



DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS
GERÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Relatório GEO-RIO/DEP/GPE – Nº 05/2013

Relatório de Correlação entre
Chuvas e Escorregamentos
para a Cidade do Rio de Janeiro
no ano de 2012

Geól. Ricardo Neiva D'orsi

Geól. 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 2012	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/1h; 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 44 ocorrências de 2012	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 Lixo/Entulho - Gamboa	49
Figura 22 - Deslizamento de Solo em Talude de Corte – Freguesia – Jacarepaguá	49
Figura 23 – Deslizamento de Solo em Talude de Corte com ruptura de muro divisório – Complexo do Alemão	49

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 2012	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 2012	14
Tabela 5 – Tipologias elaboradas pela GeoRio para a classificação das ocorrências	18
Tabela 6 – Categorias do Volume Mobilizado elaboradas pela GeoRio 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
Tabela 17 – Pluviômetros associados ao Sistema de Alerta Sonoro da Prefeitura do Rio de Janeiro que foram utilizados neste relatório para obtenção de dados pluviométricos	47

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os estudos de correlação entre os dados registrados pela rede de pluviômetros gerenciada pela **Fundação GEO-RIO - Sistema Alerta Rio e Sistema de Alarme Sonoro** e os acidentes geológico-geotécnicos ocorridos nas encostas do Município do Rio de Janeiro no ano de 2012. Os acidentes computados foram aqueles registrados pela Fundação 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).

Além destes, em alguns casos, fez-se uso das informações dos pluviômetros que compõem o Sistema de Alarme Sonoro, devido à maior proximidade destes com os locais das ocorrências. Esta rede de pluviômetros constitui-se de 82 pluviômetros instalados em algumas comunidades com edificações situadas em áreas de alto risco geológico-geotécnico e, a exemplo da rede do Alerta Rio, também transmitem dados em intervalos regulares de 15 minutos para uma estação central.

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

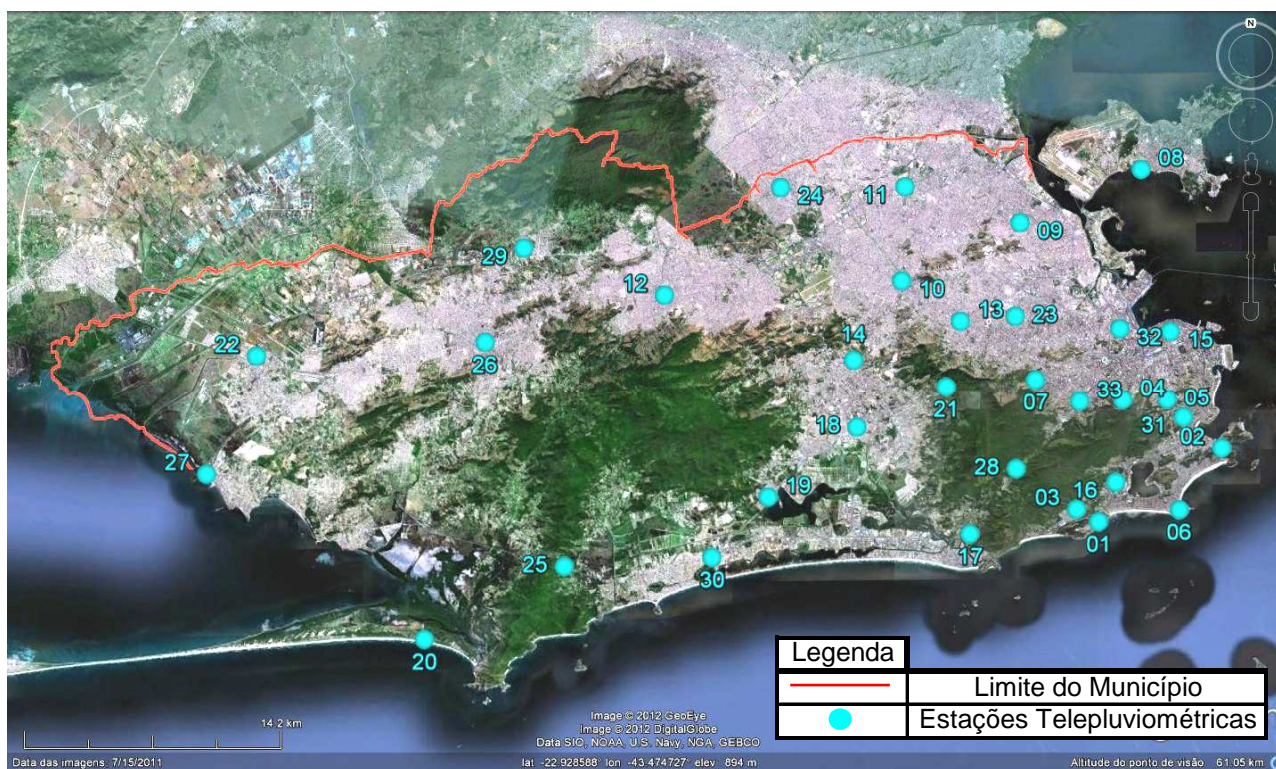
Os objetivos específicos deste trabalho são:

