

Relatório GEO-RIO/DEP/GPE – N° 02/2013

Relatório de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos para a Cidade do Rio de Janeiro no ano de 2011

Geól. Ricardo Neiva d'Orsi

Géol. Nelson Martins Paes

Engº Marcelo Aldaher Magalhães

Profº Rodrigo da Silva Coelho

Léa da Conceição Costa

	Pág.
SUMÁRIO	
1 INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
3. REDE TELEPLUVIOMÉTRICA ALERTA RIO	9
3.1 Localização e coordenadas	9
4. METODOLOGIA	11
4.1 Sobre a classificação dos Eventos Pluviométricos Significativos (E.P.S.)	11
4.1.1 Critérios para se definir um Evento Pluviométrico Significativo	11
4.2 Pesquisa de ocorrências	13
4.2.1 Relação dos Eventos Pluviométricos Significativos para o ano de 2011	13
4.3 Acumulados pluviométricos considerados e gráficos produzidos	15
4.4 Data e hora das ocorrências e classificação em níveis de confiabilidade	16
4.5 Localização das ocorrências e adoção de Estação Pluviométrica de referência	17
4.6 Sobre as Tipologias e as Categorias de Volume Mobilizado	18
4.7 Sobre a análise dos gráficos referentes aos índices pluviométricos para as ocorrências	19
5. DADOS PLUVIOMÉTRICOS E GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS	21
5.1 Dados pluviométricos: 1 – mm/1h x mm/24h(a) ; mm/1h x mm/96h(a) e mm/24h(b) x mm/96h(b)	23
5.1.1 mm/1h x mm/24h(a)	23
5.1.2 mm/1h x mm/96h(a)	24
5.1.3 mm/24h(b) x mm/96h(b)	25
5.2 Número de ocorrências (Simples, Compostas e Totais): 1 – por Tipologia e 2 – por Categoria do Volume Mobilizado	26

5.2.1 Ocorrências Simples	26
5.2.2 Ocorrências Compostas	29
5.2.3 Ocorrências (Totais)	32
5.3 Número de ocorrências: 1 – por Estação Pluviométrica de referência e 2 – por Bairros	35
5.3.1 Por Estação Telepluviométrica de referência	35
5.3.2 Por Bairro	37
5.4 Tipologia das Ocorrências (Totais) por bairro	38
5.5 Categoria do Volume Mobilizado (Ocorrências Totais) por bairro	40
6. ANÁLISES E RESULTADOS	42
6.1 Sobre os gráficos referentes aos dados pluviométricos	42
6.2 Sobre a análise referente aos dados de Tipologia e Categoria do Volume Mobilizado	46
6.3 Sobre os bairros mais atingidos e as Estações Pluviométricas de referência	46
ANEXOS	48
1. Planilha completa com todas as informações pertinentes às ocorrências	48
2. Fotos dos acidentes geológico-geotécnicos	49

LISTA DE FIGURAS

Pág

Figura 1 – Localização das 33 estações telepluviométricas do Alerta Rio no município do Rio de Janeiro	9
Figura 2 – Esquema exemplificando os momentos de início do Evento Pluviométrico; início do Evento Pluviométrico Significativo e fim do Evento Pluviométrico Significativo	12
Figura 3 – Esquema sobre a definição das acumuladas pluviométricas em mm/1h; mm/24h(a) e mm/96h(a)	15
Figura 4 - Esquema sobre a definição das acumuladas pluviométricas em mm/24h(b) e mm/96h(b)	16
Figura 5 – Esquema exemplificando a triagem feita nos dados pluviométricos referentes às ocorrências	20
Figura 6 – Trecho da planilha com todas as informações das 86 ocorrências de 2011	21
Figura 7 – Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/1h e mm/24h(a)	23
Figura 8 - Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/1h e mm/96h(a)	24
Figura 9 - Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/24h(b) e mm/96h(b)	25
Figura 10 – Gráfico referente ao número de Ocorrências Simples por Tipologia	27
Figura 11 - Gráfico referente ao número de Ocorrências Simples por Categoria do Volume Mobilizado	28
Figura 12 - Gráfico referente ao número de Ocorrências Compostas por Tipologia	30
Figura 13 - Gráfico referente ao número de Ocorrências Compostas por Categoria do Volume Mobilizado	31
Figura 14 - Gráfico referente ao número de Ocorrências (Totais) por Tipologia	33
Figura 15 - Gráfico referente ao número de Ocorrências Compostas por Categoria do Volume Mobilizado	34
Figura 16 – Gráfico referente ao número de Ocorrências por Estações Telepluviométricas do Alerta Rio	36

Figura 17 – Gráfico referente ao número de ocorrências por bairro no município do Rio de Janeiro	37
Figura 18 – Gráfico referente à análise da correlação mm/1h x mm/24h(a)	43
Figura 19 – Gráfico referente à análise da correlação mm/1h x mm/96h(a)	44
Figura 20 – Gráfico referente à análise da correlação mm/24h(b) x mm/96h(b)	45
Figura 21 – Escorregamento de Solo em talude de corte – Cacuia – Ilha do Governador	49
Figura 22 – Ruptura de Estrutura de Contenção – Tanque – Jacarepaguá	49
Figura 23 – Escorregamento de Solo em Talude de Corte – Anchieta	50
Figuras 24 e 25 – Ruptura de Estrutura de Contenção com Escorregamento de Solo em Talude de Corte – Taquara – Jacarepaguá	50

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1 – Endereço e coordenadas das 33 Estações Telepluviométricas do Alerta Rio	10
Tabela 2 - Critérios para se classificar um Evento Pluviométrico como um Evento Pluviométrico Significativo segundo as medições das Estações Telepluviométricas do Alerta Rio nas macrobacias hidrográficas da cidade do Rio de Janeiro	11
Tabela 3 – Relação dos Eventos Pluviométricos Significativos para o ano de 2011	13
Tabela 4 – Número de ocorrências por período de pesquisa (1 ou mais E.P.S.) e os 3 E.P.S. com maior número de ocorrências no ano de 2011	14
Tabela 5 – Tipologias elaboradas pela Geo-Rio para a classificação das ocorrências	18
Tabela 6 – Categorias do Volume Mobilizado elaboradas pela Geo-Rio e adotadas neste relatório	19
Tabela 7 – Número de Ocorrências Simples por Tipologia e por Categoria do Volume Mobilizado	26
Tabela 8 – Número de Ocorrências Compostas por Tipologia e por Categoria do Volume Mobilizado	29
Tabela 9 – Número de Ocorrências (Totais) por Tipologia e por Categoria do Volume Mobilizado	32
Tabela 10 – Número de ocorrências por Estação Telepluviométrica de referência	35
Tabela 11 – Número de ocorrências por bairro no município do Rio de Janeiro	37
Tabela 12 – Número de Tipologias das Ocorrências (Totais) por bairros no município do Rio de Janeiro	38
Tabela 13 – Os 3 bairros mais afetados por Tipologia das Ocorrências (Totais)	39
Tabela 14 – Categoria do Volume Mobilizado por bairros no município do Rio de Janeiro	40
Tabela 15 – Os 3 bairros mais afetados por Categoria do Volume Mobilizado	41
Tabela 16 – Número de bairros atingidos e não atingidos por acidentes geológico-geotécnicos no município do Rio de Janeiro	46

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os estudos de correlação entre os dados registrados pela rede de pluviômetros do Sistema Alerta Rio e os acidentes geológico-geotécnicos ocorridos nas encostas do Município do Rio de Janeiro no ano de 2011. Os acidentes computados foram aqueles registrados pela Geo-Rio e consolidados através de Laudos Técnicos embasados em vistorias de campo.

Os registros dos dados pluviométricos se processam através do Sistema Alerta Rio, composto por 33 pluviômetros automáticos, estrategicamente distribuídos na área do Município, capazes de enviar, ininterruptamente, em tempo real e a cada 15 minutos, registros pluviométricos para uma estação central computadorizada, localizada no Centro de Operações Rio (COR).

Os laudos técnicos foram consultados junto ao banco de dados da Fundação Geo-Rio, onde estão registrados e descritos os acidentes em encostas, de caráter geológico-geotécnico, ocorridos no Município.

De posse destas informações, foram feitas análises visando o estabelecimento de correlações entre índices pluviométricos e o desencadeamento de diversos tipos de acidentes geológico-geotécnicos ocorridos nas encostas do Município, as quais encontram-se sistematizadas em tabelas e gráficos neste relatório.

2. OBJETIVOS

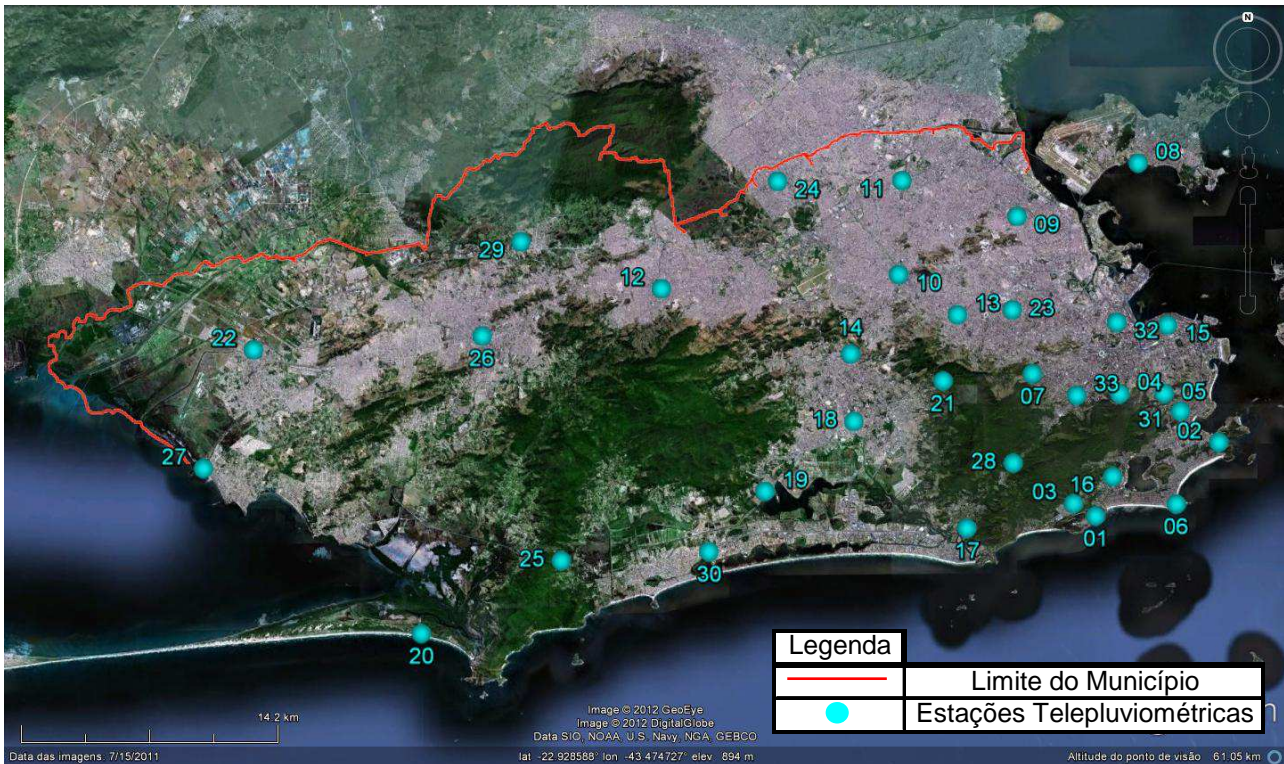
Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Reunir subsídios informativos a fim de que, a longo prazo, seja possível efetuar eventuais alterações nos limiares pluviométricos críticos, caso constate-se a necessidade de fazê-lo. Estes são definidos pela Gerência de Programas Especiais (GPE) da Fundação Geo-Rio em associação aos acidentes geológico-geotécnicos nas encostas do Município do Rio de Janeiro;
- Obter subsídios informativos de modo a otimizar o gerenciamento de situações emergenciais, associadas aos Eventos Pluviométricos Significativos;
- Obter um melhor entendimento dos processos de instabilização das encostas do Município do Rio de Janeiro, identificando-se as características dos acidentes e os índices pluviométricos críticos associados.

3. REDE TELEPLUVIOMÉTRICA ALERTA RIO

3.1 Localização e coordenadas

Figura 1 – Localização das 33 Estações Telepluviométricas do Alerta Rio no município do Rio de Janeiro



Fonte: Sistema Alerta Rio/Google Earth

Tabela 1 – Endereço e coordenadas das 33 Estações Telepluviométricas do Alerta Rio

ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ALERTA RIO	ENDEREÇO	Coordenadas*	
		Lat. (S)	Long. (O)
01 - VIDIGAL	Hotel Sheraton - Av. Niemeyer, 121	22,99250	43,23306
02 - URCA	Instituto Militar de Engenharia - Av. Pasteur, 35	22,95583	43,16667
03 - ROCINHA	Região Administrativa - Estrada da Gávea, 242	22,98583	43,24500
04 - TIJUCA	Centro de Estudos do Sumaré	22,93194	43,22167
05 - SANTA TERESA	Escola Suíço-Brasileira - Rua Almirante Alexandrino, 2495	22,93167	43,19639
06 - COPACABANA	Hotel Rio Palace - Av. Atlântica, 4240	22,98639	43,18944
07 - GRAJAÚ	Grajaú Country Club - Rua Professor Valadares nº 262	22,92222	43,26750
08 - ILHA DO GOVERNADOR	Iate Clube Jardim Guanabara - Rua Orestes Barbosa, 229	22,81806	43,21028
09 - PENHA	Irmandade de N.S. da Penha de França - Largo da Penha, 19	22,84444	43,27528
10 - MADUREIRA	Edifício Polo I - Estrada do Portela, 99	22,87333	43,33889
11 - IRAJÁ	Ceasa - Av. Brasil, 19001	22,82694	43,33694
12 - BANGU	Cassino Bangu - Rua Fonseca, 534	22,88028	43,46583
13 - PIEDADE	Sociedade Universitária Gama Filho - Rua Manuel Vitorino, 553	22,89306	43,30722
14 - JACAREPAGUÁ / TANQUE	Inst. Est. De Dermatologia Sanitária - Rua Godofredo Viana, 64	22,91250	43,36472
15 - SAÚDE	Rádio Tupi - Rua Livramento, 189	22,89806	43,19444
16 - JARDIM BOTÂNICO	Jóquei Clube - Rua Jardim Botânico, 1003	22,97278	43,22389
17 - BARRA/TANHANGÁ	Encosta a montante do Cond. Portinho do Massarú - Est. da Barra, 1636	22,99833	43,30222
18 - JACAREPAGUÁ / CIDADE DE DEUS	Telerj - Est. Mal. Salazar de Moraes, 1409	22,94556	43,36278
19 - BARRA / RIOCENTRO	Centro de Convenções - Av. Salvador Allende, 6555	22,98000	43,41028
20 - GUARATIBA	Campo de Provas Marambaia - Est. Barra de Guaratiba, 9140	23,05028	43,59472
21 - ESTR. GRAJAÚ / JACAREPAGUÁ	Hospital Cardoso Fontes - Av. Menezes Cortes, 3245	22,92556	43,31583
22 - SANTA CRUZ	IBECOMB - Praça Ruão, s/nº	22,90944	43,68444
23 - GRANDE MÉIER	Paróquia Sto. Antônio de Pádua - Rua Tenente França, 141	22,89056	43,27806
24 - ANCHIETA	Escola Municipal Cyro Monteiro - Rua Antúria, 31	22,82694	43,40333
25 - GROTA FUNDA	Posto FORZA - Est. Do Pontal, 459	23,01444	43,51944
26 - CAMPO GRANDE	Fac. Integradas Moacyr Sreder Bastos - Rua Engº Trindade, 229	22,90361	43,56194
27 - SEPETIBA	Base Aérea de Sta. Cruz - Rua do Império, s/nº	22,96889	43,71167
28 - ALTO DA BOA VISTA	Rua Boa Vista, 196	22,96583	43,27833
29 - AV. BRASIL/MENDANHA	Escola Municipal Casemiro de Abreu - Est. do Mendanha, 4842	22,85694	43,54111
30 - RECREIO DOS BANDEIRANTES	Av. Baltazar da Silveira, 335	23,01000	43,44056
31 - LARANJEIRAS	1º C.I.P.M. - Rua Cardoso Júnior, 479	22,94056	43,18750
32 - SÃO CRISTÓVÃO	Campo de São Cristóvão, 268	22,89667	43,22167
33 - TIJUCA/MUDA**	Escola Municipal Soares Pereira - Av. Maracanã, 1450	22,93278	43,24333

* Em graus decimais

ATIVADO
**07/02/2011

Fonte: Sistema Alerta Rio

4. METODOLOGIA

4.1 Sobre a classificação dos Eventos Pluviométricos Significativos (E.P.S.)

A Fundação Geo-Rio entende como Evento Pluviométrico um episódio de chuva, caracterizado por um fenômeno meteorológico definido, com duração variável e pluviometria medida em milímetros.

Esta definição é, contudo, por demais abrangente, devido a grande quantidade de dados pluviométricos disponibilizados pela rede da Geo-Rio (33 pluviômetros com dados a cada 15 minutos), o que inviabiliza que todos estes dados sejam considerados no presente estudo. Logo, faz-se necessário estabelecer critérios a fim de classificar os eventos pluviométricos ocorridos na Cidade como Significativos ou não. Na Fundação Geo-Rio, um Evento Pluviométrico é classificado como Significativo quando se verifica que este possui um maior potencial para deflagrar acidentes geológico-geotécnicos.

4.1.1 Critérios para se definir um Evento Pluviométrico Significativo

Um evento pluviométrico será considerado significativo quando os critérios abaixo forem atingidos:

Tabela 2 – Critérios para se classificar um Evento Pluviométrico como um Evento Pluviométrico Significativo segundo as medições das estações telepluviométricas do Alerta Rio nas macrobacias hidrográficas da cidade do Rio de Janeiro

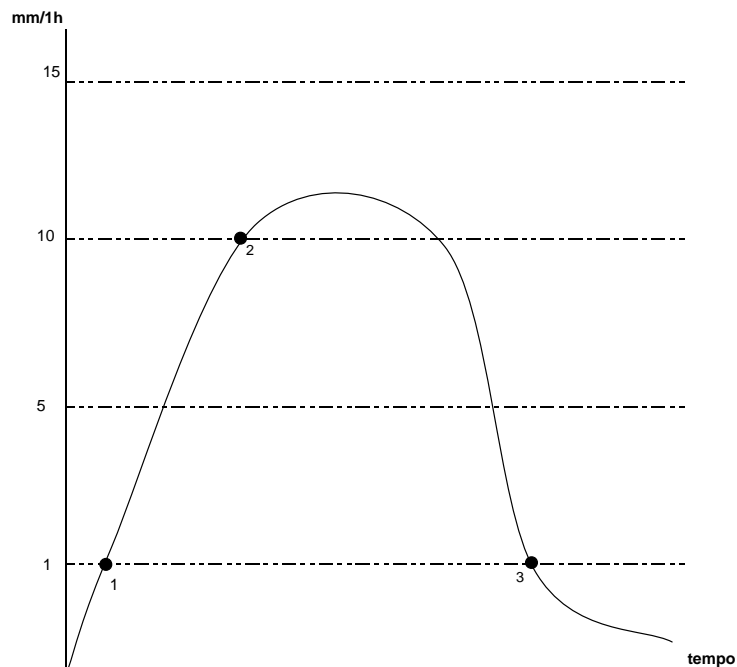
Macrobacia hidrográfica	Precipitação		
	≥ 10 mm/h	≥ 20 mm/h	≥ 40 mm/h
Baía de Guanabara	em pelo menos 5 estações pluviométricas	em pelo menos 2 estações pluviométricas	em pelo menos 1 estação pluviométrica
Zona Sul	em pelo menos 3 estações pluviométricas		
Jacarepaguá			
Baía de Sepetiba			

Fonte: Sistema Alerta Rio

- O início do Evento Pluviométrico (E.P.S.) é determinado quando o acumulado pluviométrico em uma hora for maior ou igual a 1mm/h, para cada estação.
- O fim do E.P.S. é determinado quando o acumulado pluviométrico em uma hora for inferior ou igual a 1mm/h e houver a permanência dessa condição por no mínimo 6h (seis horas), para cada estação.

Figura 2 – Esquema exemplificando os momentos de início de Evento Pluviométrico; início de Evento Pluviométrico Significativo e fim de Evento Pluviométrico Significativo

Exemplo:



Fonte: DEP/GPE

- Ponto 1: Início do Evento Pluviométrico – acumulado pluviométrico $\geq 1\text{mm/1h}$;
- Ponto 2: O Evento Pluviométrico atinge a um dos critérios estabelecidos pela Fundação Geo-Rio e passa a ser considerado um Evento Pluviométrico Significativo;
- Ponto 3: Momento em que o acumulado pluviométrico é $\leq 1\text{mm/1h}$. Logo, inicia-se o período de monitoramento para averiguar se os índices pluviométricos retornarão a $> 1\text{mm/1h}$ ou não. Caso os índices pluviométricos não retornem a estas condições, por um período de 6 horas, determina-se o fim do Evento Pluviométrico Significativo, sendo que o horário de término deste, será aquele em que o acumulado pluviométrico foi observado como $\leq 1\text{mm/1h}$. Caso o contrário ocorra, o E.P.S. continua e o ciclo se repete.

4.2 Pesquisa de Ocorrências

Para a pesquisa das ocorrências relacionadas aos Eventos Pluviométricos Significativos do ano de 2011 (Tabela 3), considerou-se inicialmente um período de 4 (quatro) dias corridos contados a partir do primeiro dia após a data de início do E.P.S. em questão. Ex: Para o E.P.S. de 11/01/11, o período de pesquisa adotado estendeu-se, segundo os critérios expostos acima, de 11/01/11 a 15/01/11. Vale ressaltar que este estudo não considerou as ameaças (ocorrências em que não houve qualquer acidente geológico-geotécnico).

4.2.1 Relação dos Eventos Pluviométricos Significativos para o ano de 2011

Tabela 3 – Relação dos Eventos Pluviométricos
Significativos para o ano de 2011

Relação dos Eventos Pluviométricos Significativos - 2011					
Nº	Data	Data In	Hora In	Data Fim	Hora Fim
1	11/01/11	11/01/11	16:30	12/01/11	6:00
2	15/01/11	15/01/11	13:00	15/01/11	22:45
3	18/01/11	18/01/11	15:15	18/01/11	20:15
4	01/02/11	01/02/11	16:45	01/02/11	19:45
5	22/02/11	22/02/11	19:30	23/02/11	3:15
6	27/02/11	27/02/11	19:15	01/03/11	14:30
7	15/03/11	15/03/11	17:45	16/03/11	10:45
8	29/03/11	29/03/11	3:00	29/03/11	7:30
9	31/03/11	31/03/11	19:45	01/04/11	4:00
10	24/04/11	24/04/11	8:15	25/04/11	8:00
11	25/04/11	25/04/11	17:45	27/04/11	9:00
12	15/05/11	15/05/11	16:15	18/05/11	12:00
13	27/05/11	27/05/11	3:45	28/05/11	19:00
14	14/09/11	14/09/11	0:00	15/09/11	9:00
15	03/10/11	03/10/11	1:00	03/10/11	10:15
16	11/10/11	11/10/11	4:15	11/10/11	14:00
17	13/11/11	13/11/11	19:45	17/11/11	1:15
18	22/11/11	22/11/11	19:45	23/11/11	12:30
19	14/12/11	14/12/11	16:15	14/12/11	19:15
20	16/12/11	16/12/11	12:45	16/12/11	17:00
21	17/12/11	17/12/11	15:45	19/12/11	19:00
22	25/12/11	25/12/11	20:15	29/12/11	15:30
23	31/12/11	31/12/11	20:15	02/01/12	21:30

Fonte: Sistema Alerta Rio

Foram 23 Eventos Pluviométricos Significativos ao longo de todo o ano de 2011, sendo que em meio aos E.P.S. de 27/05 e 11/10 não foi deflagrado nenhum acidente geológico-geotécnico (Tabela 4).

Tabela 4 – Número de ocorrências por período de pesquisa (1 ou mais E.P.S.) e os 3 períodos com maior número de ocorrências no ano de 2011

Número de Ocorrências por Período (1 ou mais E.P.S.)				
Os 3 períodos com maior número de ocorrências	E.P.S.	Período	Número	%
1º	24/abr e 25/abr	24/abr a 29/abr	29	33,72
2º	11/jan; 15/jan e 18/jan	11/jan a 22/jan	16	18,60
3º	31/dez	31/dez a 04/jan/12	15	17,44
	01/fev	01/fev a 05/fev	4	4,65
	15/mai	15/mai a 19/mai	4	4,65
	27/fev	27/fev a 03/mar	3	3,49
	22/fev	22/fev a 26/fev	2	2,33
	15/mar	15/mar a 19/mar	2	2,33
	29/mar e 31/mar	29/mar a 04/abr	2	2,33
	14/set	14/set a 18/set	2	2,33
	13/nov	13/nov a 17/nov	2	2,33
	14/dez; 16/dez e 17/dez	14/dez a 21/dez	2	2,33
	03/out	03/out a 07/out	1	1,16
	22/nov	22/nov a 26/nov	1	1,16
	25/dez	25/dez a 29/dez	1	1,16
TOTAL	21	15	86	100,00

Fonte: DEP/GPE

OBS 1: Cabe ressaltar que, em alguns casos, houve uma ou mais superposições entre os períodos de pesquisa definidos para os Eventos Pluviométricos Significativos, o que ocorreu devido o fato de que, nestes casos, o espaço de tempo entre o início de um E.P.S. e o início do imediato posterior a este era menor que 4 (quatro dias). Para estes casos, adotou-se um período único para cada um destes grupos de E.P.S.. Definiram-se estes períodos de pesquisa como períodos compostos. Ex: Em janeiro de 2011, os Eventos Pluviométricos Significativos de 11/01/11, 15/01/11 e 18/01/11 foram reunidos em um período de pesquisa composto, o qual perdurou do dia 11/01/11 (início do primeiro E.P.S.) ao dia 22/01/11 (data em que termina o período para o último E.P.S. do grupo em questão, sendo o do dia 18/01/11 neste caso).

Definidos os períodos de pesquisa para cada Evento Pluviométrico Significativo, ou para cada grupo de Eventos Pluviométricos Significativos, buscaram-se as solicitações de vistoria

encaminhadas à Fundação Geo-Rio durante os períodos especificados. A pesquisa das solicitações de vistoria foi feita com o auxílio das planilhas de registro de ocorrências da Diretoria de Fiscalização e Licenciamento (DFL) correspondentes ao ano em questão.

Para a confecção deste trabalho, foram consideradas apenas, as solicitações de vistoria que geraram laudos, nas quais onde se constatou tratar-se de ocorrências de natureza geológico-geotécnica, tais como escorregamentos em talude de corte, em encosta natural, rupturas de obras de contenção, entre outros.

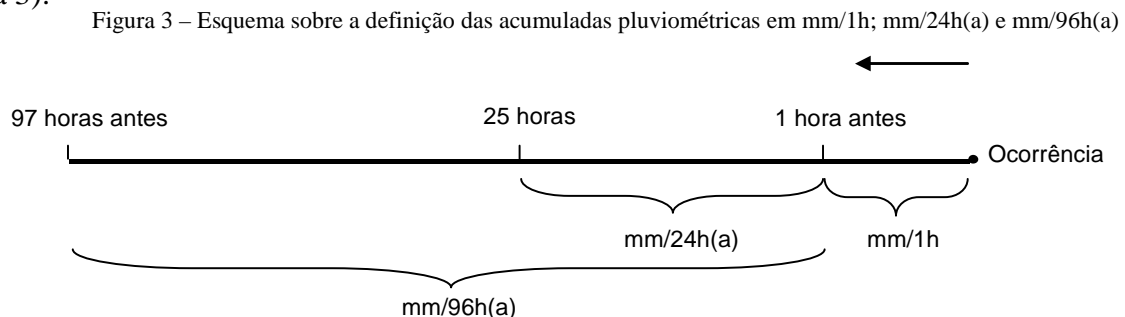
Foram excluídas deste estudo as solicitações de vistoria em que não foram gerados laudos de vistoria, como o caso de ocorrências não pertinentes à Fundação Geo-Rio. De igual modo, também não foram consideradas as solicitações onde se constatou tratar-se simplesmente de possibilidades de ocorrência ou “ameaças”.

Os dados pluviométricos contidos neste estudo foram obtidos por meio de consulta a um portal da rede interna (intranet) da Prefeitura do Rio de Janeiro, no qual podem ser encontrados os registros pluviométricos das 33 estações pluviométricas do Alerta Rio.

