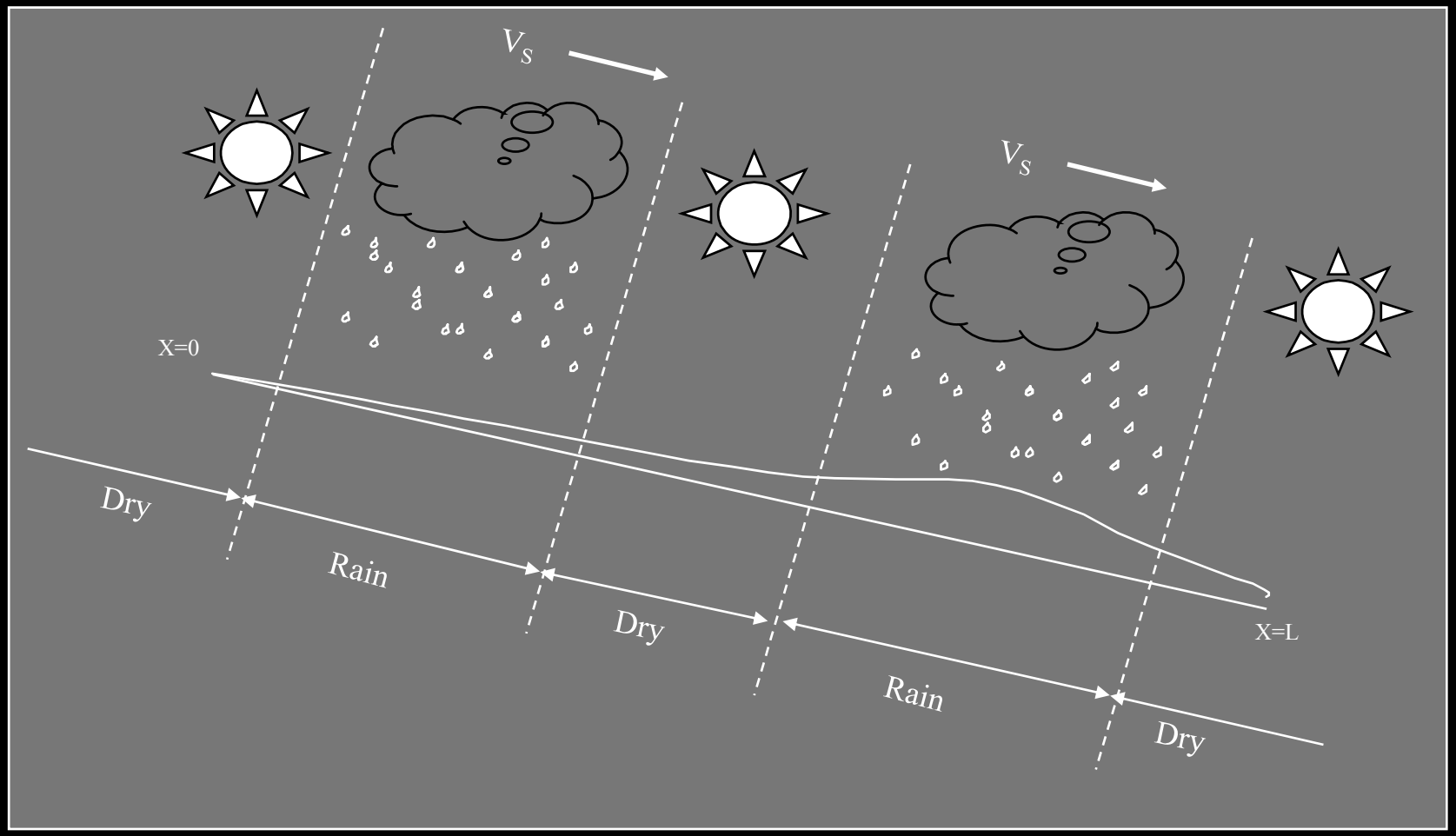
06.12.2000
17:00:47

mm/h
>= 75.0
62.0- 75.0
42.0- 62.0
39.0- 42.0
35.0- 39.0
28.0- 35.0
22.0- 28.0
17.0- 22.0
12.5- 17.0
9.0- 12.5
6.0- 9.0
3.8- 6.0
2.0- 3.8
0.6- 2.0
0.1- 0.6

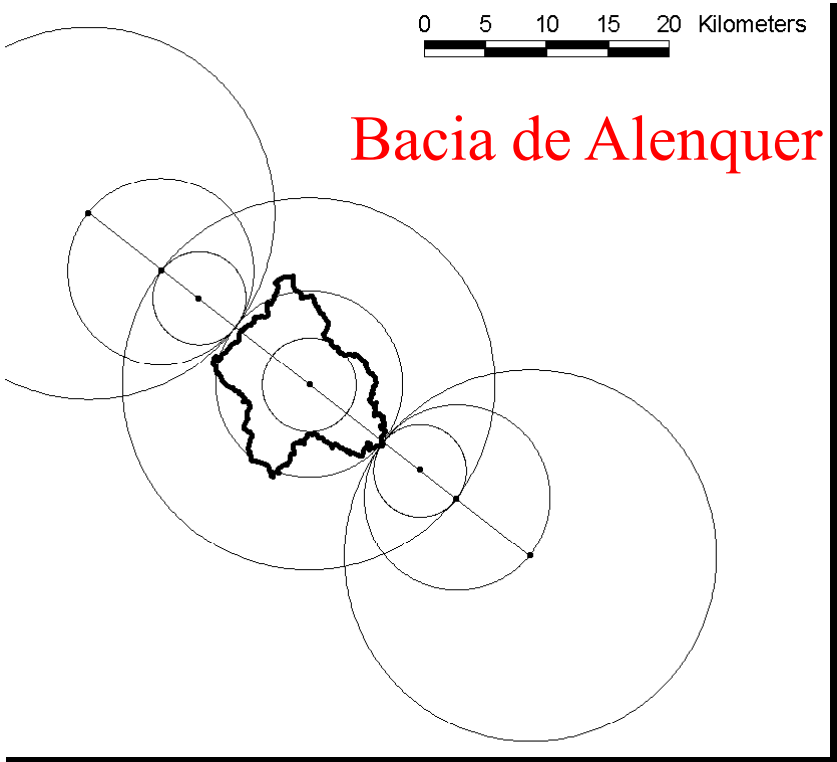
CRUZ_DO_LEAO
R:200km,RES:1.000
H : 1.000 km
PRF: 365 / 0
TS: 14
RS: 1
NO CC

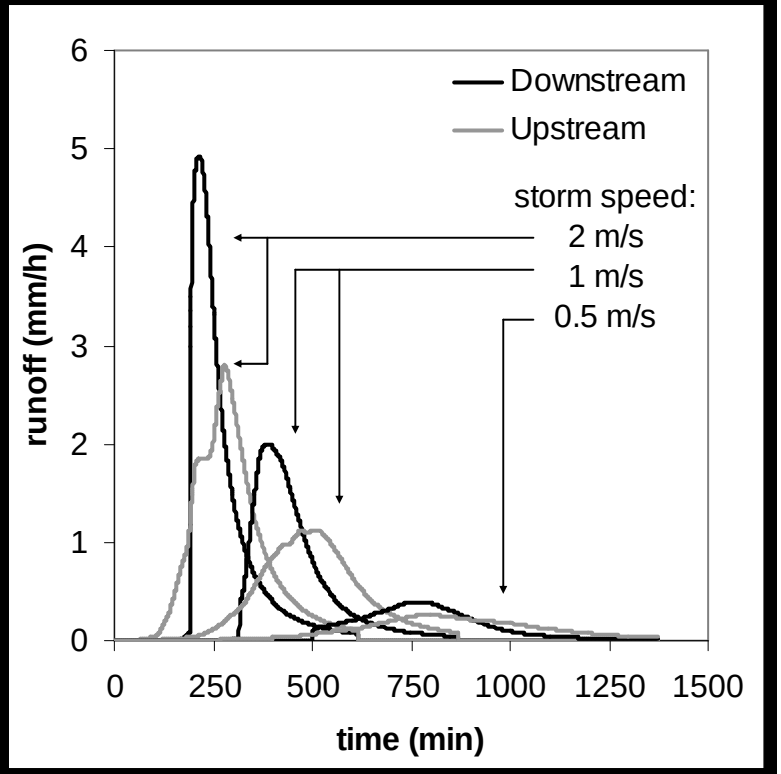
Rainbow 3.3
(c)Gematronik GmbH

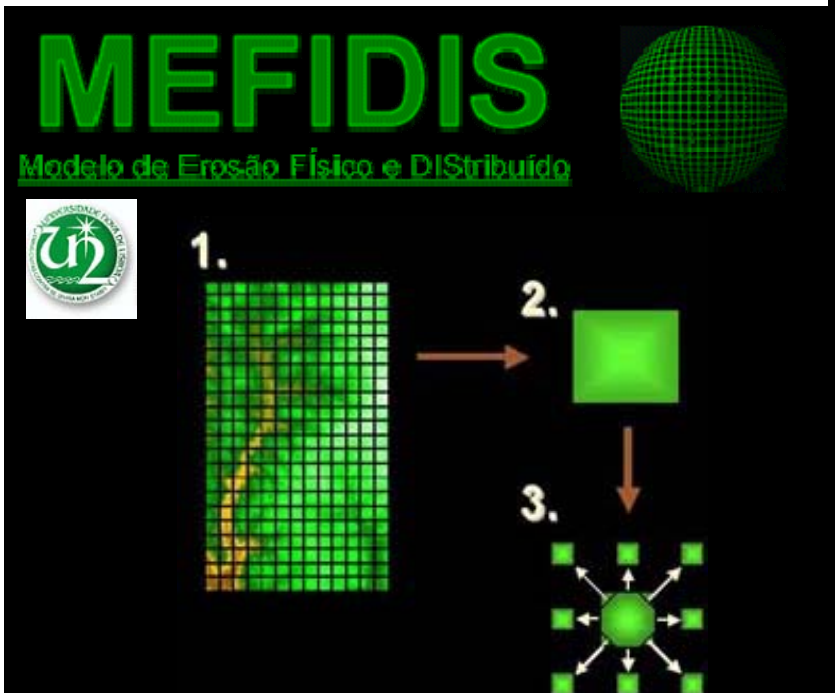
As distribuições espacial e temporal da precipitação estão entre os factores principais que afectam o escoamento superficial em solos inclinados