- 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

DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS
GERÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

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/ITANHANGÁ	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	IBECComb - 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

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 de pluviômetros do Alerta Rio e do Sistema de Alarme Sonoro (116 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

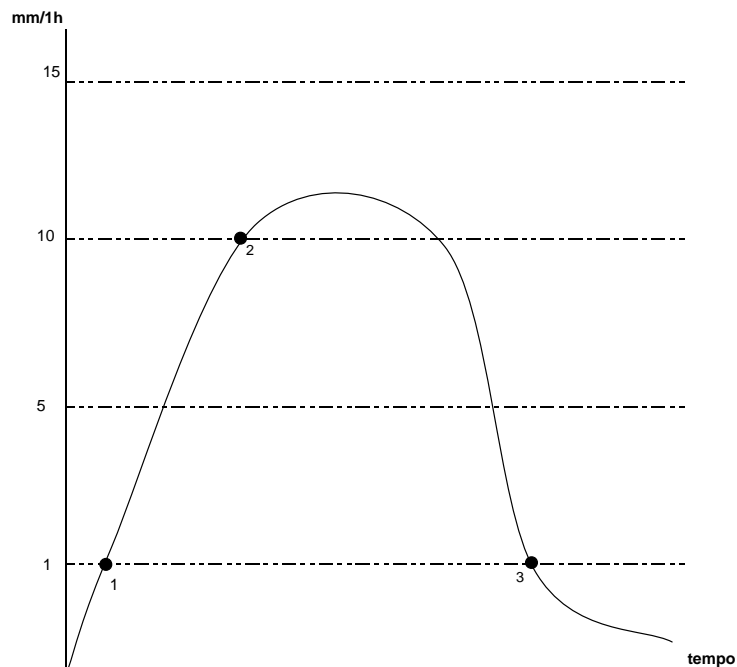
Macrobacia hidrográfica	Precipitação		
	≥ 10 mm/h	≥ 20 mm/h	≥ 40 mm/h
Baía de Guanabara	em pelo menos 5 estações pluviométricas	em pelo menos 2 estações pluviométricas	em pelo menos 1 estação pluviométrica
Zona Sul	em pelo menos 3 estações pluviométricas		
Jacarepaguá			
Baía de Sepetiba			

Fonte: Sistema Alerta Rio

- O início do Evento Pluviométrico 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 2012 (Tabela 3), considerou-se inicialmente um período de 4 (quatro) dias corridos contados a partir do primeiro dia após a data de término do E.P.S. em questão. Ex: Para o E.P.S. de 06/01/12, o qual perdurou das 15:45h do dia 06/01/12 as 23:00h do dia 10/01/12, o período de pesquisa adotado estendeu-se, segundo os critérios expostos acima, de 06/01/12 a 14/01/12. 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 2012

Tabela 3 – Relação dos Eventos Pluviométricos Significativos para o ano de 2012

Relação dos Eventos Pluviométricos Significativos - 2012			
Nº	Data	Início	Fim
1	06/01/12	06/01/12 15:45	10/01/12 23:00
2	15/01/12	15/01/12 17:45	16/01/12 06:00
3	19/01/12	19/01/12 19:00	19/01/12 22:30
4	10/02/12	10/02/12 17:45	13/02/12 03:30
5	03/03/12	03/03/12 23:15	04/03/12 12:45
6	22/03/12	22/03/12 16:00	24/03/12 23:00
7	04/04/12	04/04/12 21:00	05/04/12 02:30
8	21/04/12	21/04/12 16:00	23/04/12 01:15
9	30/04/12	30/04/12 11:45	01/05/12 13:00
10	13/05/12	13/05/12 09:30	17/05/12 22:45
11	07/06/12	07/06/12 12:00	10/06/12 00:30
12	21/06/12	21/06/12 19:15	22/06/12 07:00
13	26/06/12	26/06/12 00:30	26/06/12 11:45
14	12/07/12	12/07/12 17:45	12/07/12 21:30
15	21/09/12	21/09/12 15:00	22/09/12 10:15
16	25/09/12	25/09/12 17:15	27/09/12 11:30
17	11/10/12	11/10/12 18:30	13/10/12 09:45
18	21/10/12	21/10/12 20:15	22/10/12 00:30
19	27/11/12	27/11/12 12:45	27/11/12 17:30
20	13/12/12	13/12/12 16:15	13/12/12 19:15
21	19/12/12	19/12/12 15:00	19/12/12 19:30