4.3 Acumulados Pluviométricos considerados e gráficos produzidos

No que concerne às correlações entre os dados pluviométricos, os quais foram obtidos mediante a observação do banco de dados referente aos pluviômetros do Alerta Rio, estabeleceram-se 3 (três) tipos, sendo eles: mm/1h x mm/24h ; mm/1h x mm/96h e mm/24h x mm/96h.

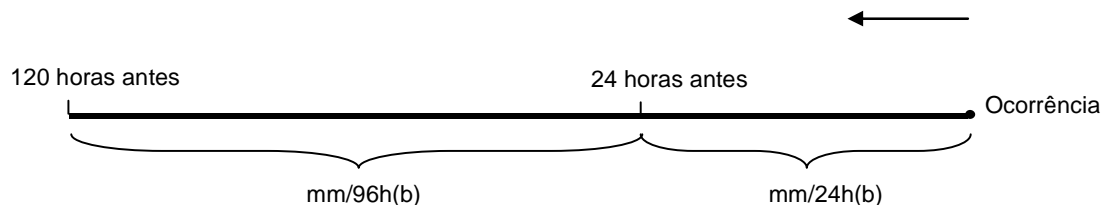
Para as correlações do tipo: mm/1h x mm/24h e mm/1h x mm/96h, foram consideradas as acumuladas pluviométricas em mm/1h, mm/24h(a) e mm/96h(a), tomando-se como referência o momento da ocorrência (data e hora; arbitradas ou informadas), de acordo com o esquema abaixo (Figura 3):



Fonte: DEP/GPE

Para a correlação do tipo mm/24h x mm/96h, foram consideradas as acumuladas pluviométricas em mm/24h(b) e mm/96h(b), tomando-se como referência o momento da ocorrência (data e hora; arbitradas ou informadas), de acordo com o esquema abaixo (Figura 4):

Figura 4 – Esquema sobre a definição das acumuladas pluviométricas em mm/24h(b) e mm/96h(b)



Fonte: DEP/GPE

4.4 Data e Hora das Ocorrências e Classificação em Níveis de Confiabilidade

Para a obtenção das respectivas datas e horários das ocorrências, buscaram-se os laudos de vistoria correspondentes, consultando para isso as planilhas de registro de ocorrências da Diretoria de Fiscalização e Licenciamento (DFL).

Foi feita, então, uma classificação das ocorrências pesquisadas em termos de nível de confiabilidade quanto às informações de data e horário das mesmas, conforme mostrado abaixo:

Nível 1: Ocorrência com data e hora informadas no laudo de vistoria;

Nível 2: Ocorrência com data informada e hora não informada no laudo de vistoria. Em alguns casos, laudos deste nível de confiabilidade apresentam a data e um apontamento para o período do dia (manhã, tarde, noite ou madrugada). No que tange à pesquisa dos dados pluviométricos para estes casos, faz-se da seguinte maneira:

- Laudo de vistoria apenas com data – São consultados os registros pluviométricos da estação pluviométrica Alerta Rio mais próxima (as informações de endereço também são obtidas nestes laudos) para todo aquele dia, assumindo o pico de intensidade horária encontrado (hora) como o provável momento da ocorrência;
- Laudo com data e apontamento do período do dia – São consultados os registros pluviométricos da estação pluviométrica Alerta Rio mais próxima para o dia e o período

informados, assumindo o pico de intensidade horária encontrado (hora) como o provável momento da ocorrência;

Nível 3: Ocorrência em que tanto a data quanto a hora não são informadas no laudo de vistoria. Nestes casos, a data e a hora da ocorrência são arbitradas. Para isto, são consultados os registros pluviométricos da estação pluviométrica Alerta Rio mais próxima (as informações de endereço também são obtidas nestes laudos) para todo o tempo em que perdurou o E.P.S. definido como aquele que deflagrou a referida ocorrência, assumindo o pico de intensidade horária encontrado (data e hora) como o provável momento da ocorrência.

OBS 2: No caso dos períodos compostos (períodos com dois ou mais E.P.S), no que tange às ocorrências de Nível 3, as mesmas foram devidamente associadas aos Eventos Pluviométricos Significativos contidos nestes períodos mediante a análise dos relatórios individuais dos eventos em conjunto com a observação das datas de registro das ocorrências na Diretoria de Fiscalização e Licenciamento (DFL).

4.5 Localização das Ocorrências e Adoção de Estação Pluviométrica de Referência

As informações referentes aos endereços das respectivas ocorrências foram obtidas nos laudos de vistoria produzidos pela Fundação Geo-Rio no referido ano. Cada laudo, além das informações referentes ao nome da rua, do bairro e ao número da Região Administrativa correspondente, contém coordenadas UTM, as quais foram utilizadas para que se pudesse espacializar as ocorrências em um mapa digital do município do Rio de Janeiro em plataforma Google Earth. Neste mesmo mapa foram situadas as 33 estações pluviométricas do Alerta Rio, a fim de que pudéssemos definir qual estação seria a mais apropriada para a consulta dos dados pluviométricos para cada ocorrência;

OBS 3: Foi levado em conta a data em que a Estação Telepluviométrica Tijuca / Muda foi ativada e integrada à rede do Sistema Alerta Rio (vide Tabela 1).

Os critérios adotados para a adoção de uma Estação Pluviométrica de referência para cada ocorrência são: proximidade com o local da ocorrência, existência ou não de ‘interferências’ geomorfológicas na incidência das chuvas, bem como algumas noções a respeito da direção e do sentido de deslocamento das massas de ar durante o Evento Pluviométrico Significativo em questão.

4.6 Sobre as Tipologias e as Categorias de Volume Mobilizado

No que tange à classificação das ocorrências por tipologias, utilizou-se neste trabalho a legenda padrão elaborada pela Fundação Geo-Rio (Tabela 5). Esta legenda pode ser vista na tabela abaixo.

Tabela 5 – Tipologias elaboradas pela Geo-Rio para a classificação das ocorrências

TIPOLOGIA DAS OCORRÊNCIAS		
Não se trata de ocorrência pertinente à GEORIO		0
Talude de Corte	Escorregamento de Solo	1
	Escorregamento de Solo/Rocha	2
	Escorregamento de Rocha	3
Ruptura de Aterro		4
Encosta Natural	Escorregamento de Solo	5
	Escorregamento de Solo/Rocha	6
	Escorregamento de Rocha	7
Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas		8
Escorregamento de Tálus		9
Ruptura de Estrutura de Contenção		10
Escorregamento de Lixo/Entulho		11
Corrida		12
Processos Erosivos/ Assoreamento		13
Ameaça	-	

Fonte: Fundação Geo-Rio

OBS 4: De acordo com o número de tipologias envolvidas em uma mesma ocorrência, esta foi classificada como Simples ou Composta. Caso em uma ocorrência tenha sido identificada uma única tipologia, esta é classificada como Ocorrência Simples. Porém, se duas ou mais tipologias forem identificadas em uma mesma ocorrência, esta é classificada como Ocorrência Composta. Desta forma, para cada Ocorrência Composta, foi definida, mediante a análise do laudo de vistoria, uma tipologia Predominante, sendo aquela que deflagrou as demais. Ex: Uma ruptura de estrutura

de contenção (10 - REC) que veio a deflagrar um escorregamento em talude corte (1 - ES/tc). Neste caso, a tipologia predominante é a ruptura de estrutura de contenção. Tendo isto em vista, a contabilização do total de tipologias para as 86 ocorrências do ano de 2011 foi feita da seguinte forma:

$$\text{Tipologias (Ocorrências totais)} = \text{Tipologias (Ocorrências Simples)} + \text{Tipologias } \textit{Predominantes} \\ \text{(Ocorrências Compostas)}$$

Quanto a classificação das ocorrências segundo o volume mobilizado nos acidentes geológico-geotécnicos, estas foram classificadas tendo como referência as categorias de volume mobilizado elaboradas pela Fundação Geo-Rio (Tabela 6). A tabela pode ser vista abaixo:

Tabela 6 – Categorias de Volume Mobilizado elaboradas pela Geo-Rio e adotadas neste relatório

Volume Mobilizado (solo, rocha, vegetação, etc.) (m ³)	Categoria
1 a 10	A
11 a 100	B
101 a 1000	C
>1000	D
Não disponível	ND

Fonte: Fundação Geo-Rio

OBS 5: Nos casos em que não havia no laudo de vistoria a definição da quantidade de volume mobilizado no acidente geológico-geotécnico, mas o laudo de vistoria apresentava relatório fotográfico de boa qualidade, além das informações a respeito das dimensões da vertente atingida, o valor (m³) foi especulado, a fim de se definir a categoria correspondente.

4.7 Sobre a análise dos gráficos referentes aos índices pluviométricos para as ocorrências

Foram ao total 86 ocorrências registradas para o ano de 2011. Dentre estas, existem ocorrências pluviometricamente idênticas, ou seja, ocorrências que partilham das mesmas informações de hora, data e estação telepluviométrica de referência, resultando em dados pluviométricos (mm/1h; mm/24h(a); mm/96h(a); mm/24h(b) e mm/96h(b)) idênticos.

Então, para compor o item “ANÁLISES E RESULTADOS” deste relatório quanto aos dados pluviométricos, foi feito da seguinte maneira: Foi feita uma triagem na tabela com todos os 86 pontos, de maneira que os pontos idênticos foram excluídos, preservando-se apenas um de toda a seqüência, conforme o exemplo (Figura 5):

Figura 5 – Esquema exemplificando a triagem feita nos dados pluviométricos referentes às ocorrências

Confiabilidade do Dado	Ocorrência (dd/mm/aa; hh:mm)	mm/1h	mm/24h(a)	mm/96h(a)	mm/24h(b)	mm/96h(b)	Estação Pluviométrica de Referência	
1	25/04/11 22:00	30,40	69,20	140,00	99,40	71,00	TIJUCA	PRESERVADO
2	25/04/11 22:00	30,40	69,20	140,00	99,40	71,00	TIJUCA	EXCLUÍDOS
2	25/04/11 22:00	30,40	69,20	140,00	99,40	71,00	TIJUCA	EXCLUÍDOS

Fonte: DEP/GPE

Desta forma, foi criada uma tabela com somente os pontos pluviometricamente exclusivos, totalizando 69 pontos, dentre todos os três níveis de confiabilidade. A partir desta tabela, foi produzido um gráfico, para cada correlação, somente com os 33 pontos de Confiabilidade 1 e 2, os quais são aqueles que se encontram no item “ANÁLISES E RESULTADOS” deste relatório.

Nestes gráficos foram definidos, em função da acumulada pluviométrica no eixo x e a acumulada pluviométrica no eixo y, um setor de descarte de pontos (S.D.P.), no qual estão os pontos que aparentam tratar-se de acidentes geológico-geotécnicos que não foram deflagrados pela influência direta dos Eventos Pluviométricos Significativos, devido aos baixos índices pluviométricos destes. Nestes casos, destaca-se a influência da intervenção antrópica, tal como a execução indevida de cortes para obtenção de área plana nas encostas, o lançamento contínuo e concentrado de esgoto nas mesmas, entre outros.

5. DADOS PLUVIOMÉTRICOS E GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Neste trabalho, foi criada uma planilha (Figura 6), a qual reúne, para cada ocorrência do ano de 2011, todos os dados pertinentes à realização das correlações as quais se propôs fazer neste relatório. A referida planilha contém os dados relativos ao (à; às; aos):

1. Evento Pluviométrico Significativo / Período correspondente;
2. Data e hora da ocorrência;
3. Acumulada (mm) em 1h;
4. Acumuladas (mm) em 24h (a & b);
5. Acumuladas (mm) em 96h (a & b);
6. Endereço;
7. Estação Pluviométrica de referência;
8. Tipologia(s);
9. Tipologia Predominante e
10. Laudo de Vistoria.

Segue abaixo o modelo da tal planilha*, a qual pode ser encontrada no item ANEXOS do presente relatório:

Figura 6 – Trecho da planilha com todas as informações das 86 ocorrências de 2011

PLUVIOMETRIA - EVENTO E ÍNDICES								Nº	ENDEREÇO, TIPOLOGIA, CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO E LAUDO						
E.P.S. (período)	Confiabilidade do Dado	Ocorrência (dd/mm/aa; hh:mm)	mm/1h	mm/24h(a)	mm/96h(a)	mm/24h(b)	mm/96h(b)		Logradouro	Bairro	Estação Pluviométrica de Referência	Tipologia(s)	Tipologia Predominante	Categoria do Volume Mobilizado	Laudo
24/04 e 25/04 (24/abr a 29/abr)	2	24/04/11 16:45	15,00	0,00	0,00	15,00	0,00	30	-	MADUREIRA	MADUREIRA	1	1	A	0318/2011
	1	24/04/11 18:30	28,00	24,40	24,40	52,40	0,00	31	-	VILA ISABEL	GRAJAÚ	1 e 8	8	B	0289/2011

* As informações de Logradouro são sigilosas e por isso foram omitidas neste relatório elaborado para a divulgação pública

Fonte: DEP/GPE

Tendo como base a referida planilha, foi criada uma série de outros materiais, em formato .xls, sistematizados em tabelas e gráficos. Estes se referem ao (à; às; aos):

- Dados Pluviométricos: 1 - mm/1h x mm/24h(a), 2 - mm/1h x mm/96h(a) e 3 - mm/24h(b) x mm/96h(b);
- Número de Ocorrências (Simples, Compostas e Totais*): 1 - por Tipologia e 2 - por Categoria do Volume Mobilizado;
- Número de Ocorrências: 1 - por Estação Pluviométrica de Referência e 2 - por Bairros**;
- Tipologias das Ocorrências (Totais) por bairro e
- Categoria do Volume Mobilizado (Ocorrências Totais) por bairro.

São apresentados a seguir todos os materiais aos quais se refere neste item.