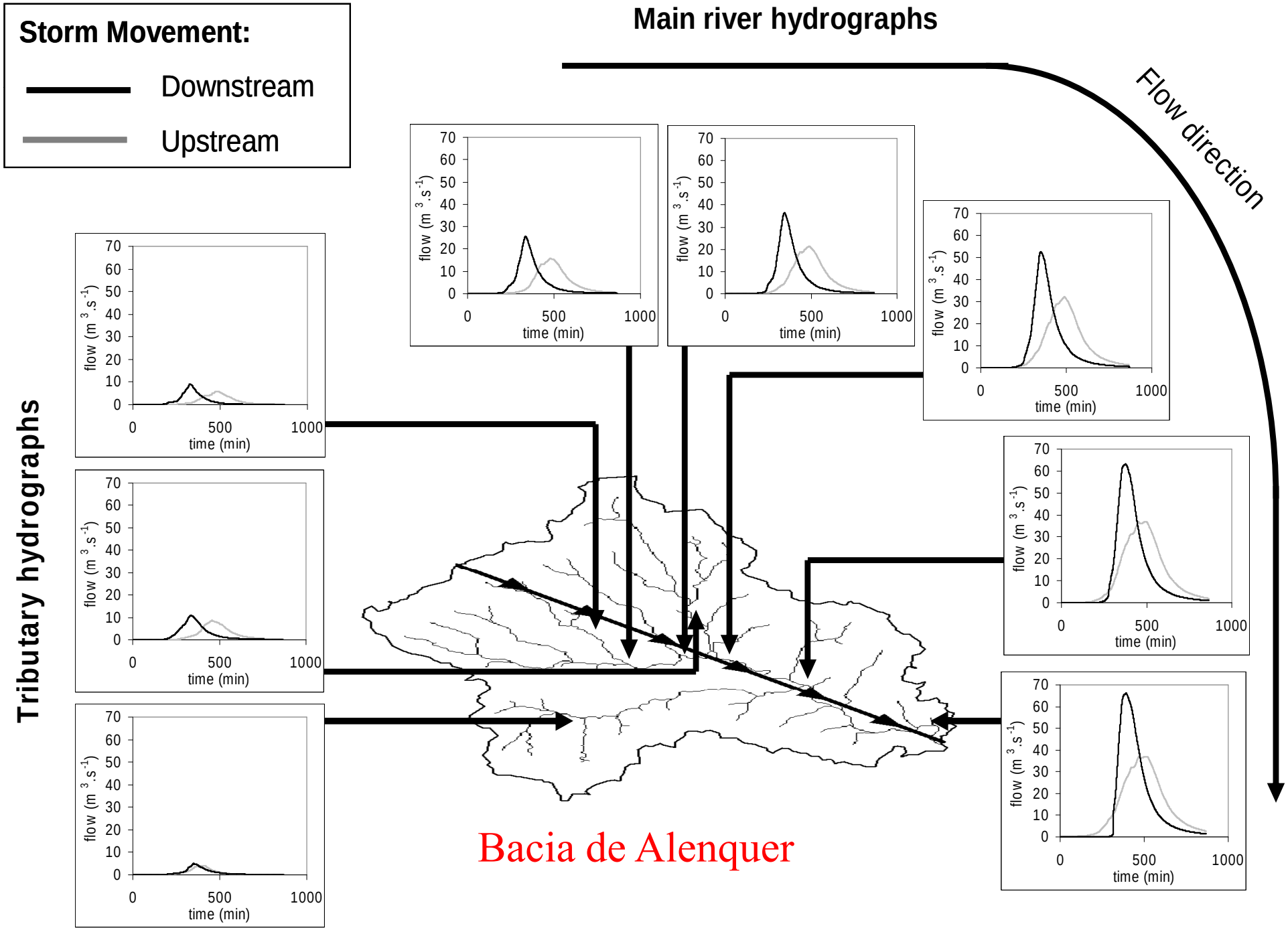


- **Os fenómenos hidrológicos superficiais têm sido estudados extensivamente, tanto no campo como no laboratório, recorrendo a simuladores de chuva**

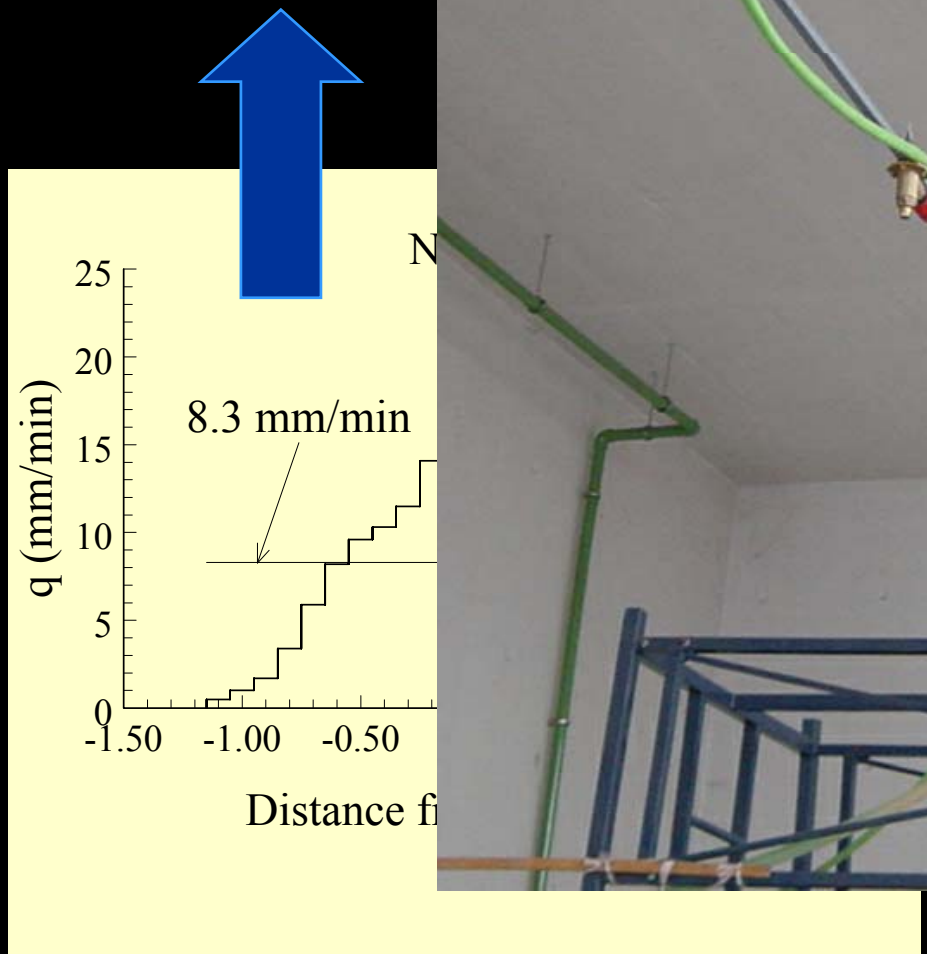

0 5 10 15 20 Kilometers
Bacia de Alenquer

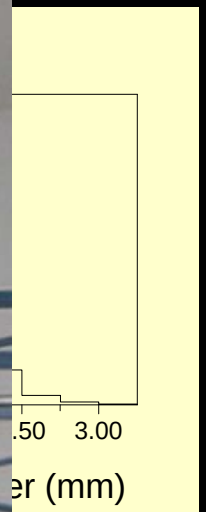

Downstream
Upstream
storm speed:
2 m/s
1 m/s
0.5 m/s
runoff (mm/h)
time (min)
0
1
2
3
4
5
6
0
250
500
750
1000
1250
1500

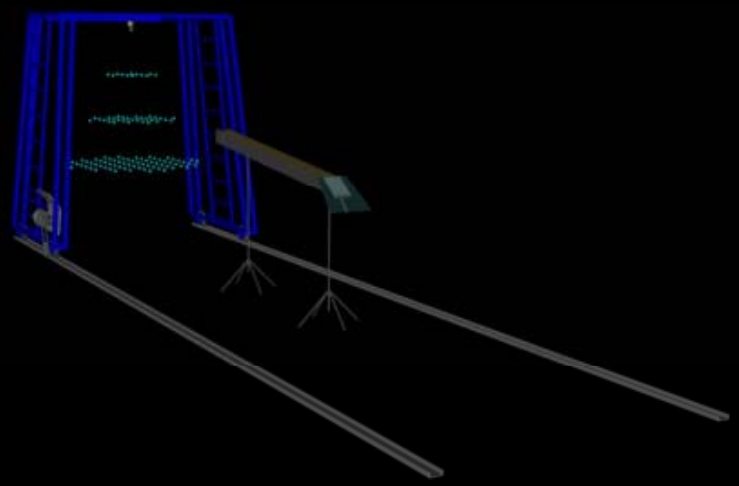

MEFIDIS
Modelo de Erosão Físico e DIStribuído
1.
2.
3.