Fonte: Sistema Alerta Rio

Foram 21 Eventos Pluviométricos Significativos ao longo de todo o ano de 2012, sendo que em meio aos E.P.S. de 21/10, 27/11, 13/12 e 19/12 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 2012

Os 3 E.P.S. com maior número de ocorrências	Número de Ocorrências por Período (1 ou mais E.P.S.)			
	E.P.S.	Período	Número	%
1º	06/jan	06/01 a 14/01	12	27,91
2º	10/fev	10/02 a 17/02	6	13,95
3º	15/jan e 19/jan	15/01 a 23/01	4	9,30
	13/mai	13/05 a 21/05	3	6,98
	21/jun e 26/jun	21/06 a 30/06	3	6,98
	03/mar	03/03 a 08/03	2	4,65
	04/abr	04/04 a 09/04	2	4,65
	07/jun	07/06 a 14/06	2	4,65
	12/jul	12/07 a 16/07	2	4,65
	21/set e 25/set	21/09 a 01/10	2	4,65
	11/out	11/10 a 17/10	2	4,65
	22/mar	22/03 a 28/03	1	2,33
	21/abr	21/04 a 27/04	1	2,33
	30/abr	30/04 a 05/05	1	2,33
TOTAL	17	14	43	100,00

Fonte: DEP/GPE

OBS 1: Cabe ressaltar que, em alguns casos, houve uma superposição entre períodos de pesquisa definidos para os Eventos Pluviométricos Significativos, o que ocorreu devido ao fato de que, nestes casos, o espaço de tempo entre o término de um período e o início do imediato posterior a este era menor ou igual a 4 (quatro) dias. Para estes casos, adotou-se um período único de pesquisa de ocorrências para cada um destes grupos de E.P.S.. Definiram-se estes períodos de pesquisa como períodos compostos. Ex: Em janeiro de 2012, os Eventos Pluviométricos Significativos de 15/01/12 (Início: 17:45h do dia 15/01/12 - Fim: 06:00h do dia 16/01/12) e de 19/01/12 (Início: 19:00h do dia 19/01/12 - Fim: 22:30h do mesmo dia) foram reunidos em um período de pesquisa composto, o qual perdurou do dia 15/01/12 (início do primeiro E.P.S.) ao dia 23/01/12 (data em que termina o período de pesquisa determinado para o E.P.S. de 19/01/12).

Definidos os períodos de pesquisa para cada Evento Pluviométrico Significativo, ou para cada grupo de Eventos Pluviométricos Significativos, buscou-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) da Fundação Geo-Rio correspondentes ao ano em questão.

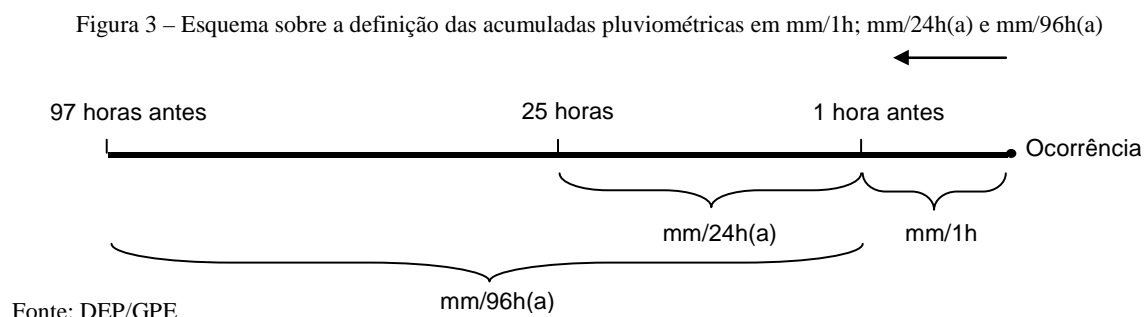
Para a confecção deste trabalho, foram consideradas apenas, as solicitações de vistoria que geraram laudos, nas quais se constatou tratar-se de ocorrências de natureza geológico-geotécnica, tais como escorregamentos em talude de corte, em encosta natural, rupturas de obras de contenção, entre outros. 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, e também por consulta ao site “<http://sirene.infoper.net/MetInfo/>”, o qual é público e fornece os dados pluviométricos dos 82 pluviômetros associados ao Sistema de Alarme Sonoro da Prefeitura do Rio de Janeiro.