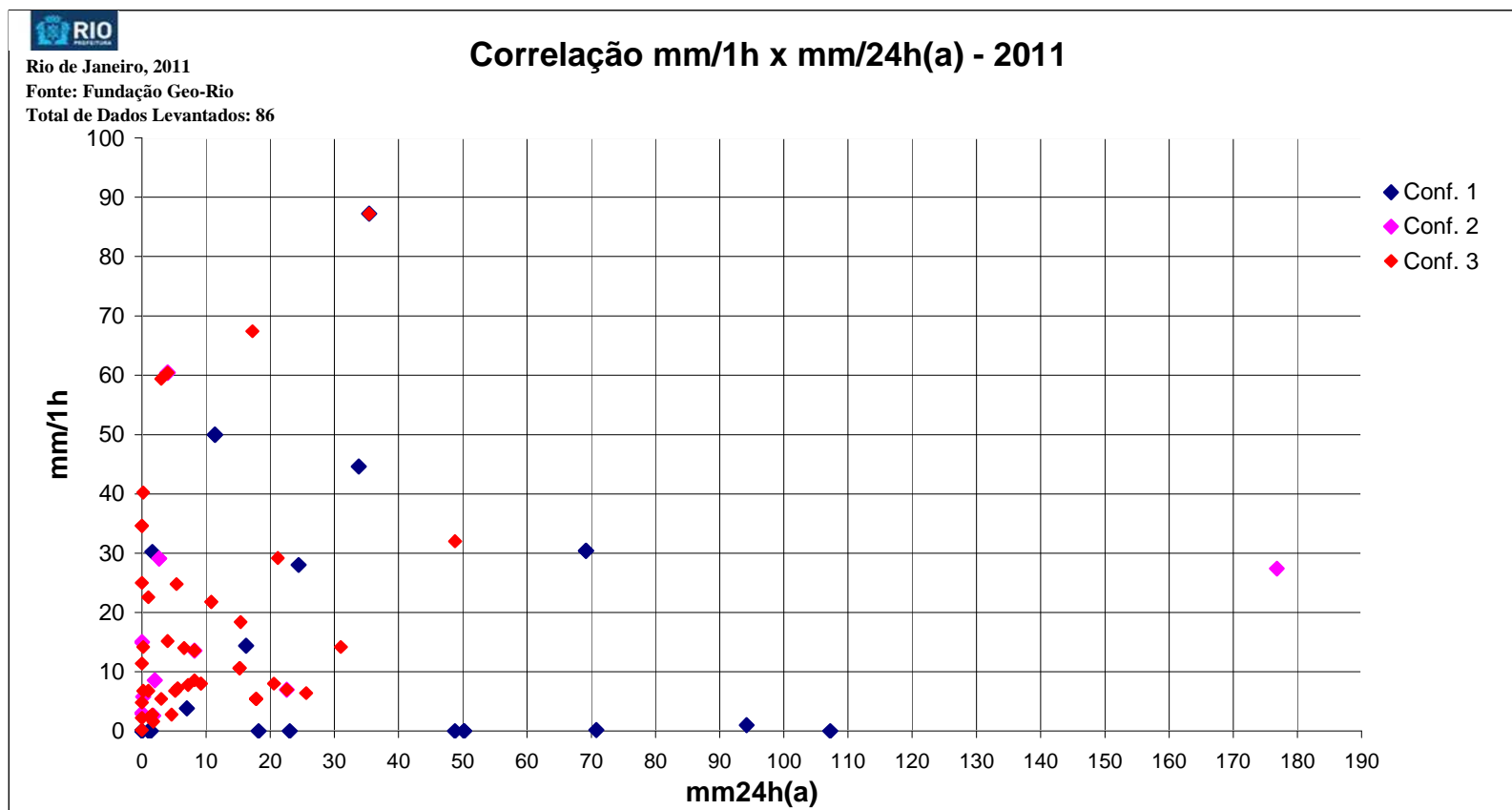
* Vide a OBS 4 deste relatório.

**Foram considerados neste relatório somente os bairros em que houve pelo menos uma ocorrência

5.1 Dados Pluviométricos: 1 - mm/1h X mm/24h(a), mm/1h X mm/96h(a) e mm/24h(b) X mm/96h(b);

5.1.1 mm/1h x mm/24h(a)

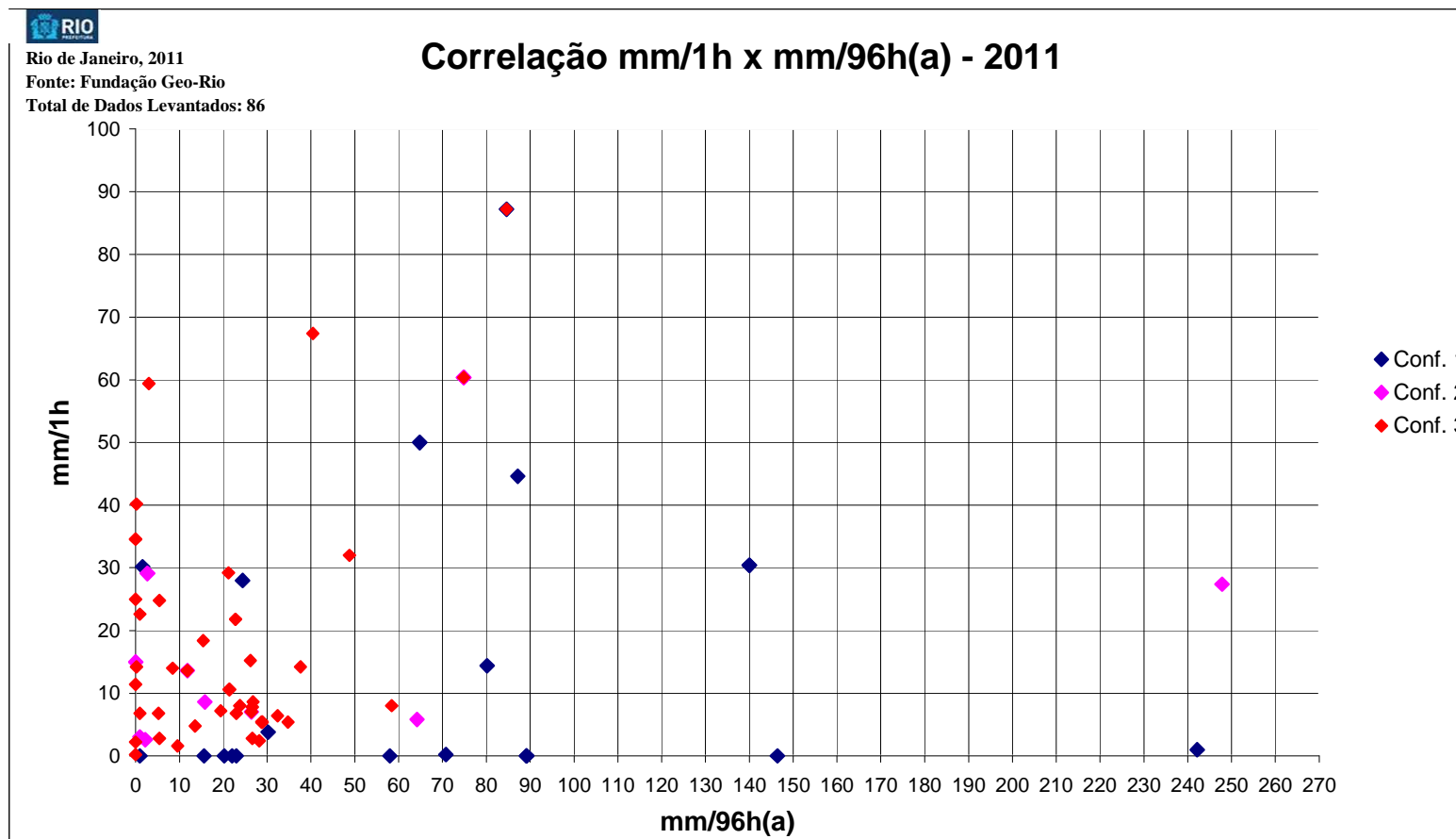
Figura 7 – Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/1h e mm/24h (a) para o ano de 2011



Fonte: DEP/GPE

5.1.2 mm/1h x mm/96h(a)

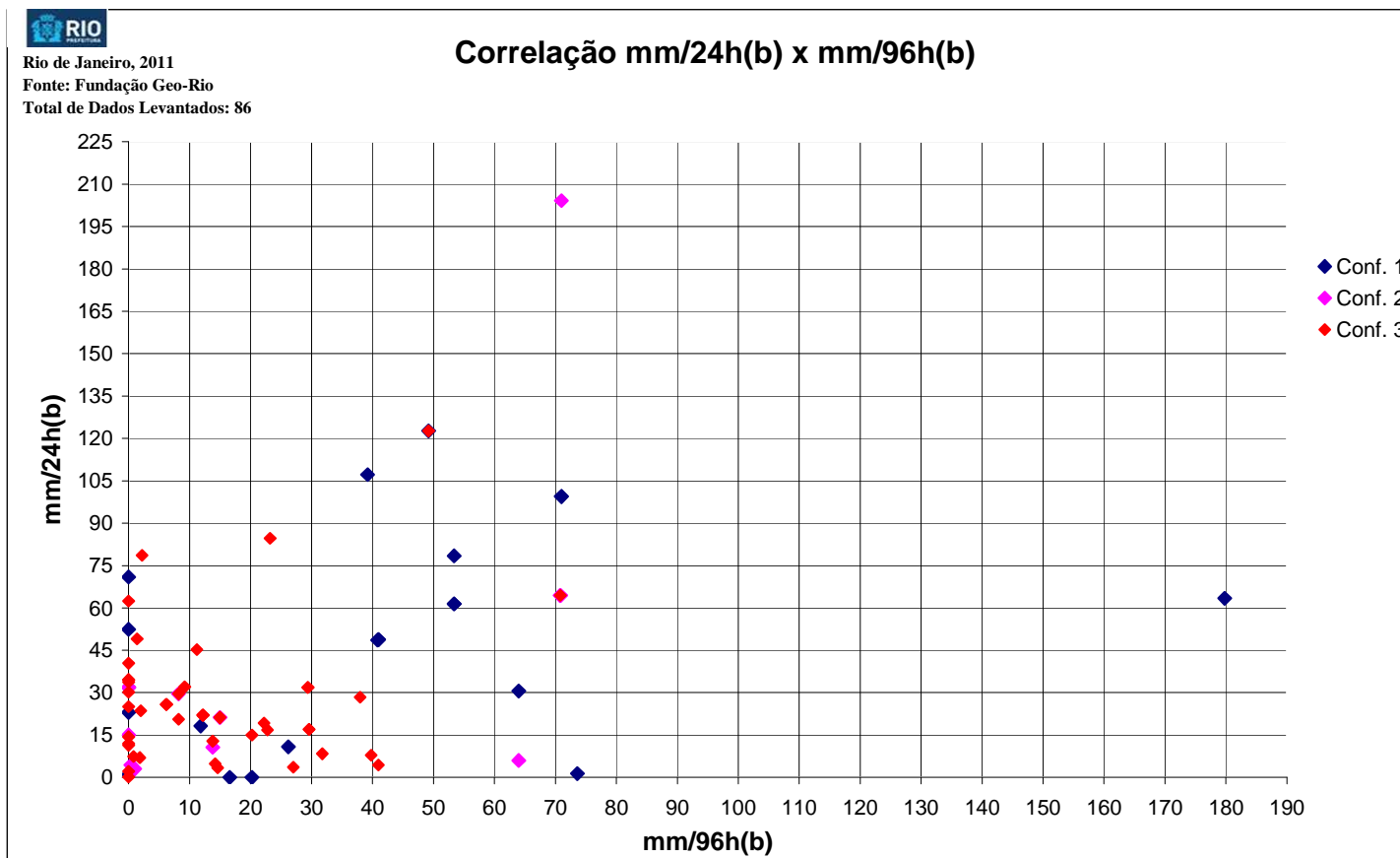
Figura 8 – Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/1h e mm/96h(a) para o ano de 2011



Fonte: DEP/GPE

5.1.3 mm/24h(b) x mm/96h(b)

Figura 9 – Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/24h(b) e mm/96h(b) para o ano de 2011



Fonte: DEP/GPE

5.2 Número de Ocorrências (Simples, Compostas e Totais): 1 - por Tipologia e 2 - por Categoria do Volume Mobilizado;

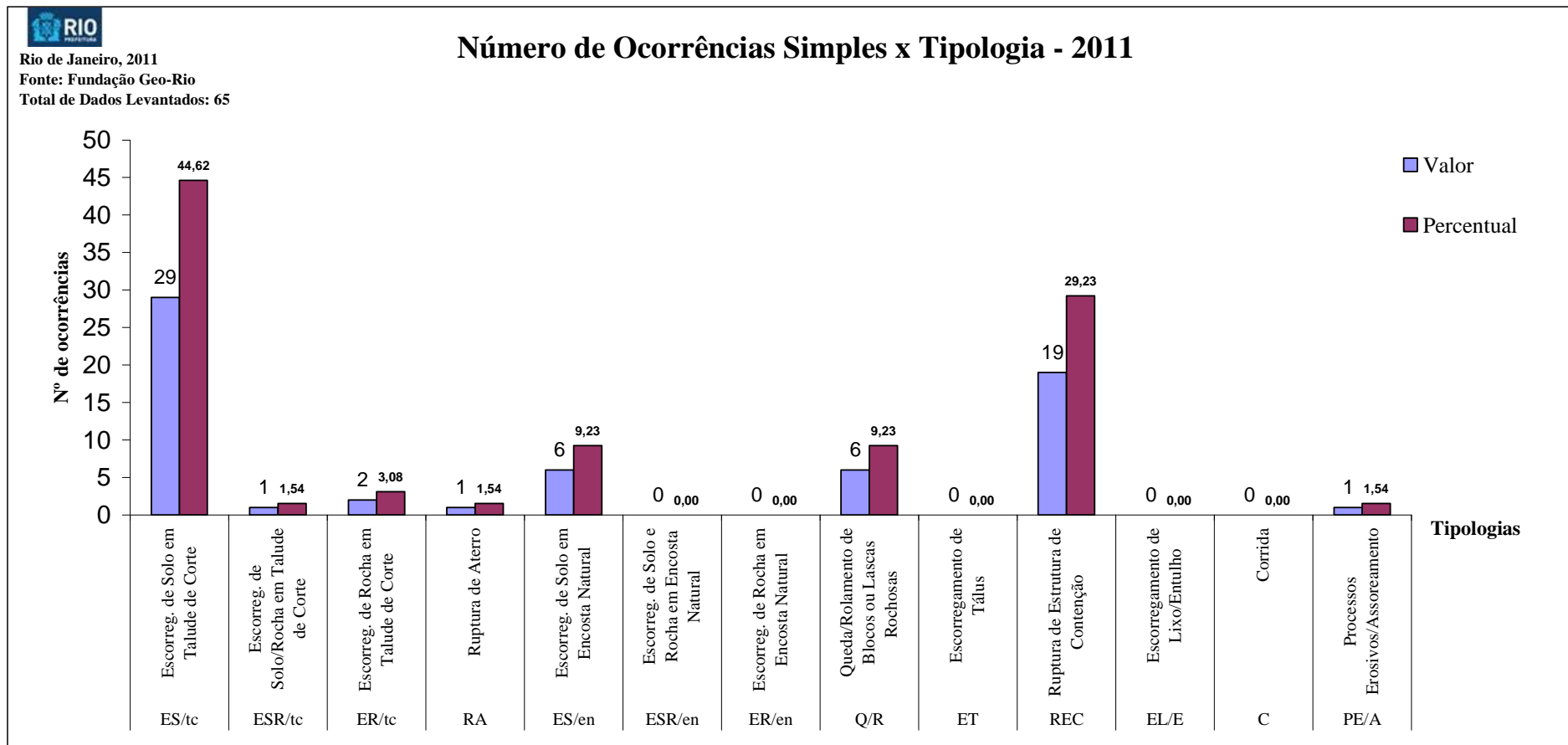
5.2.1 Ocorrências Simples

Tabela 7 - Número de Ocorrências Simples por Tipologia e por Categoria do Volume mobilizado