Storm Movement:
Downstream
Upstream
Main river hydrographs
Flow direction
Tributary hydrographs
flow (m 3 .s -1)
time (min)
0
500
1000
10
20
30
40
50
60
70
Bacia de Alenquer

nebulizadores
para baixo, d
preenchido

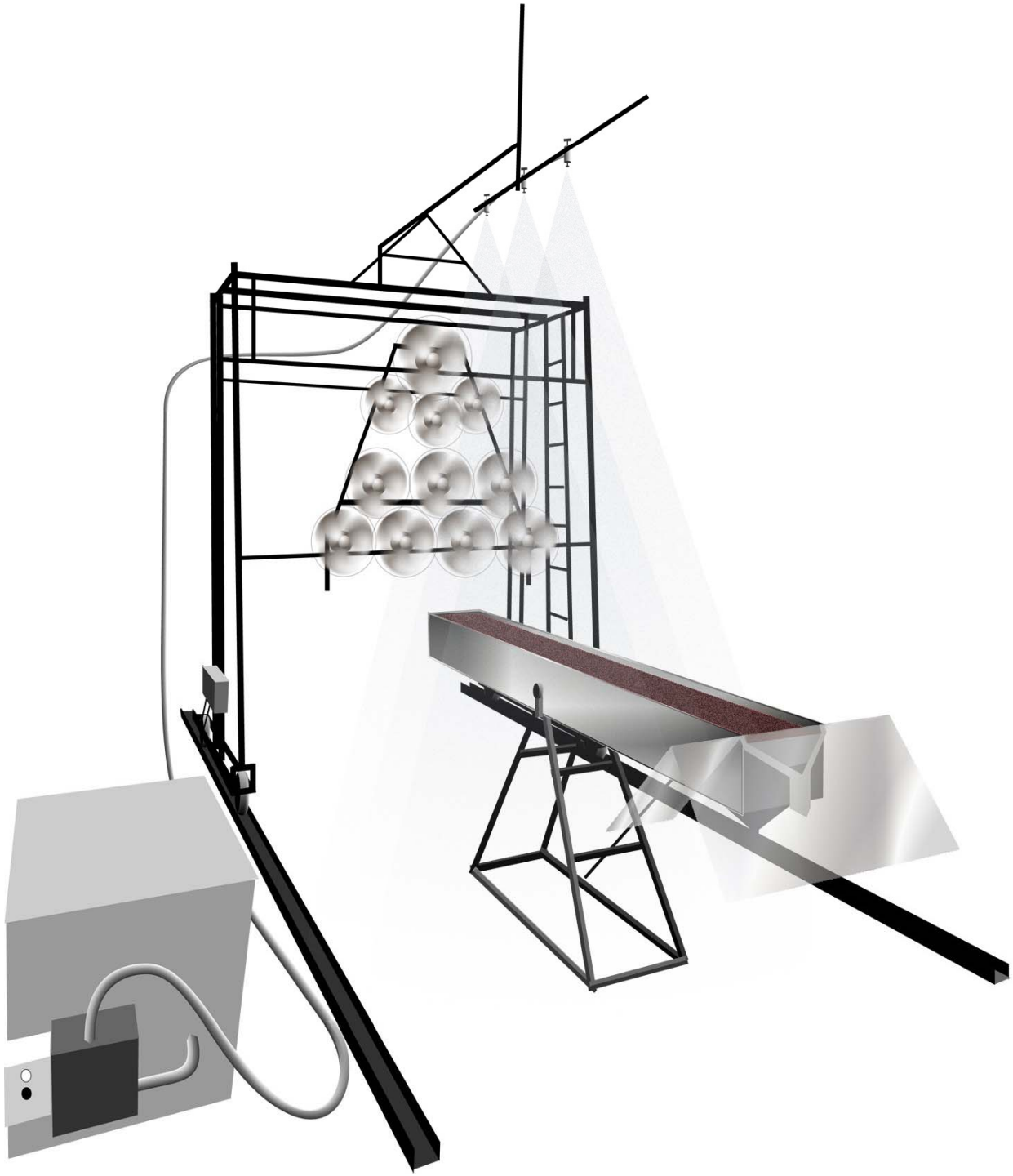




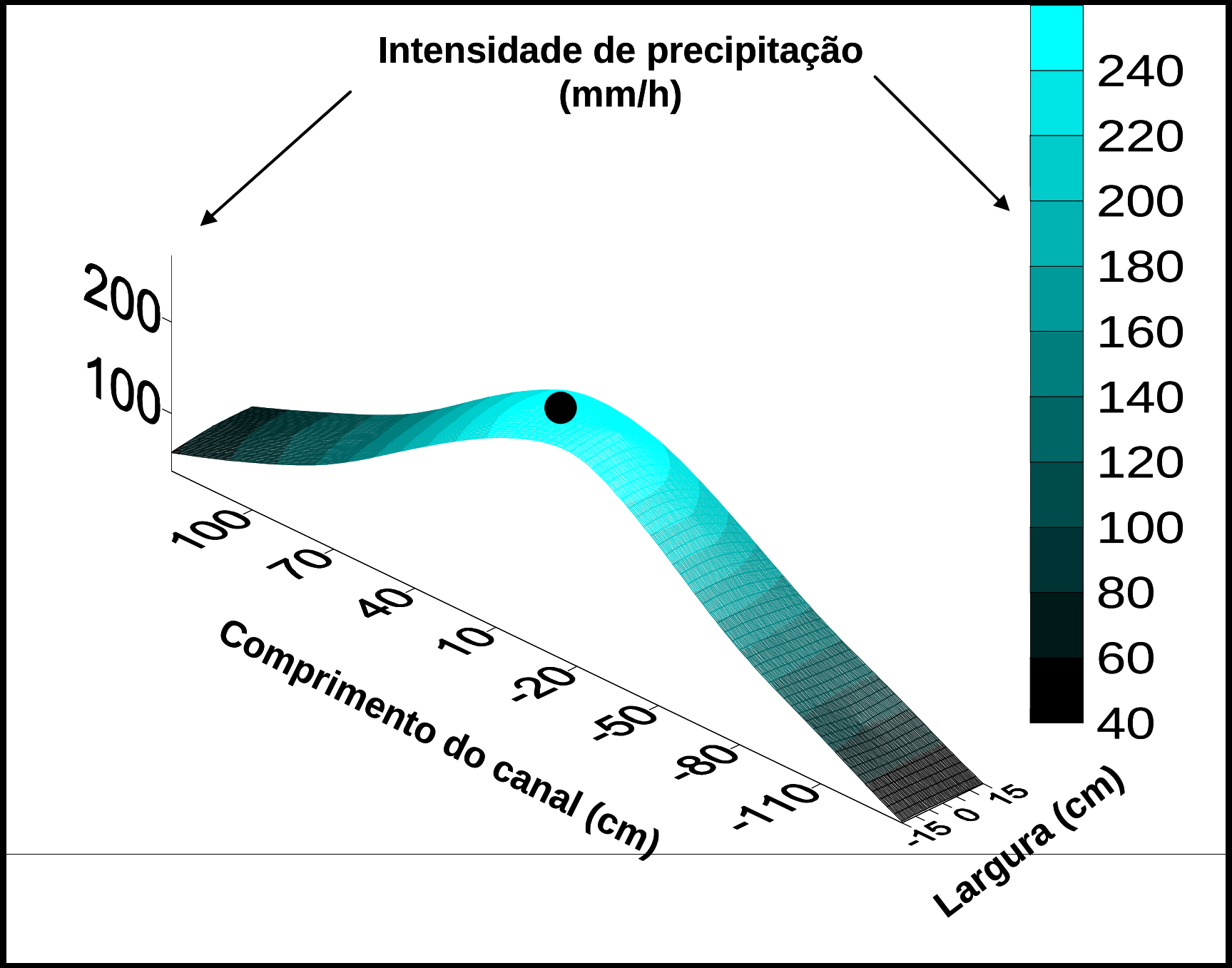


Canais de terra

Canais de terra



Esquema laboratorial utilizado nas experiências


Intensidade de precipitação
(mm/h)
200
100
100
70
40
10
-20
-50
-80
-110
Comprimento do canal (cm)
-15
0
15
Largura (cm)
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40

Granulometricamente, o solo consiste em 11% de argila, 10% de silte e 79% de areia.