OCORRÊNCIAS SIMPLES							
TIPOLOGIA DA OCORRÊNCIA	Nome	Nº	(%)	CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO		Nº	(%)
ES/tc	Escorreg. de Solo em Talude de Corte	29	44,62	A	0 a 10 m ³	51	78,46
ESR/tc	Escorreg. de Solo/Rocha em Talude de Corte	1	1,54	B	11 a 100 m ³	8	12,31
ER/tc	Escorreg. de Rocha em Talude de Corte	2	3,08	C	101 a 1.000 m ³	2	3,08
RA	Ruptura de Aterro	1	1,54	D	> 1.000 m ³	0	0,00
ES/en	Escorreg. de Solo em Encosta Natural	6	9,23	ND	Não Disponível	4	6,15
ESR/en	Escorreg. de Solo e Rocha em Encosta Natural	0	0,00	TOTAL		65	100,00
ER/en	Escorreg. de Rocha em Encosta Natural	0	0,00				
Q/R	Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas	6	9,23				
ET	Escorregamento de Tálus	0	0,00				
REC	Ruptura de Estrutura de Contenção	19	29,23				
EL/E	Escorregamento de Lixo/Entulho	0	0,00				
C	Corrida	0	0,00				
PE/A	Processos Erosivos/Assoreamento	1	1,54				
TOTAL		65	100,00				

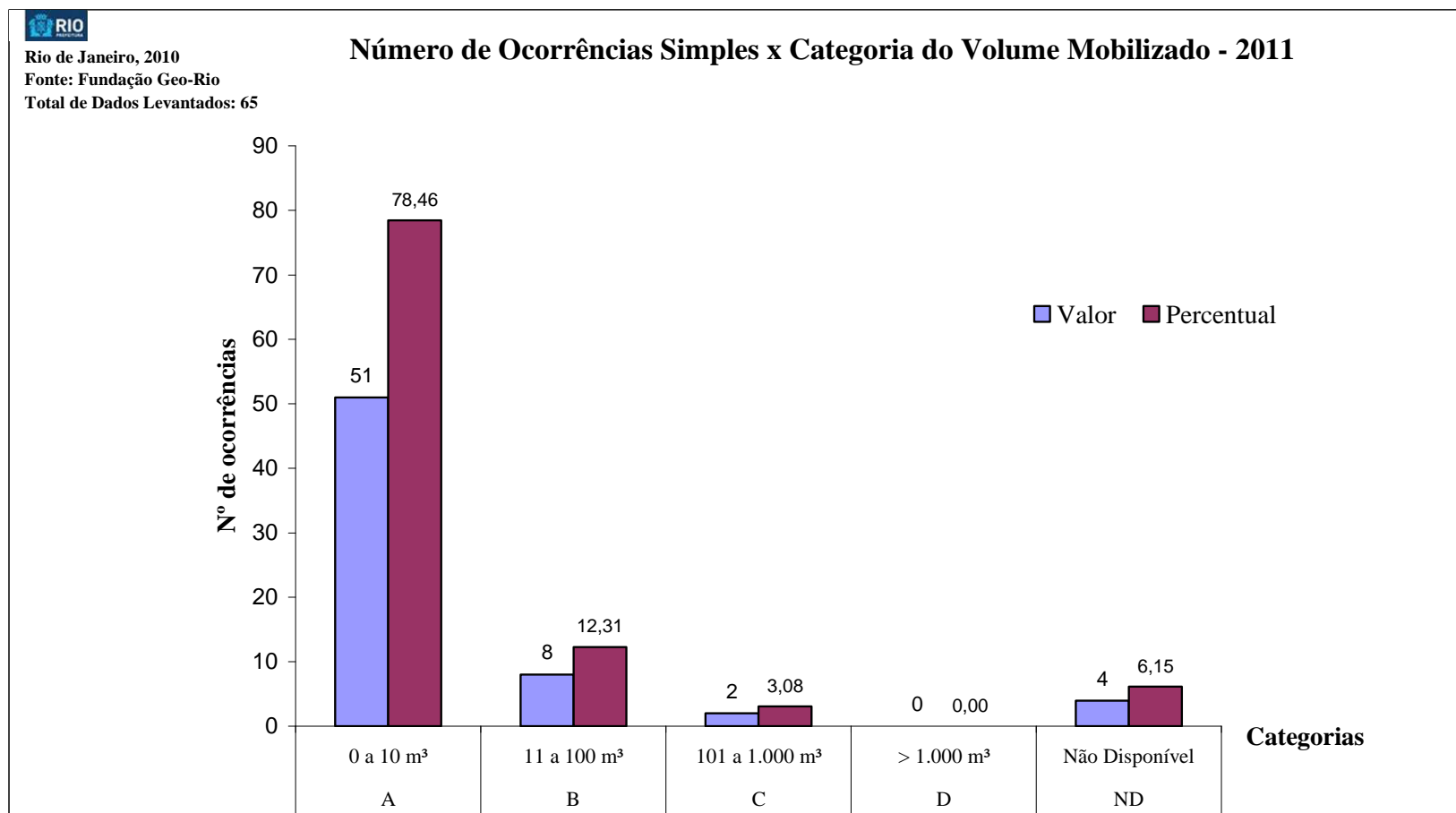
Fonte: DEP/GPE

Figura 10 – Gráfico referente ao número de Ocorrências Simples por Tipologia



Fonte: DEP/GPE

Figura 11 – Gráfico referente ao número de Ocorrências Simples por Categoria do Volume Mobilizado



Fonte: DEP/GPE

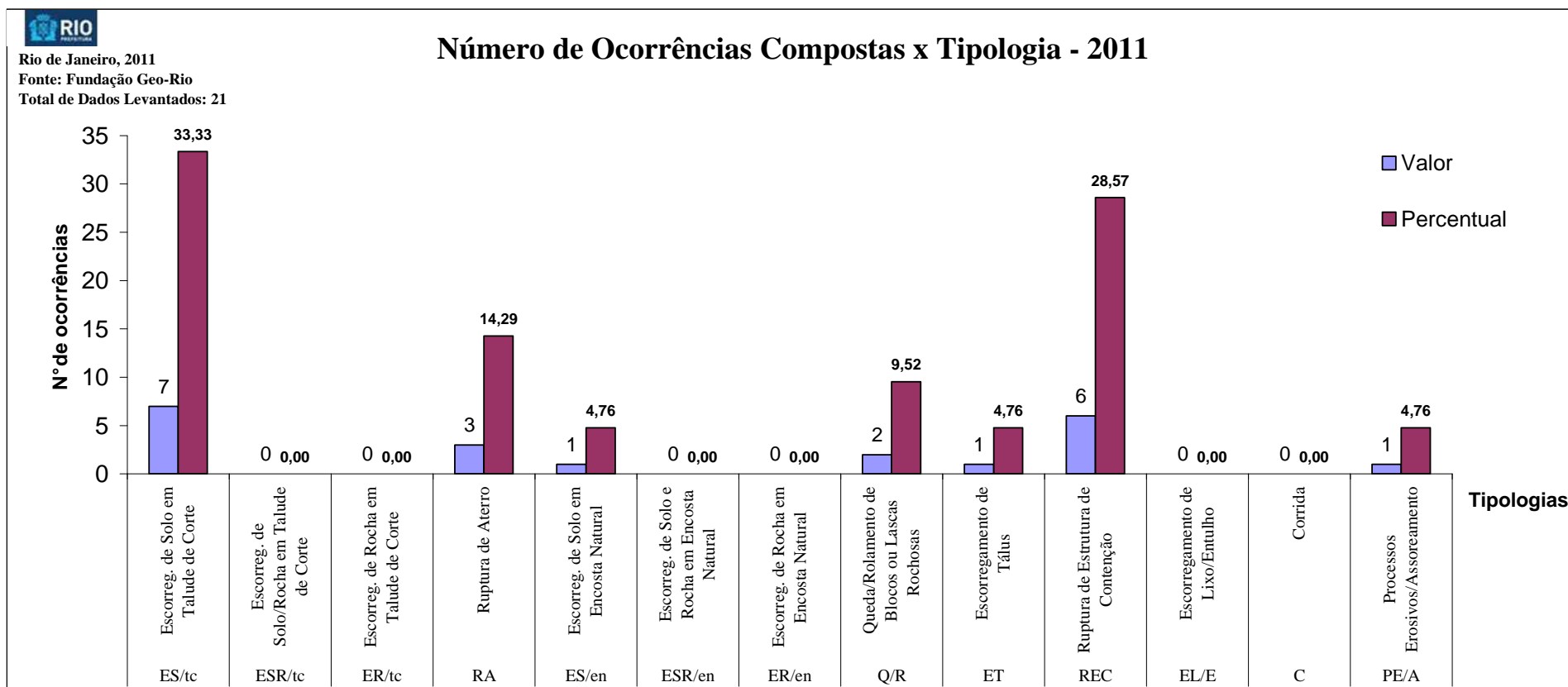
5.2.2 Ocorrências Compostas

Tabela 8 – Número de Ocorrências Compostas por Tipologia e por Categoria do Volume Mobilizado

OCORRÊNCIAS COMPOSTAS							
TIPOLOGIA PREDOMINANTE DA OCORRÊNCIA	Nome	Nº	(%)	CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO		Nº	(%)
ES/tc	Escorreg. de Solo em Talude de Corte	7	33,33	A	0 a 10 m³	16	76,19
ESR/tc	Escorreg. de Solo/Rocha em Talude de Corte	0	0,00	B	11 a 100 m³	4	19,05
ER/tc	Escorreg. de Rocha em Talude de Corte	0	0,00	C	101 a 1.000 m³	0	0,00
RA	Ruptura de Aterro	3	14,29	D	> 1.000 m³	0	0,00
ES/en	Escorreg. de Solo em Encosta Natural	1	4,76	ND	Não Disponível	1	4,76
ESR/en	Escorreg. de Solo e Rocha em Encosta Natural	0	0,00	TOTAL		21	100,00
ER/en	Escorreg. de Rocha em Encosta Natural	0	0,00				
Q/R	Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas	2	9,52				
ET	Escorregamento de Tálus	1	4,76				
REC	Ruptura de Estrutura de Contenção	6	28,57				
EL/E	Escorregamento de Lixo/Entulho	0	0,00				
C	Corrida	0	0,00				
PE/A	Processos Erosivos/Assoreamento	1	4,76				
TOTAL		21	100,00				

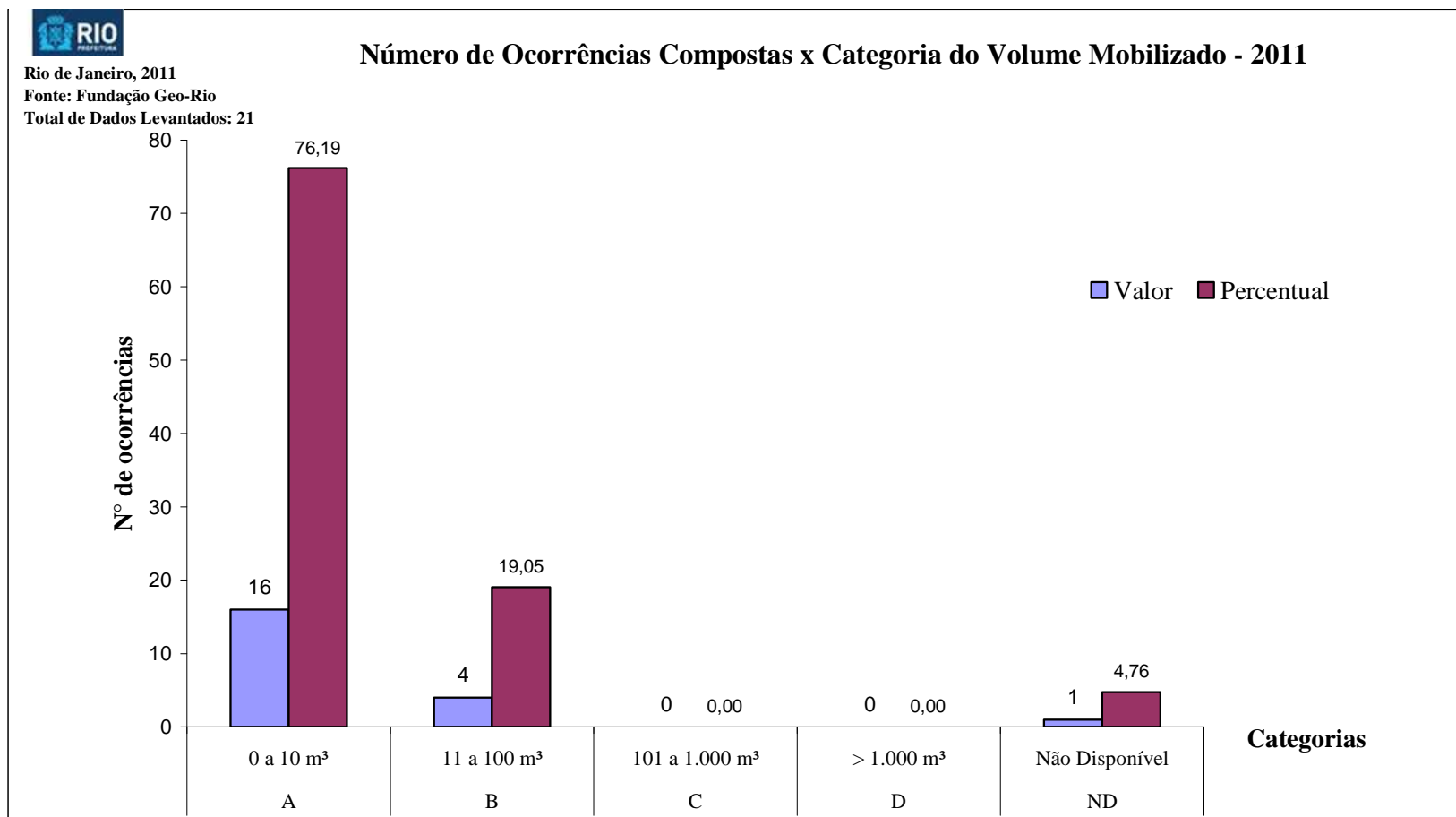
Fonte: DEP/GPE

Figura 12 – Gráfico referente ao número de Ocorrências Compostas por Tipologia



Fonte: DEP/GPE

Figura 13 – Gráfico referente ao número de Ocorrências Compostas por Categoria do Volume Mobilizado