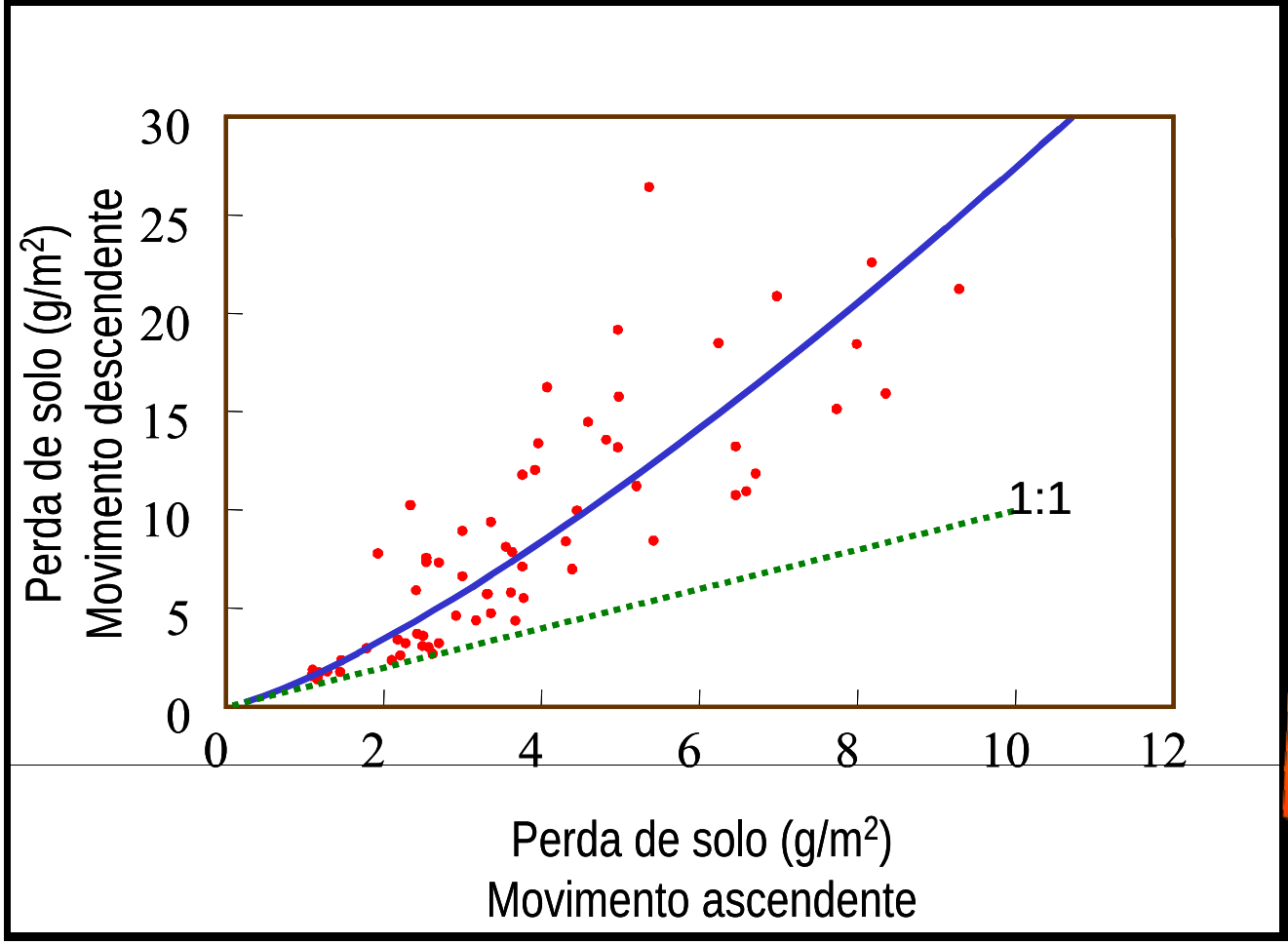
A caracterização granulométrica:

- granulometria laser (espectrofotometria óptica)
- crivagem convencional.

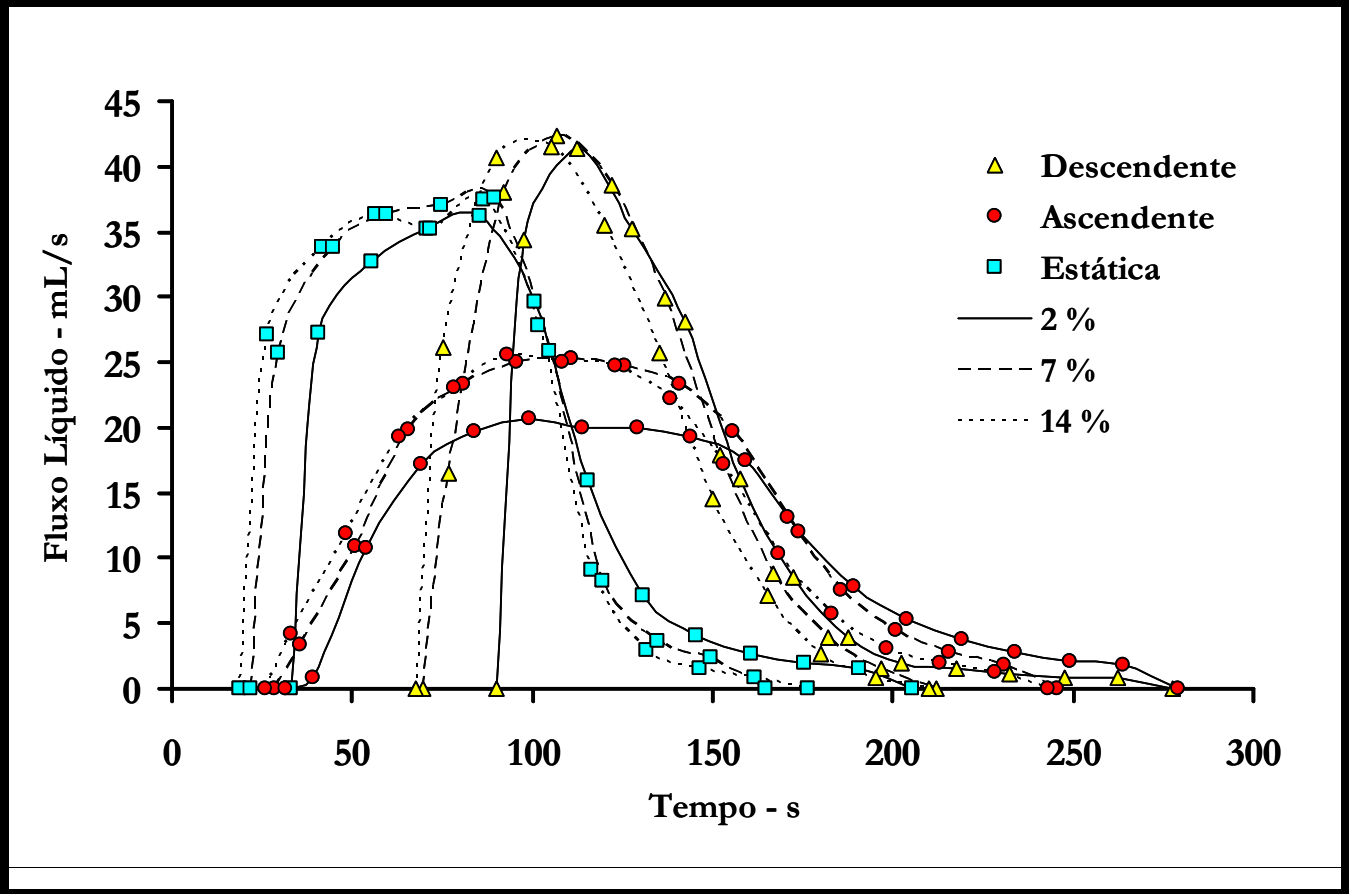
Fez-se uma crivagem de "corte" via húmida do material no peneiro de abertura 0,250 mm. O material de granulometria inferior a 0,250 mm, suspenso em meio líquido, foi analisado a laser, e a outra fracção foi seca e submetida ao método convencional de crivagem.

Ensaios para várias inclinações da superfície do solo

perda de solo (130 chuvadas) para chuvadas com movimento descendente e para chuvadas com movimento ascendente



Inclinações: 5, 10, 15, 10 and 25%



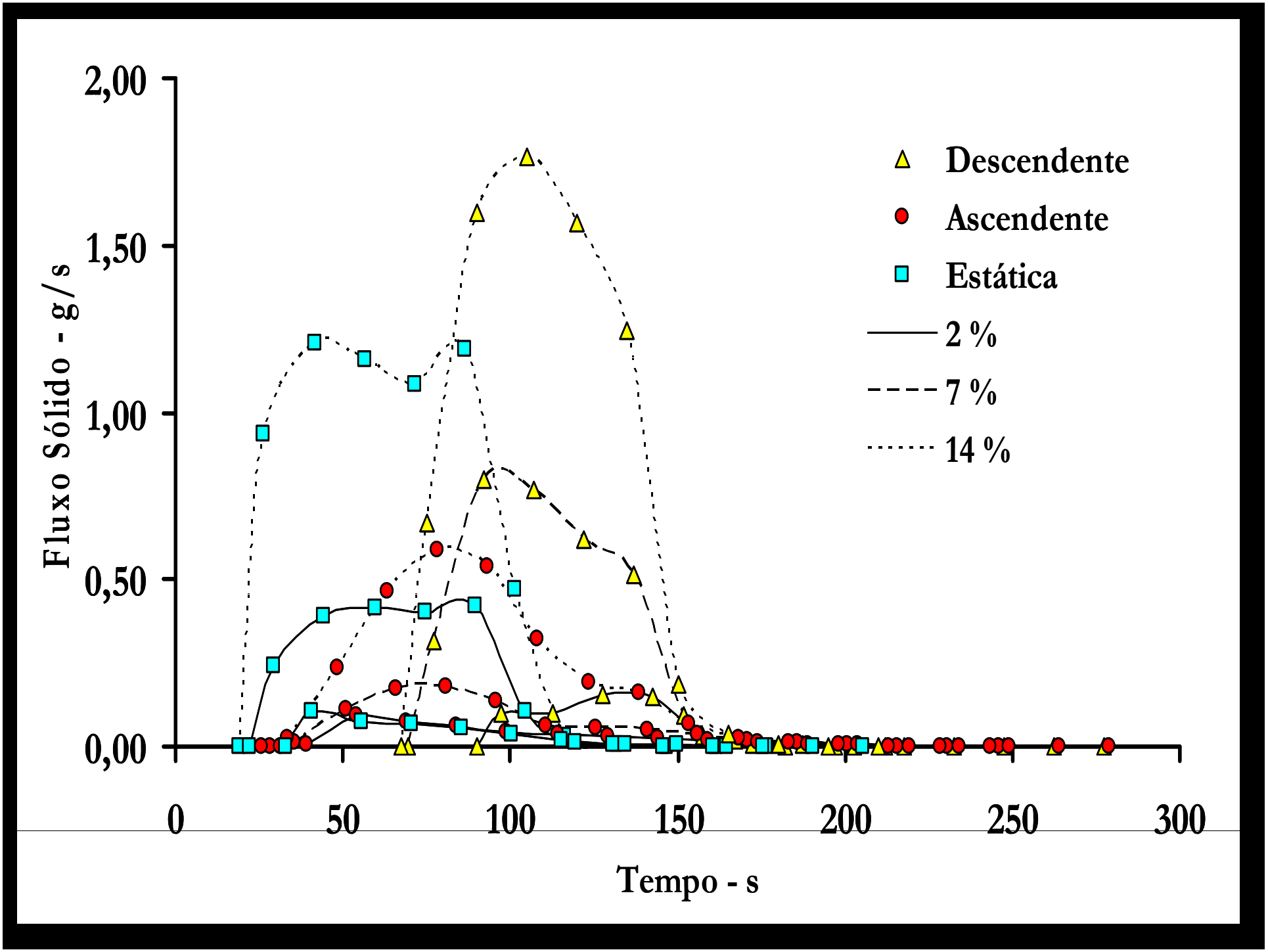
Quando comparadas com chuvadas que se movem no sentido descendente, as chuvadas ascendentes conduzem a escoamento superficial caracterizado por hidrogramas com:

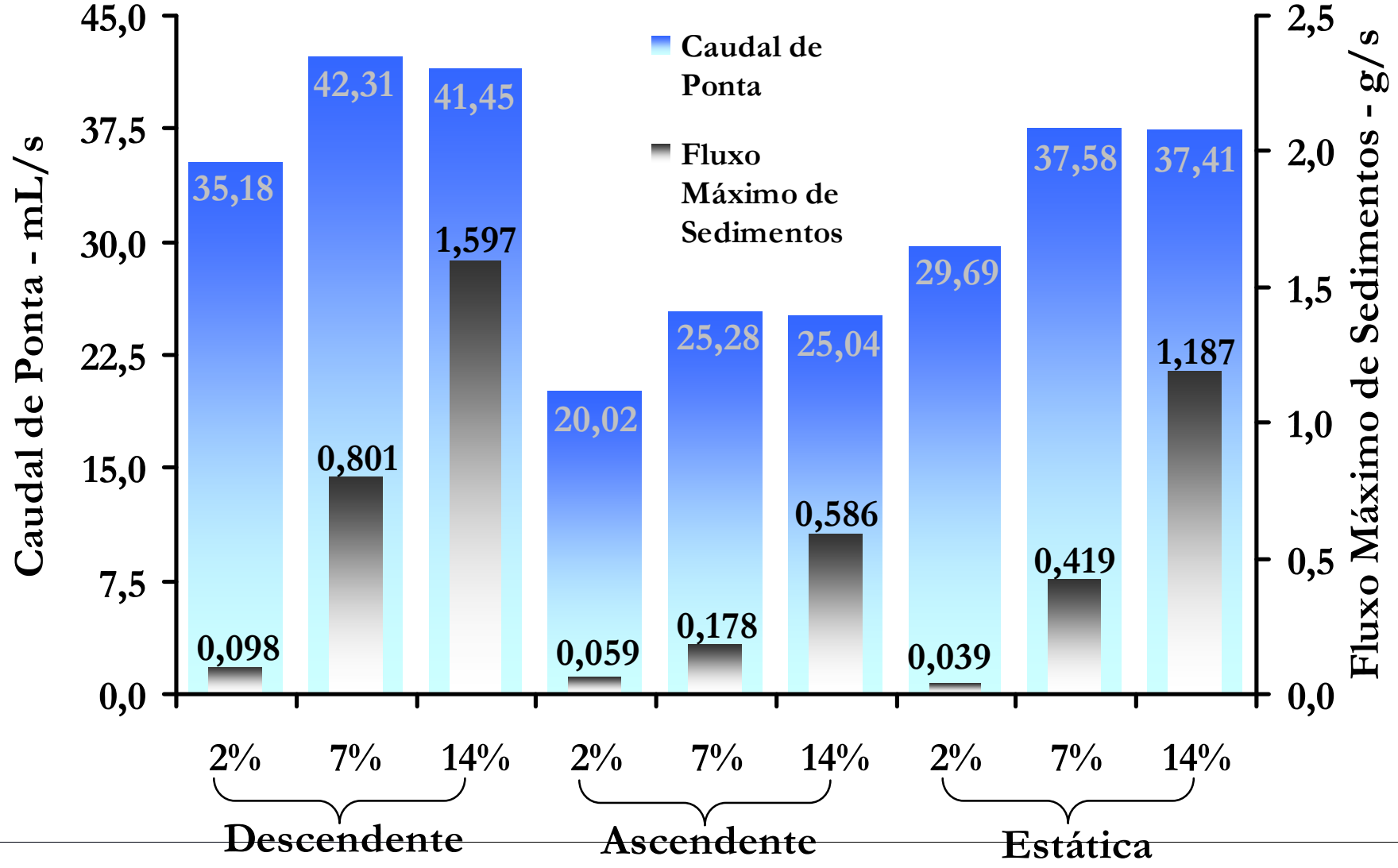
(1) tempo de ascensão mais curto;

(2) caudal de ponta mais baixo;