Fonte: DEP/GPE

5.2.3 Ocorrências (Totais)

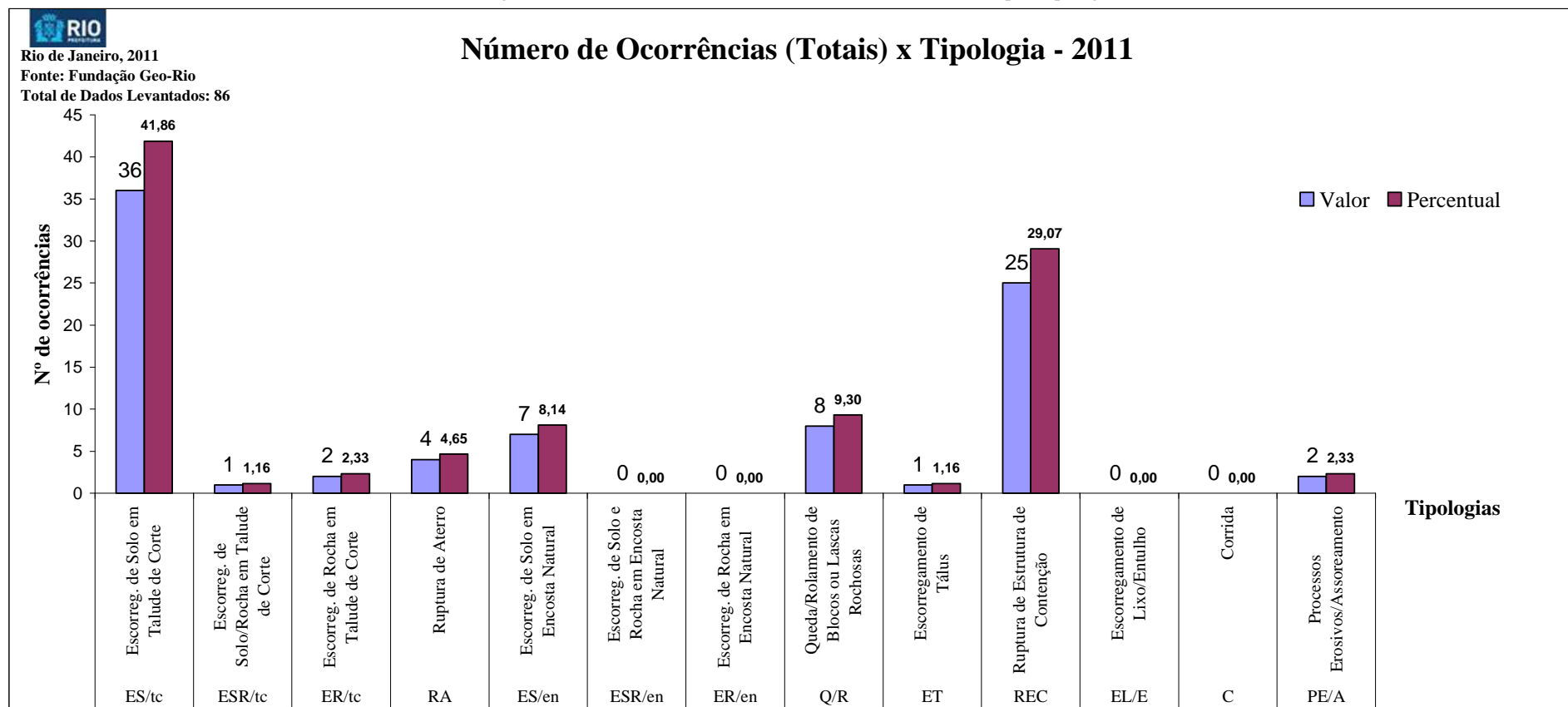
Tabela 9 – Número de Ocorrências (Totais) por Tipologia e por Categoria do Volume Mobilizado

OCORRÊNCIAS (TOTAIS*)							
TIPOLOGIA DA OCORRÊNCIA	Nome	Nº	(%)	CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO		Nº	(%)
ES/tc	Escorreg. de Solo em Talude de Corte	36	41,86	A	0 a 10 m³	67	77,91
ESR/tc	Escorreg. de Solo/Rocha em Talude de Corte	1	1,16	B	11 a 100 m³	12	13,95
ER/tc	Escorreg. de Rocha em Talude de Corte	2	2,33	C	101 a 1.000 m³	2	2,33
RA	Ruptura de Aterro	4	4,65	D	> 1.000 m³	0	0,00
ES/en	Escorreg. de Solo em Encosta Natural	7	8,14	ND	Não Disponível	5	5,81
ESR/en	Escorreg. de Solo e Rocha em Encosta Natural	0	0,00	TOTAL		86	100,00
ER/en	Escorreg. de Rocha em Encosta Natural	0	0,00				
Q/R	Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas	8	9,30				
ET	Escorregamento de Tálus	1	1,16				
REC	Ruptura de Estrutura de Contenção	25	29,07				
EL/E	Escorregamento de Lixo/Entulho	0	0,00				
C	Corrida	0	0,00				
PE/A	Processos Erosivos/Assoreamento	2	2,33				
TOTAL		86	100,00				

*Vide a OBS 4 deste relatório

Fonte: DEP/GPE

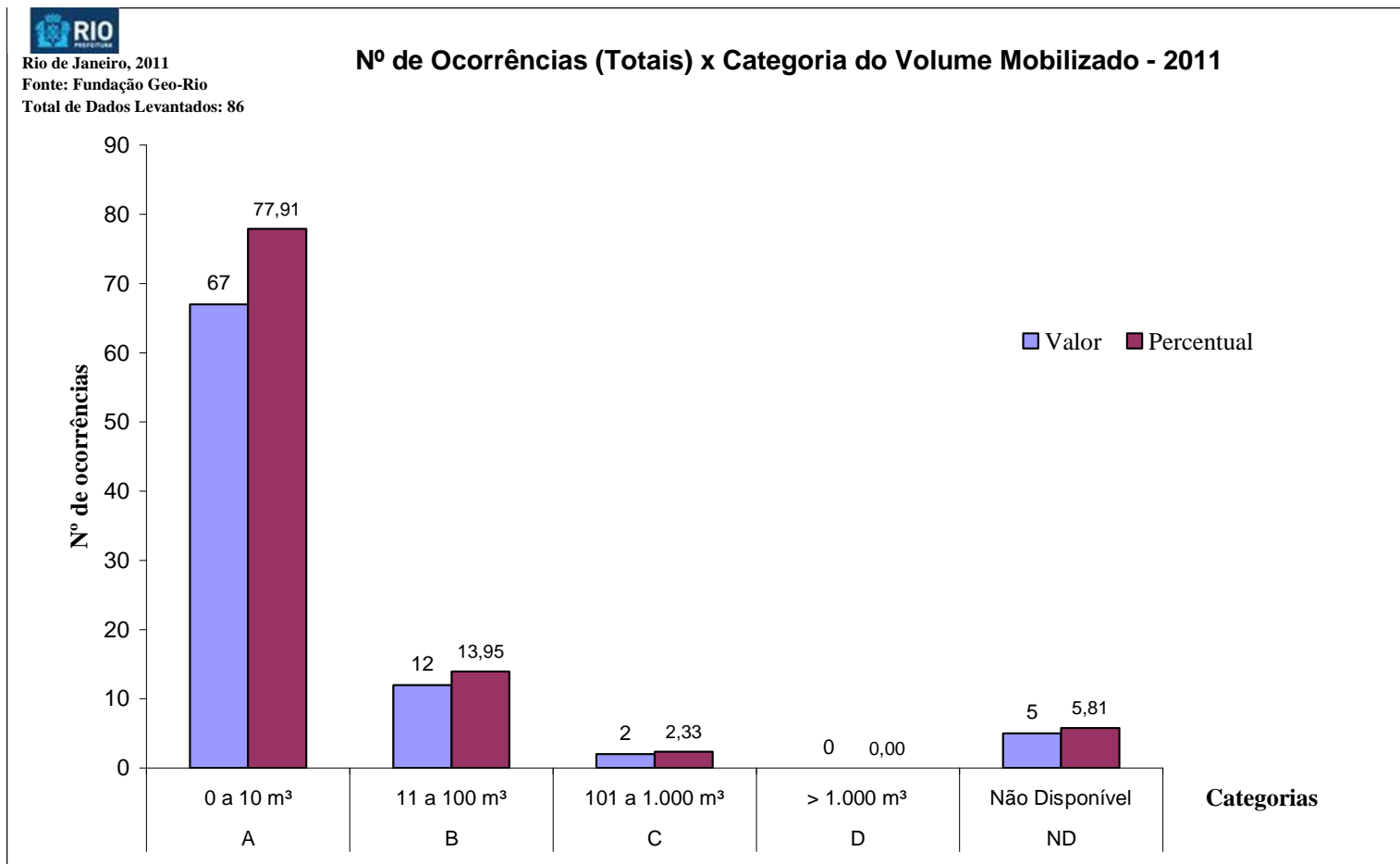
Figura 14 – Gráfico referente ao número de Ocorrências (Totais) por Tipologia



Fonte: DEP/GPE

DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS
GERÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Figura 15 – Gráfico referente ao número de Ocorrências (Totais) por Categoria do Volume Mobilizado



Fonte: DEP/GPE

5.3 Número de Ocorrências: 1 - por Estação Telepluviométrica de referência e 2 - por Bairros

5.3.1 Por Estação Telepluviométrica de referência

Tabela 10 – Número de Ocorrências por Estação Telepluviométrica de referência

Nº DE OCORRÊNCIAS POR ESTAÇÃO TELEPLUVIOMÉTRICA DE REFERÊNCIA		
PLUVIÔMETRO - ALERTA RIO	Nº DE OCORRÊNCIAS	%
01 - VIDIGAL	0	0,0
02 - URCA	0	0,0
03 - ROCINHA	0	0,0
04 - TIJUCA	9	10,5
05 - SANTA TERESA	4	4,7
06 - COPACABANA	2	2,3
07 - GRAJAÚ	7	8,1
08 - ILHA DO GOVERNADOR	6	7,0
09 - PENHA	13	15,1
10 - MADUREIRA	6	7,0
11 - IRAJÁ	4	4,7
12 - BANGU	2	2,3
13 - PIEDADE	3	3,5
14 - JACAREPAGUÁ / TANQUE	7	8,1
15 - SAÚDE	2	2,3
16 - JARDIM BOTÂNICO	1	1,2
17 - BARRA/ITANHANGÁ	1	1,2
18 - JACAREPAGUÁ / CIDADE DE DEUS	3	3,5
19 - BARRA / RIOCENTRO	0	0,0
20 - GUARATIBA	0	0,0
21 - ESTR. GRAJAÚ / JACAREPAGUÁ	1	1,2
22 - SANTA CRUZ	1	1,2
23 - GRANDE MÉIER	1	1,2
24 - ANCHIETA	4	4,7
25 - GROTA FUNDA	0	0,0
26 - CAMPO GRANDE	2	2,3
27 - SEPETIBA	0	0,0
28 - ALTO DA BOA VISTA	2	2,3
29 - AV. BRASIL/MENDANHA	1	1,2
30 - RECREIO DOS BANDEIRANTES	0	0,0
31 - LARANJEIRAS	0	0,0
32 - SÃO CRISTOVÃO	2	2,3
33 - TIJUCA MUDA*	2	2,3
TOTAL	86	100,0

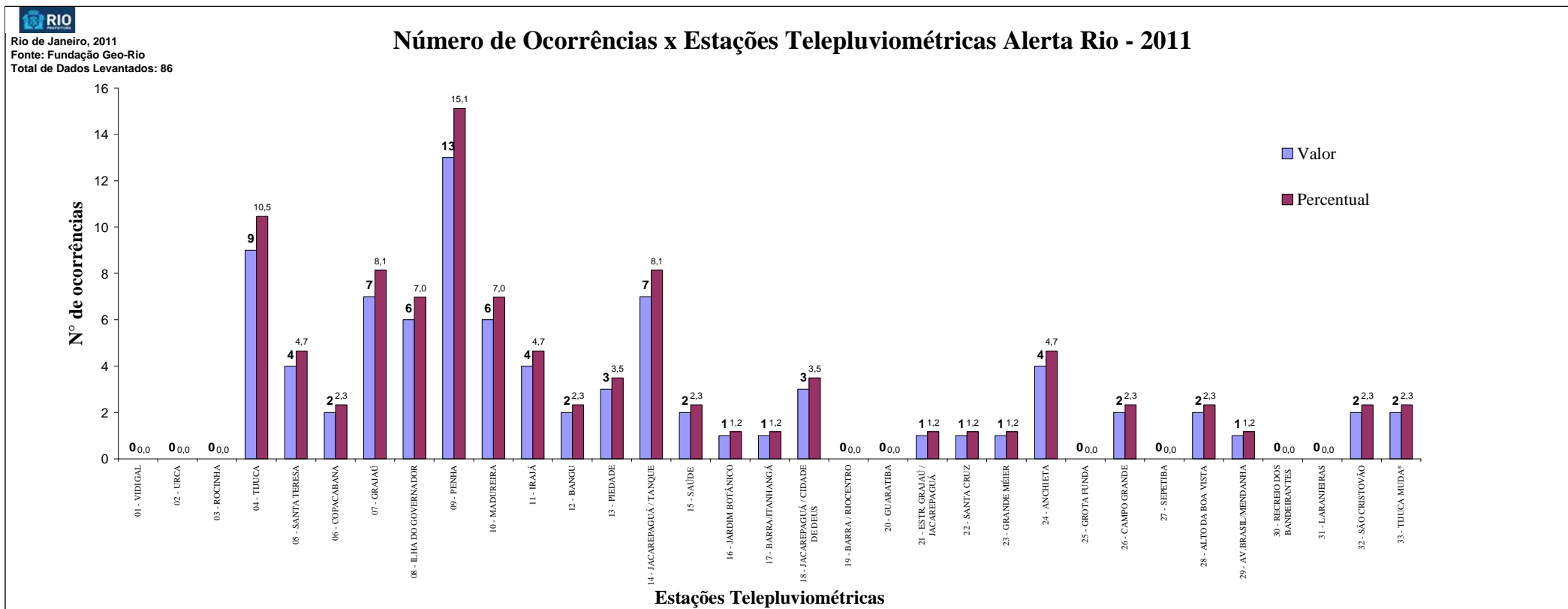
ATIVADO

*07/02/2011

Fonte: DEP/GPE

DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS
GERÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Figura 16 – Gráfico referente ao número de ocorrências por Estações Telepluviométricas do Alerta Rio