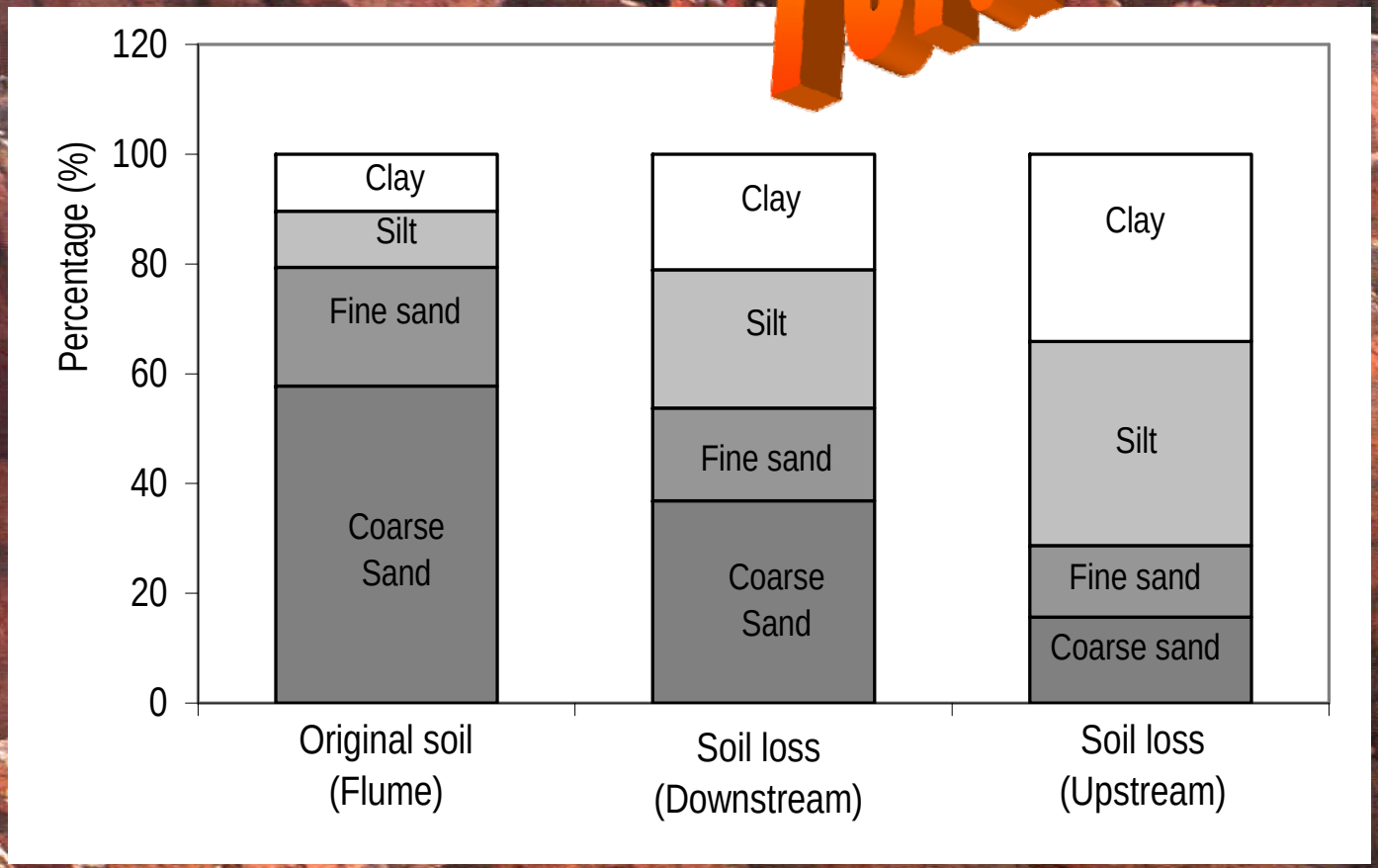
(3) curva de crescimento menos inclinada;

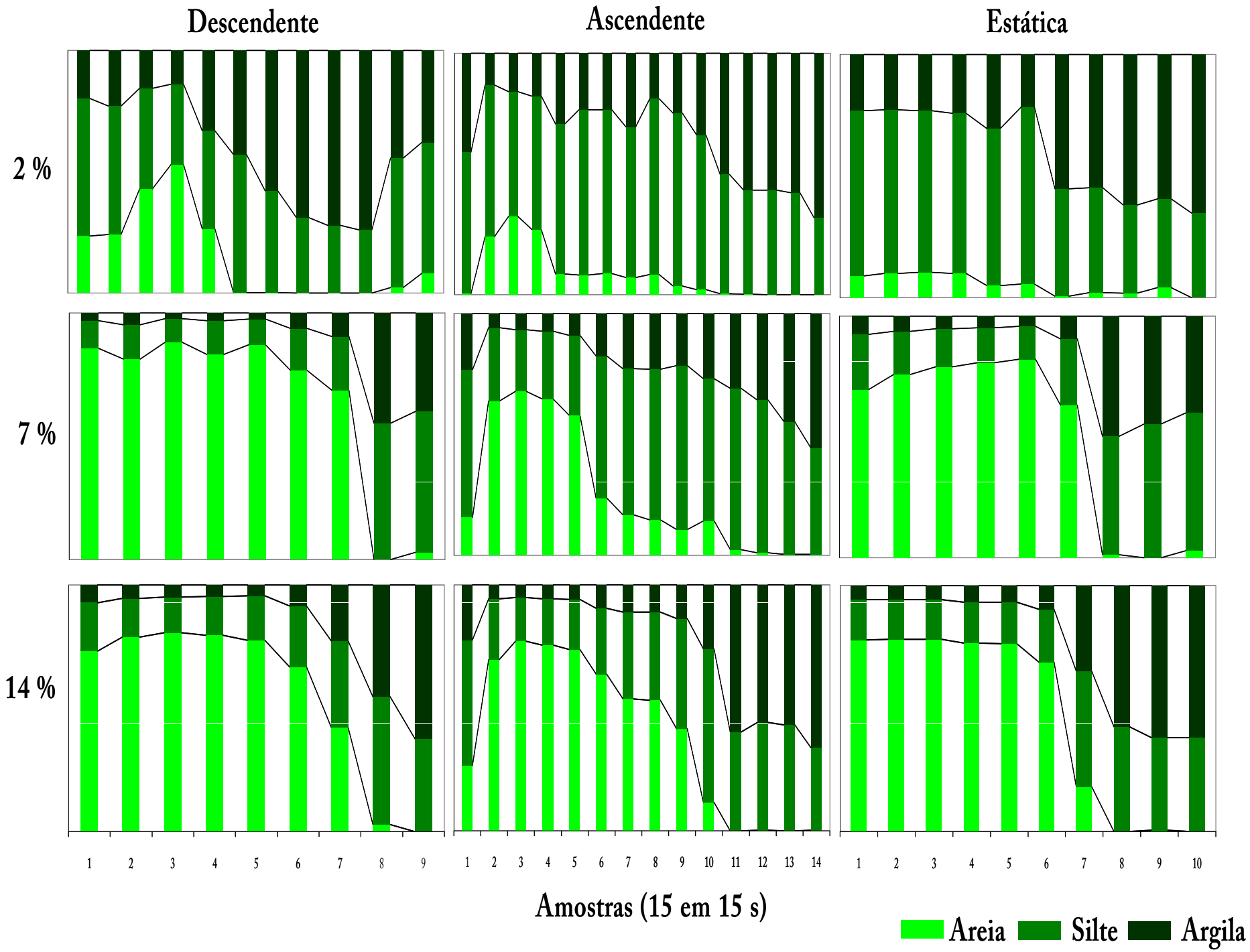
(4) maior tempo de base.

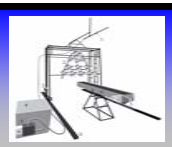

2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
Fluxo Sólido - g/s
0
50
100
150
200
250
300
Tempo - s
Descendente
Ascendente
Estática
2 %
7 %
14 %


Caudal de Ponta - mL/s
Fluxo Máximo de Sedimentos - g/s
45,0
37,5
30,0
22,5
15,0
7,5
0,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
Caudal de Ponta
Fluxo Máximo de Sedimentos
35,18
42,31
41,45
20,02
25,28
25,04
29,69
37,58
37,41
0,098
0,801
1,597
0,059
0,178
0,586
0,039
0,419
1,187
2%
7%
14%
2%
7%
14%
2%
7%
14%
Descendente
Ascendente
Estática