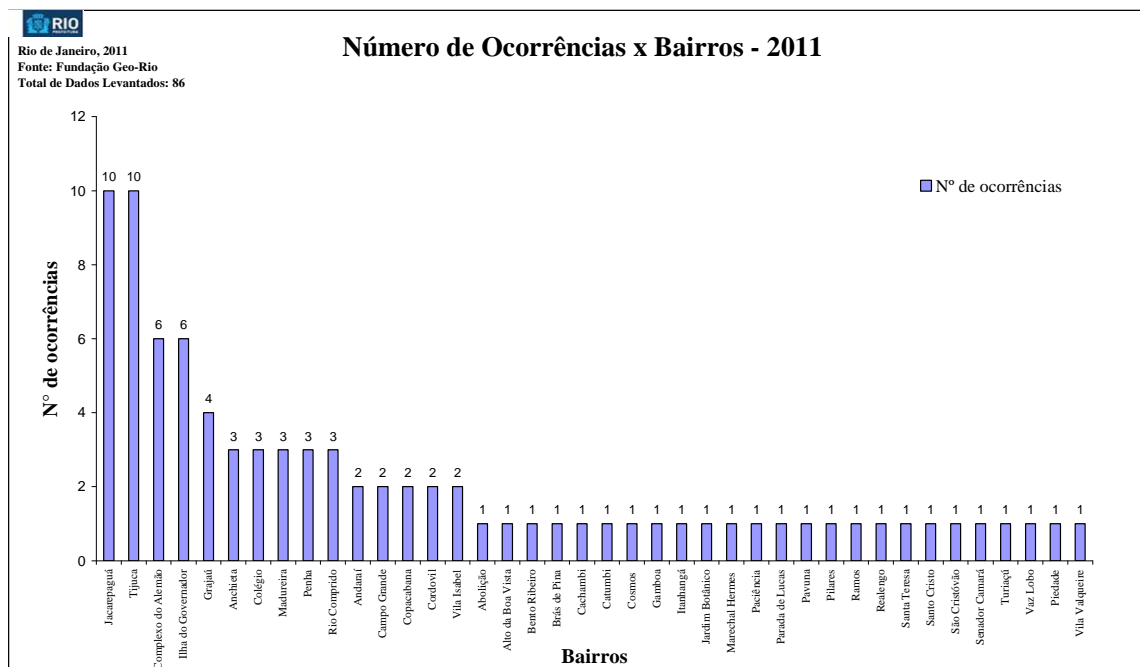
Fonte: DEP/GPE

5.3.2 Por Bairro

Nº DE OCORRÊNCIAS POR BAIRRO			
Nº*	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	%
1	Jacarepaguá	10	11,63
2	Tijuca	10	11,63
3	Complexo do Alemão	6	6,98
4	Ilha do Governador	6	6,98
5	Grajaú	4	4,65
6	Anchieta	3	3,49
7	Colégio	3	3,49
8	Madureira	3	3,49
9	Penha	3	3,49
10	Rio Comprido	3	3,49
11	Andaraí	2	2,33
12	Campo Grande	2	2,33
13	Copacabana	2	2,33
14	Cordovil	2	2,33
15	Vila Isabel	2	2,33
16	Abolição	1	1,16
17	Alto da Boa Vista	1	1,16
18	Bento Ribeiro	1	1,16
19	Brás de Pina	1	1,16
20	Cachambi	1	1,16
21	Catumbi	1	1,16
22	Cosmos	1	1,16
23	Gamboa	1	1,16
24	Itanhangá	1	1,16
25	Jardim Botânico	1	1,16
26	Marechal Hermes	1	1,16
27	Paciência	1	1,16
28	Parada de Lucas	1	1,16
29	Pavuna	1	1,16
30	Pilares	1	1,16
31	Ramos	1	1,16
32	Realengo	1	1,16
33	Santa Teresa	1	1,16
34	Santo Cristo	1	1,16
35	São Cristóvão	1	1,16
36	Senador Camará	1	1,16
37	Turiacú	1	1,16
38	Vaz Lobo	1	1,16
39	Piedade	1	1,16
40	Vila Valqueire	1	1,16
TOTAL		86	100,00

Tabela 11 – Número de ocorrências por bairro no município do Rio de Janeiro

Figura 17 – Gráfico referente ao número de ocorrências por bairro no município do Rio de Janeiro



Fonte: DEP/GPE

Fonte: DEP/GPE

*Em ordem decrescente por número de ocorrências

5.4 Tipologia das Ocorrências (Totais) por Bairro

Tabela 12 – Número de Tipologias das Ocorrências (Totais) por bairros no município do Rio de Janeiro

TIPOLOGIAS DAS OCORRÊNCIAS (TOTAIS) POR BAIRRO															
Nº*	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	TIPOLOGIAS												
			1 - ES/te	2 - ESR/te	3 - ER/te	4 - RA	5 - ES/en	6 - ESR/en	7 - ER/en	8 - Q/R	9 - ET	10 - REC	11 - EL/E	12 - C	13 - PEA
1	Abolição	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	Alto da Boa Vista	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	Anchieta	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Andaraí	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Bento Ribeiro	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Brás de Pina	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Cachambi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	Campo Grande	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
9	Catumbi	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Colégio	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	Complexo do Alemão	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
12	Copacabana	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Cordovil	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
14	Cosmos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	Gamboa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	Grajaú	4	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
17	Ilha do Governador	6	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
18	Itanhangá	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Jacarepaguá	10	3	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0
20	Jardim Botânico	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Madureira	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
22	Marechal Hermes	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23	Paciência	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	Parada de Lucas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25	Pavuna	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Penha	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
27	Piedade	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Piñares	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
29	Ramos	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Realengo	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Rio Comprido	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Santa Teresa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
33	Santo Cristo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
34	São Cristóvão	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	Senador Camará	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
36	Tijuca	10	5	1	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0
37	Turialvã	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
38	Vaz Lobo	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Vila Isabel	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
40	Vila Valqueire	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	40	86	37	1	2	4	7	0	0	8	1	24	0	0	2

*Em ordem decrescente por número de ocorrências

Fonte: DEP/GPE

Tabela 13 – Os 3 bairros mais afetados por Tipologia das Ocorrências (Totais)

Os 3 bairros mais afetados por Tipologia de ocorrência				
	POSIÇÃO	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	%
1 - ES/tc Total = 37	1º	Tijuca	5	13,51
	2º	Complexo do Alemão e Ilha do Governador	4	10,81
	3º	Grajaú, Jacarepaguá e Rio Comprido	3	8,11
2 - ESR/tc Total = 1	1º	Tijuca	1	100,00
	2º			
	3º			
3 - ER/tc Total = 2	1º	Colégio	2	100,00
	2º			
	3º			
4 - RA Total = 4	1º	Tijuca, Jacarepaguá, Piedade e São Cristóvão	1	25,00
	2º			
	3º			
5 - ES/en Total = 7	1º	Tijuca, Ilha do Governador, Anchieta, Catumbi, Itanhangá, Jardim Botânico e Ramos	1	14,29
	2º			
	3º			
6 - ESR/en	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
7 - ER/en	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
8 - Q/R Total = 8	1º	Ilha do Governador, Grajaú, Madureira, Penha, Colégio, Pílares, Senador Camará e Vila Isabel	1	12,50
	2º			
	3º			
9 - ET Total = 1	1º	Penha	1	100,00
	2º			
	3º			
10 - REC Total = 24	1º	Jacarepaguá	6	25,00
	2º	Tijuca, Campo Grande e Cordovil	2	8,33
	3º	Vila Isabel, Complexo do Alemão, Abolição, Alto da Boa Vista, Cachambi, Cosmos, Gamboa, Marechal Hermes, Parada de Lucas, Santa Teresa, Santo Cristo e Turiaçú	1	4,17
11 - EL/E	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
12 - C	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
13 - PEA Total = 2	1º	Complexo do Alemão e Paciência	1	50,00
	2º			
	3º			

Fonte: DEP/GPE

5.5 Categoria do Volume Mobilizado (Ocorrências Totais) por Bairro

Tabela 14 – Categoria do Volume Mobilizado (Ocorrências Totais) por bairros no município do Rio de Janeiro

CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO POR BAIRRO							
Nº*	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO				
			A: 1 a 10m³	B: 11 a 100m³	C: 101 a 1000m³	D: >1000	ND: Não disponível
1	Abolição	1	1	0	0	0	0
2	Alto da Boa Vista	1	0	1	0	0	0
3	Anchieta	3	3	0	0	0	0
4	Andaraí	2	2	0	0	0	0
5	Bento Ribeiro	1	1	0	0	0	0
6	Brás de Pina	1	1	0	0	0	0
7	Cachambi	1	1	0	0	0	0
8	Campo Grande	2	1	1	0	0	0
9	Catumbi	1	1	0	0	0	0
10	Colégio	3	3	0	0	0	0
11	Complexo do Alemão	6	6	0	0	0	0
12	Copacabana	2	1	0	0	0	1
13	Cordovil	2	1	0	0	0	1
14	Cosmos	1	1	0	0	0	0
15	Gamboa	1	1	0	0	0	0
16	Grajaú	4	3	0	1	0	0
17	Ilha do Governador	6	6	0	0	0	0
18	Itanhangá	1	1	0	0	0	0
19	Jacarepaguá	10	5	4	0	0	1
20	Jardim Botânico	1	1	0	0	0	0
21	Madureira	3	3	0	0	0	0
22	Marechal Hermes	1	0	0	0	0	1
23	Paciência	1	1	0	0	0	0
24	Parada de Lucas	1	1	0	0	0	0
25	Pavuna	1	1	0	0	0	0
26	Penha	3	3	0	0	0	0
27	Piedade	1	1	0	0	0	0
28	Pilares	1	1	0	0	0	0
29	Ramos	1	0	1	0	0	0
30	Realengo	1	0	0	0	0	1
31	Rio Comprido	3	3	0	0	0	0
32	Santa Teresa	1	0	0	1	0	0
33	Santo Cristo	1	0	1	0	0	0
34	São Cristóvão	1	1	0	0	0	0
35	Senador Camará	1	1	0	0	0	0
36	Tijuca	10	8	2	0	0	0
37	Turiação	1	1	0	0	0	0
38	Vaz Lobo	1	1	0	0	0	0
39	Vila Isabel	2	0	2	0	0	0
40	Vila Valqueire	1	1	0	0	0	0
TOTAL	40	86	67	12	2	0	5

*Em ordem decrescente por número de ocorrências

Fonte: DEP/GPE

DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS
GERÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Tabela 15 – Os 3 bairros mais afetados por Categoria do Volume Mobilizado

	POSIÇÃO	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	%
A: 1 a 10m³ Total = 67	1º	Tijuca	8	11,94
	2º	Complexo do Alemão e Ilha do Governador	6	8,96
	3º	Jacarepaguá	5	7,46
B: 11 a 100m³ Total = 12	1º	Jacarepaguá	4	33,33
	2º	Tijuca e Vila Isabel	2	16,67
	3º	Campo Grande, Alto da Boa Vista, Ramos e Santo Cristo	1	8,33
C: 101 a 1000m³ Total = 2	1º	Grajaú e Santa Teresa	1	50,00
	2º			
	3º			
D: >1000	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA CATEGORIA DE VOLUME MOBILIZADO			
ND: Não disponível Total = 5	1º	Jacarepaguá, Copacabana, Cordovil, Marechal Hermes e Realengo	1	20,00
	2º			
	3º			

Fonte: DEP/GPE

6. ANÁLISES E RESULTADOS

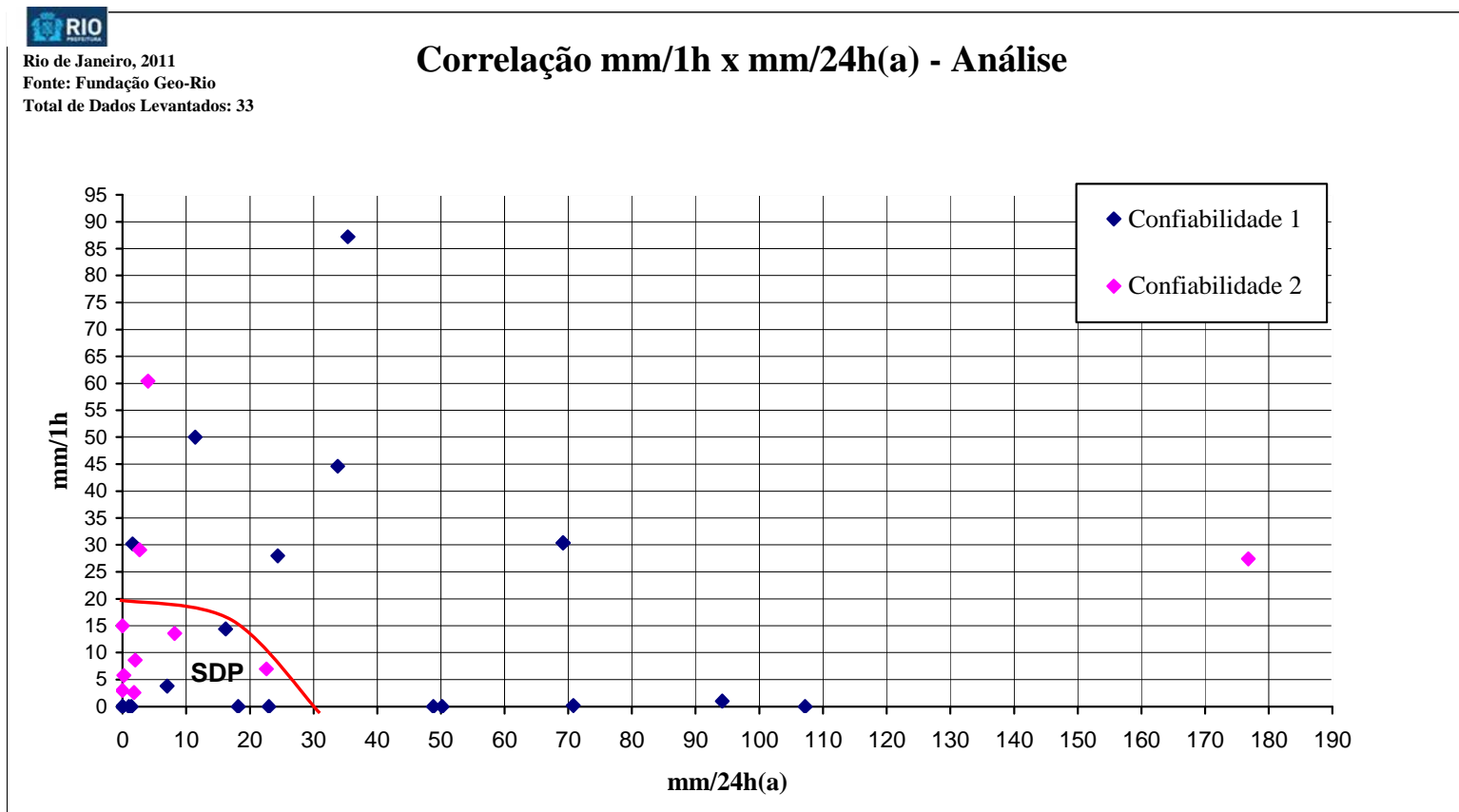
Para o ano de 2011, foram registradas somente 69 ocorrências pluviometricamente exclusivas (vide item 4.7), dentre as quais 52,2% são de Confiabilidade nível 3 (vide item 4.4). Em decorrência disto e, por tratar-se de um ano apenas, este relatório apresenta resultados parciais, não havendo nenhuma pretensão de efetuar qualquer alteração ou redefinição dos limiares pluviométricos críticos atualmente em vigor na Fundação Geo-Rio, o que será possível somente a partir de um estudo sistematizado de uma série de relatórios tais como este, em um período mínimo de cinco anos.

6.1 Sobre os gráficos referentes aos dados pluviométricos

Quanto à contribuição das acumuladas pluviométricas em 1h, 24h e 96h para a deflagração dos acidentes geológico-geotécnicos para o ano de 2011 no município do Rio de Janeiro, não foi possível observar nenhuma correlação aparente, o que provavelmente seja viável, caso, no exercício de correlação em si, as ocorrências sejam separadas por Tipologia e Categoria do Volume Mobilizado.

Cabe destaque ao fato de que em todos os três exercícios de correlação pluviométrica (mm/1h x mm/24h(a); mm/1h x mm/96h(a) e mm/24h(b) x mm/96h(b)) houve uma média de 36% do total de pontos analisados situados dentro do Setor de Descarte de Pontos (S.D.P.), ou seja, para cada exercício de correlação pluviométrica aqui realizado, cerca de 36% dos pontos foram considerados irrelevantes para tal.

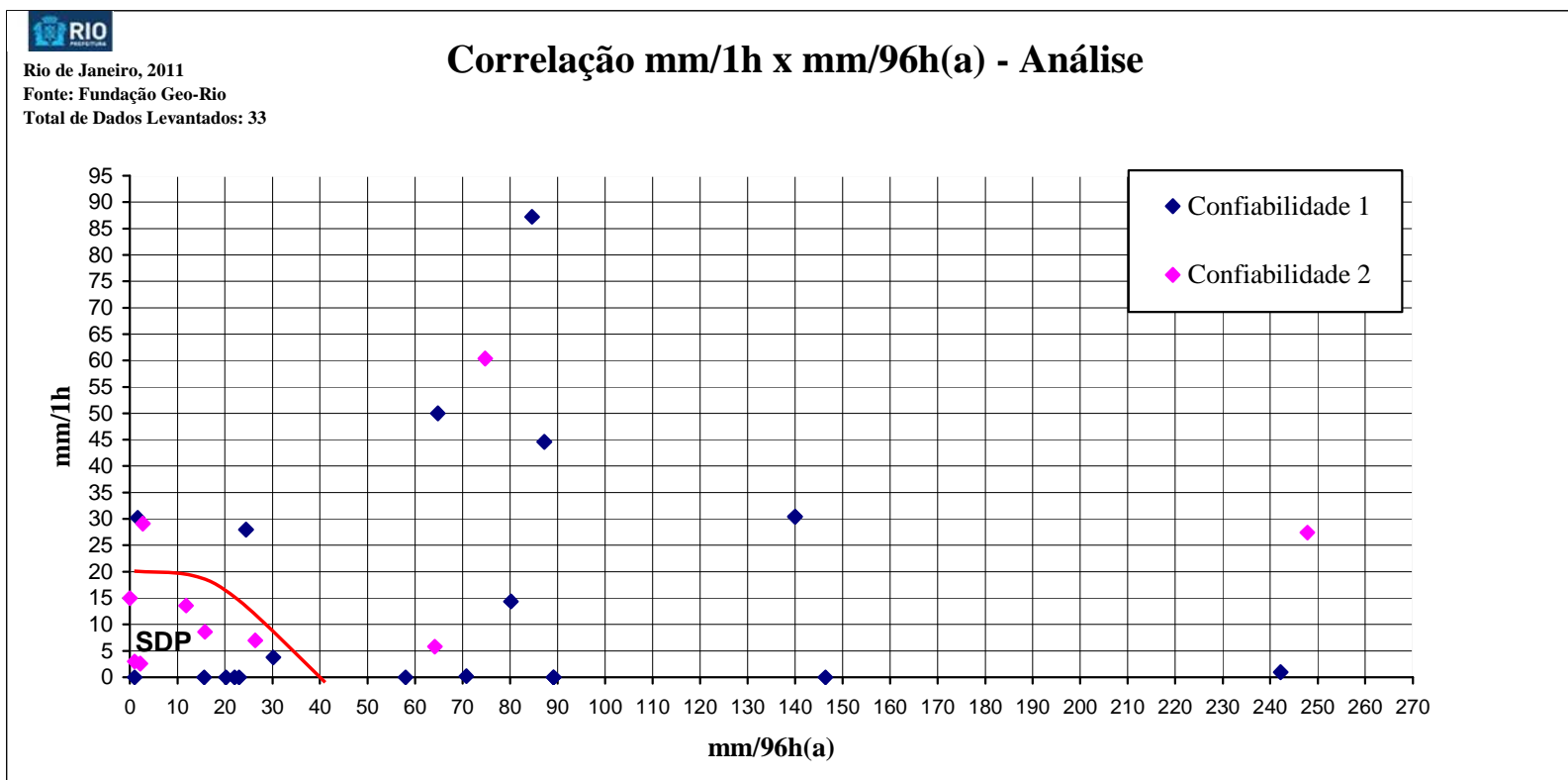
Figura 18 – Gráfico referente à análise da correlação mm/1h x mm/24h(a)



Setor de Descarte de Pontos (SDP) = 14 Pontos - 42,42%

Fonte: DEP/GPE

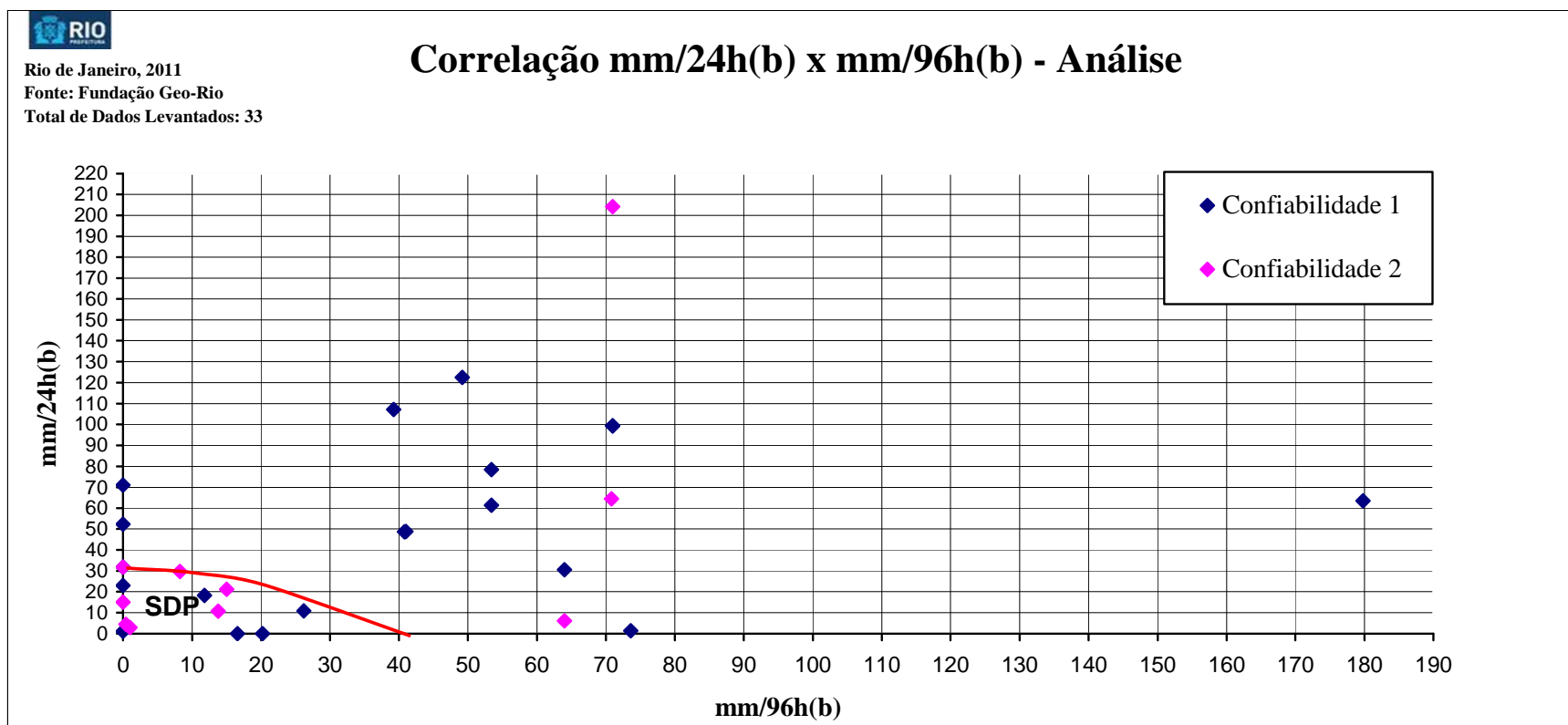
Figura 19 – Gráfico referente à análise da correlação mm/1h x mm/96h(a)



Setor de Descarte de Pontos (SDP) = 12 Pontos - 36,36%

Fonte: DEP/GPE

Figura 20 – Gráfico referente à análise da correlação mm/24h(b) x mm/96h(b)



Setor de Descarte de Pontos (SDP) = 11 Pontos - 33,33%

Fonte: DEP/GPE

6.2 Sobre a análise referente aos dados de Tipologia e Categoria do Volume Mobilizado (Ocorrências Totais)

No que diz respeito à Tipologia, pôde-se constatar que houve uma predominância das seguintes tipologias:

- 1) Escorregamento de Solo em Talude de Corte (ES/tc) – 36 ocorrências (41,86%);
- 2) Ruptura de Estrutura de Contenção (REC) – 25 ocorrências (29,07%);
- 3) Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas – 8 ocorrências (9,30%).

Quanto à Categoria do Volume Mobilizado, verificou-se uma predominância da categoria A (1 a 10 m³) – 72 ocorrências (77,42%).

6.3 Sobre os bairros mais atingidos e as Estações Pluviométricas de Referência;

O município do Rio de Janeiro possui 160 bairros, sendo que no ano de 2011, as 86 ocorrências descritas neste estudo distribuíram-se em 40 bairros da cidade (Tabela 17).

Tabela 16 – Número de bairros atingidos e não atingidos por acidentes geológico-geotécnicos no município do Rio de Janeiro

Nº de bairros da cidade do Rio de Janeiro	%
160	100,00
Nº de bairros com pelo menos uma ocorrência*	
40	25,00
Nº de bairros sem qualquer ocorrência	
120	75,00

*Independente de Tipologia ou Volume Mobilizado

Fonte: DEP/GPE

Quanto a isto, cabe destaque aos bairros de Jacarepaguá e Tijuca. Quanto aos dados estatísticos referentes à Tipologia das Ocorrências (Totais), Categoria do Volume Mobilizado (Ocorrências Totais) e Número de Ocorrências, constatou-se que:

- Tipologia – Tijuca apresentou o maior número de:

1) ES/tc: 5 ocorrências (13,51 %);

Enquanto que Jacarepaguá apresentou o maior número de:

2) REC: 6 ocorrências (25 %).

- Categoria do Volume Mobilizado – Tijuca apresentou o maior número de:

1) Categoria A - 8 ocorrências (11,94 %);

Enquanto que Jacarepaguá apresentou o maior número de:

2) Categoria B - 4 ocorrências (33,33%).

- Número de ocorrências: O bairro de Jacarepaguá apresentou um total de 10 ocorrências (11,63%), mesmo número do bairro da Tijuca (10 – 11,63%).

Já no que se refere à distribuição das ocorrências dentro do Município, por estação pluviométrica de referência, pôde-se observar que as estações que foram, por um número maior de vezes, adotadas como referência para a coleta dos dados pluviométricos, foram:

1) Estação pluviométrica Penha: 13 ocorrências (15,1 %);

2) Estação pluviométrica Tijuca: 9 ocorrências (10,5 %);

3) Estações pluviométricas Jacarepaguá/Tanque e Grajaú: 7 ocorrências (8,1 %).

2. Fotos dos acidentes geológico-geotécnicos

Figura 21 - Escorregamento de Solo em talude de corte – Cacuaia – Ilha do Governador



Fonte: Fundação Geo-Rio
Laudo nº 265/2011

Figura 22 - Ruptura de Estrutura de Contenção - Tanque – Jacarepaguá



Fonte: Fundação Geo-Rio
Laudo nº 849/2011

Figura 23 – Escorregamento de Solo em Talude de Corte - Anchieta



Fonte: Fundação Geo-Rio
Laudo nº 429/2011

Figuras 24 e 25 – Ruptura de Estrutura de Contenção com Escorregamento de Solo em Talude de Corte – Taquara - Jacarepaguá



Fonte: Fundação Geo-Rio
Laudo nº 390/2011