Perda de solo

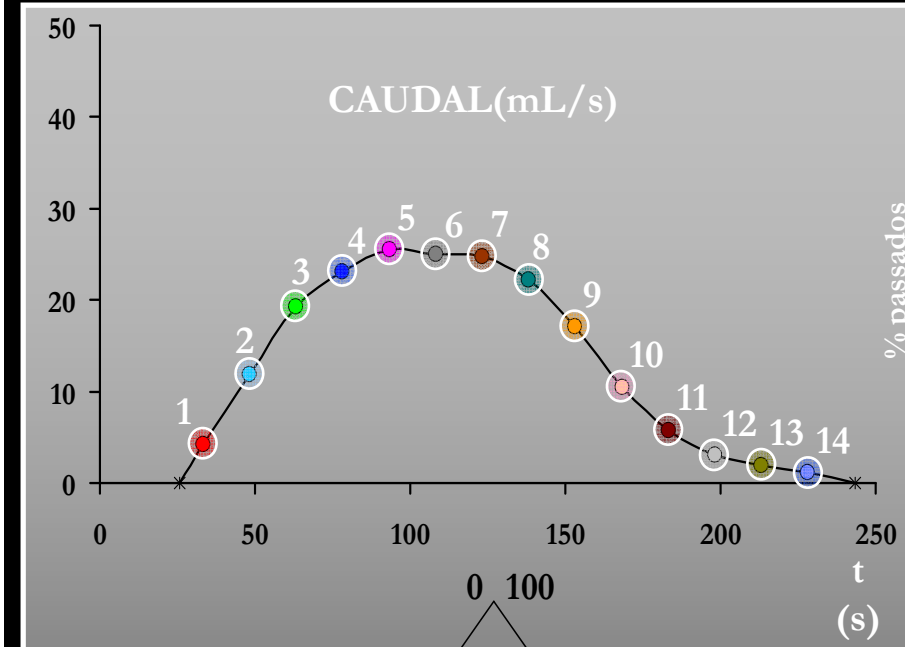


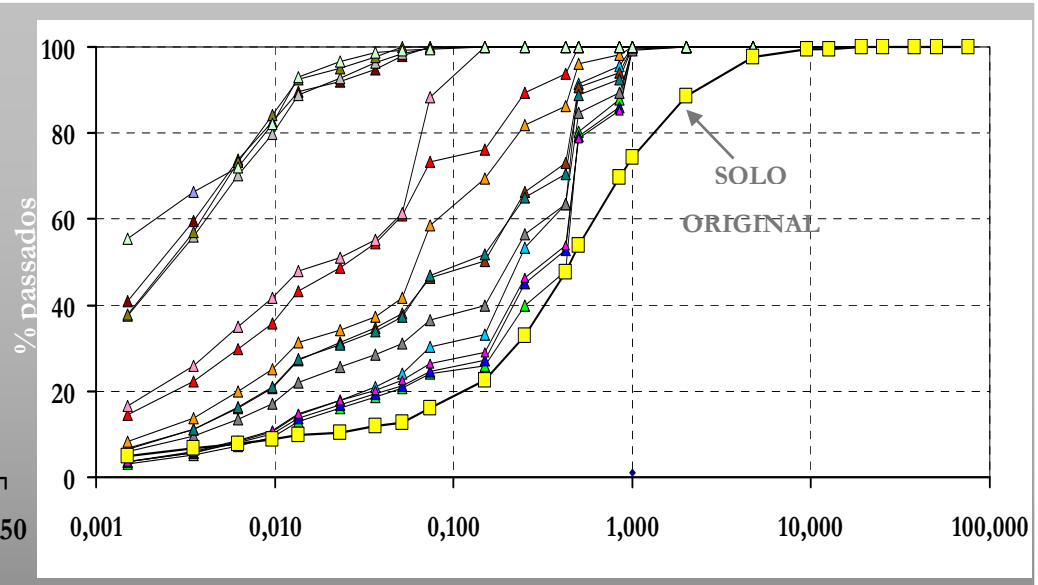

Descendente
Ascendente
Estática
2 %
7 %
14 %
1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Amostras (15 em 15 s)
Areia
Silte
Argila

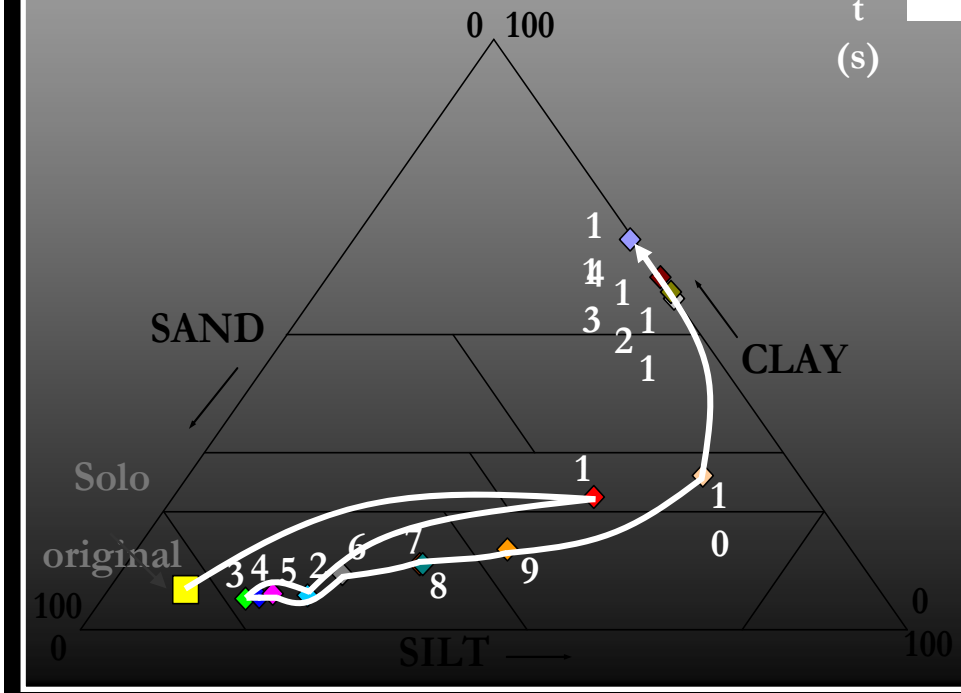


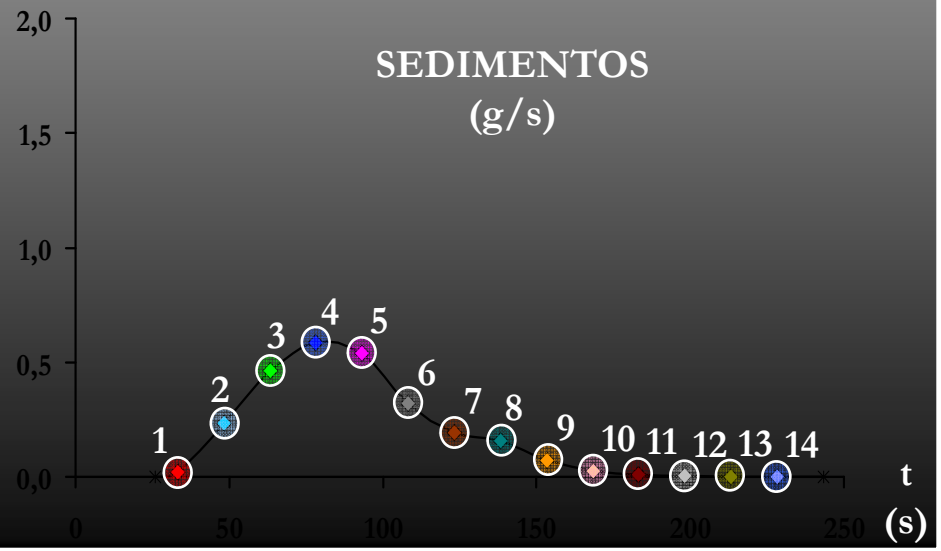
MOVIMENTO ASCENDENTE

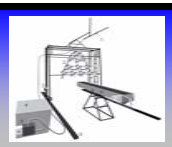
INCLINAÇÃO : 14%





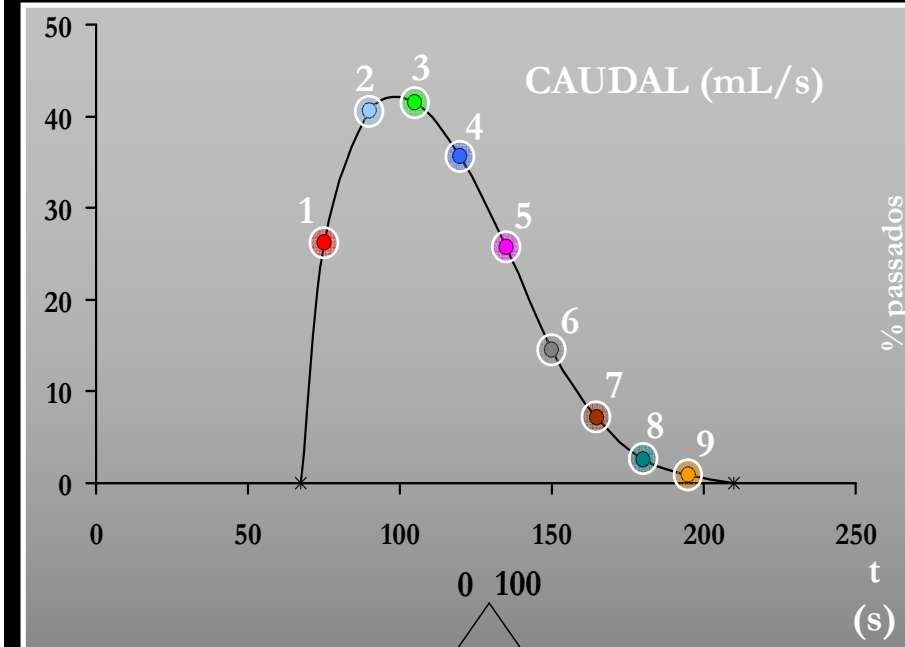


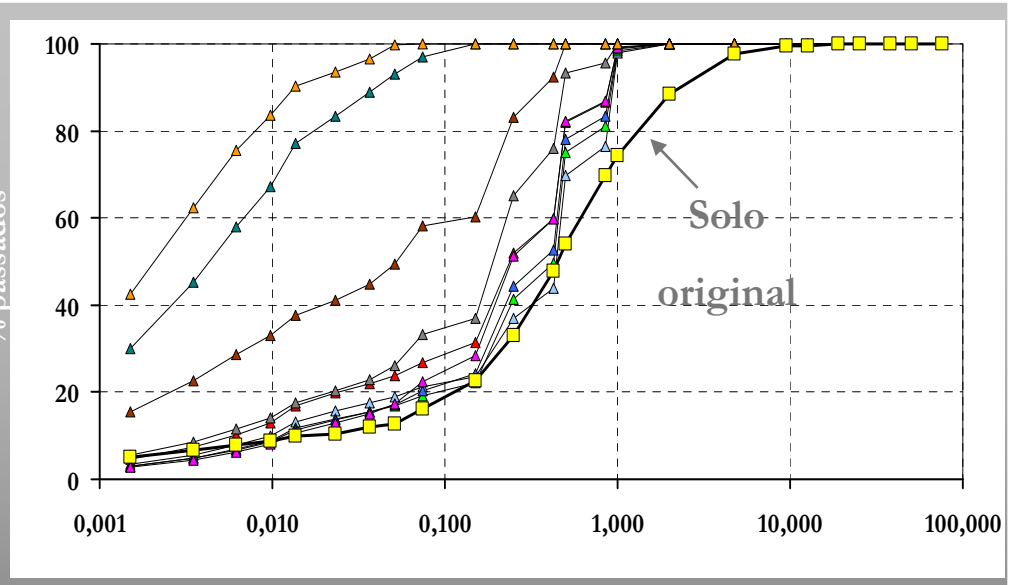


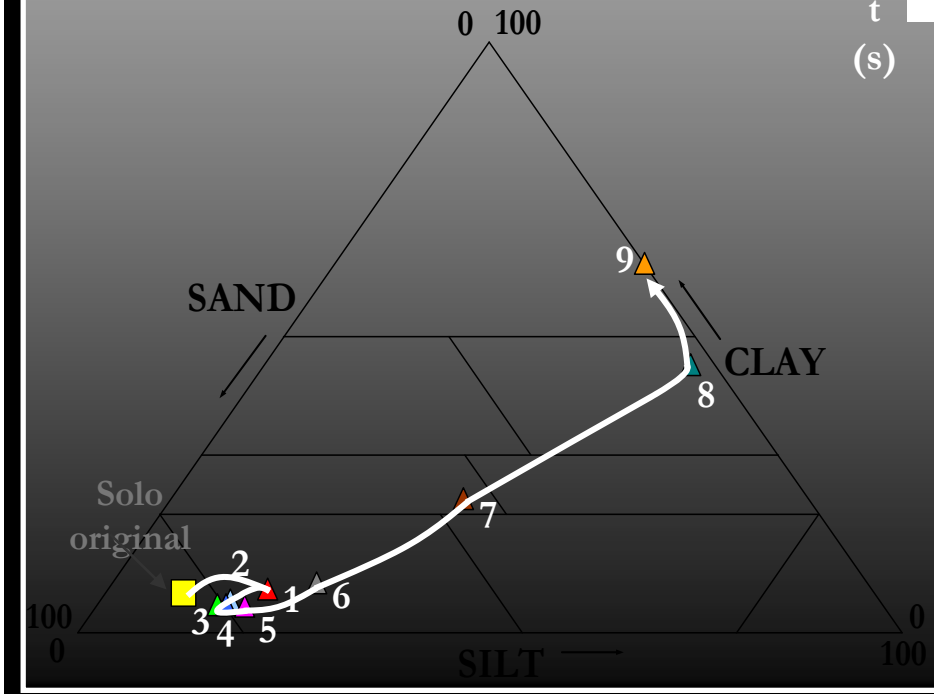


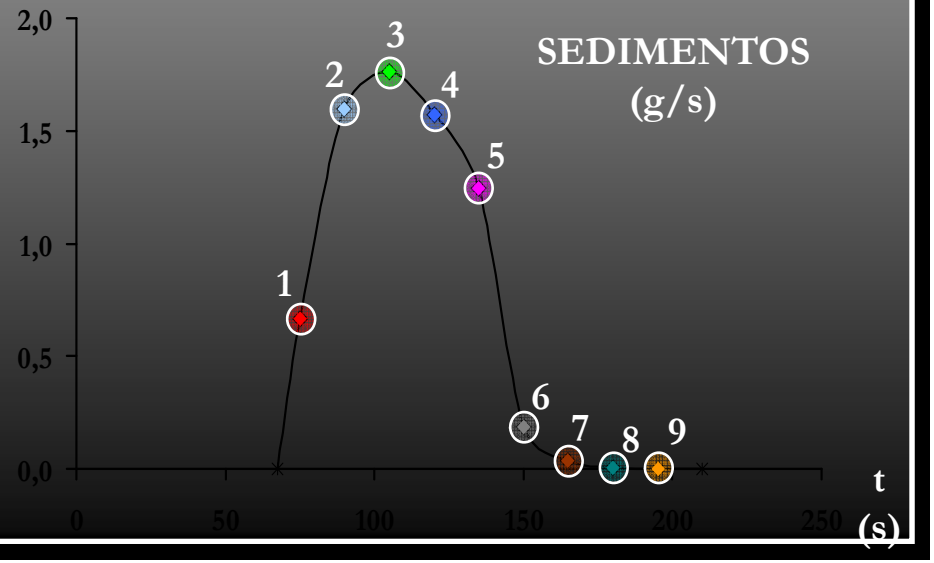
MOVIMENTO DESCENDENTE

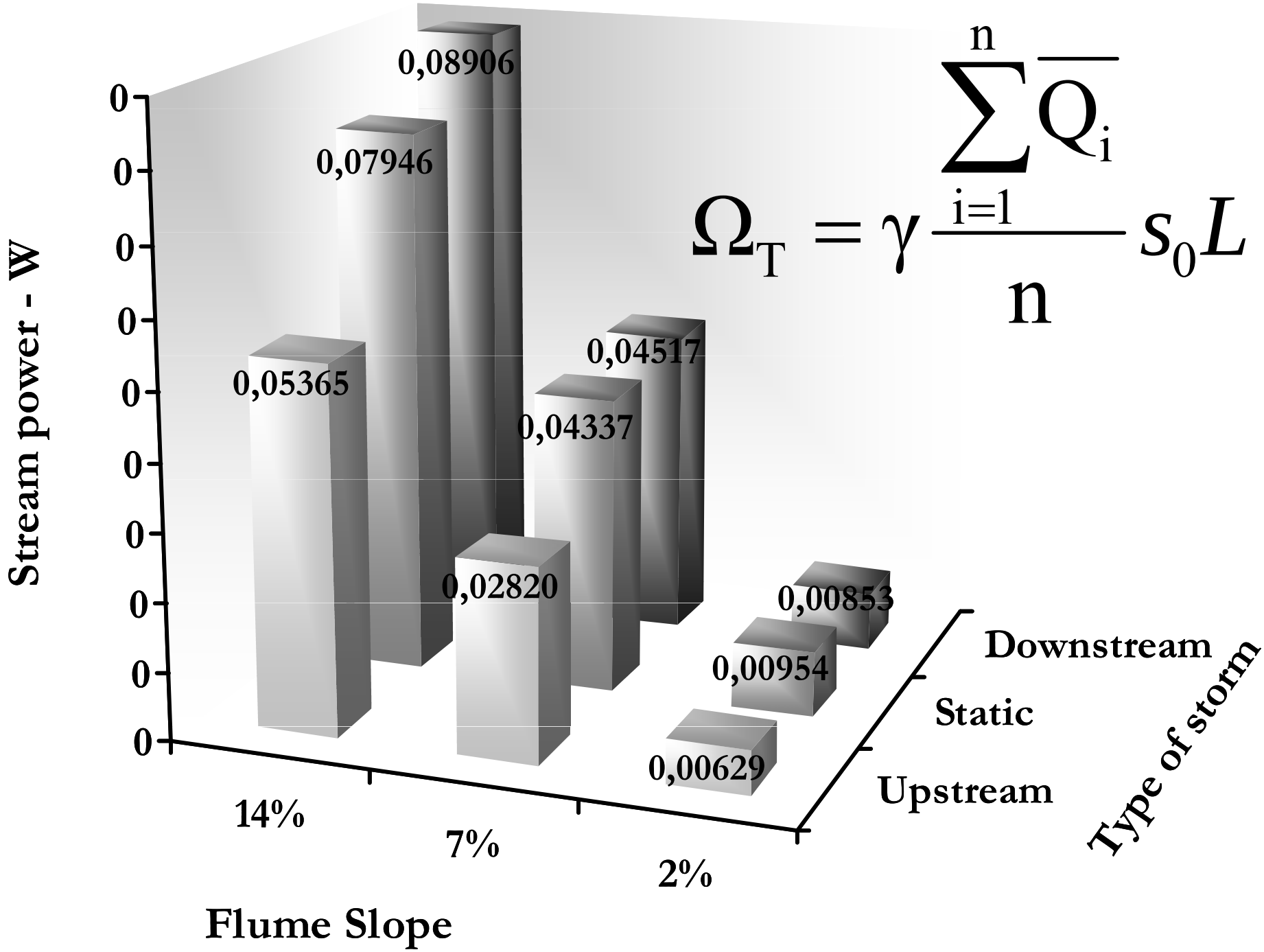
INCLINAÇÃO: 14%











$$\Omega_T = \gamma \frac{\sum_{i=1}^{n} \overline{Q_i}}{n} s_0 L$$

Conclusões gerais

- Este trabalho permite evidenciar a importância da acção combinada do vento e da chuva nos estudos hidrológicos, nomeadamente através da avaliação quantitativa da influência do movimento das chuvadas no escoamento superficial e na erosão hídrica.

Conclusões

- Os resultados obtidos revelaram diferenças consideráveis nos caudais e no transporte sólido resultantes de chuvadas idênticas com movimentos ascendente e descendente.

- As chuvadas que se deslocam, por acção do vento, no sentido de maior declive da superfície (chuvadas descendentes) possuem mais energia associada ao processo de escoamento superficial do que os outros tipos de chuvada.