4.3 Acumulados Pluviométricos considerados e gráficos produzidos

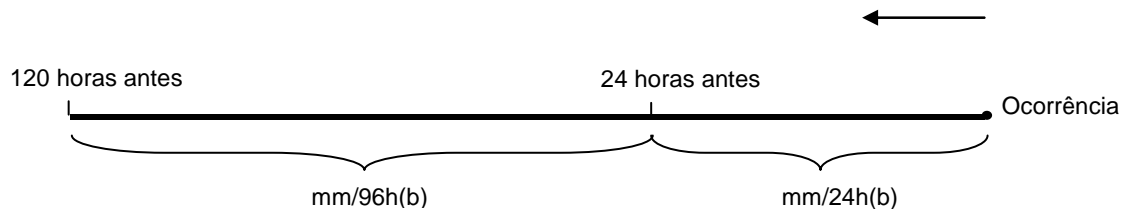
No que concerne às correlações entre os dados pluviométricos, estabeleceram-se 3 (três) tipos, sendo eles: mm/1h x mm/24h ; mm/1h x mm/96h e mm/24h x mm/96h.

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 nos laudos de vistoria), de acordo com o esquema abaixo (Figura 3):



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 nos laudos), 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) em que, provavelmente, ocorreu o acidente. 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 mais próxima (as informações de endereço da ocorrência também são obtidas nestes laudos) para todo aquele dia, assumindo o horário do pico de intensidade horária encontrado como o provável momento da ocorrência;
- Laudo com data e apontamento do período do dia – São consultados os registros pluviométricos da estação pluviométrica mais próxima para o dia e o período informados,

assumindo o horário do pico de intensidade horária encontrado 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 mais próxima (as informações de endereço da ocorrência 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 a data e hora do pico de intensidade horária encontrado como o provável momento da ocorrência.

OBS 2: No caso dos períodos compostos (períodos com dois 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 nas planilhas da Diretoria de Fiscalização e Licenciamento (DFL).

4.5 Localização das Ocorrências e Adoção da 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 do logradouro, 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 situados os 116 pluviômetros (Sistema Alerta Rio e Sistema de Alarme Sonoro), a fim de que se pudesse definir qual estação seria a mais apropriada (estação mais representativa) para a consulta dos dados pluviométricos para cada ocorrência;

OBS 3: Os pluviômetros que compõem a rede do Sistema de Alarme Sonoro foram considerados no presente estudo a partir do segundo semestre de 2012, devido às fases de instalação e calibração dos mesmos terem se estendido por todo o primeiro semestre deste ano.

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, qualidade da transmissão dos dados pluviométricos, 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. 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: 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 de solo em talude de 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 43 ocorrências do ano de 2012 foi feita da seguinte forma:

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

Quanto à 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: 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 encosta ou talude atingido, 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 43 ocorrências registradas para o ano de 2012. 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 43 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	
3	08/01/12 20:30	23,80	0,20	7,20	24,00	7,00	14-JACAREPAGUÁ/TANQUE	PRESERVADO
3	08/01/12 20:30	23,80	0,20	7,20	24,00	7,00	14-JACAREPAGUÁ/TANQUE	EXCLUÍDOS

Fonte: DEP/GPE

Desta forma, foi criada uma tabela com somente os pontos pluviometricamente exclusivos, totalizando 39 pontos, dentre todos os três níveis de confiabilidade. A partir desta tabela, foi produzido um gráfico, para cada correlação, somente com os 5 pontos de Confiabilidade 1 e 2, os quais são aqueles que se encontram no item “ANÁLISES E RESULTADOS” deste relatório.

5. DADOS PLUVIOMÉTRICOS E GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Neste trabalho, foi criada uma planilha (Figura 6), a qual reúne, para cada ocorrência do ano de 2012, 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. Confiabilidade do Dado Pluviométrico;
3. Data e hora da ocorrência;
4. Acumulada (mm) em 1h;
5. Acumuladas (mm) em 24h (a & b);
6. Acumuladas (mm) em 96h (a & b);
7. Endereço das Ocorrências (Logradouro e Bairro);
8. Estação Pluviométrica de referência (Sistema Alerta Rio ou Sistema de Alarme Sonoro);
9. Tipologia(s);
10. Tipologia Predominante e
11. 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 43 ocorrências de 2012

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 (ALERTA RIO)	PLUVIÔMETRO (ALERTA SONORO)	Tipologia(s)	Tipologia Predominante	Categoria do Volume Mobilizado

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.

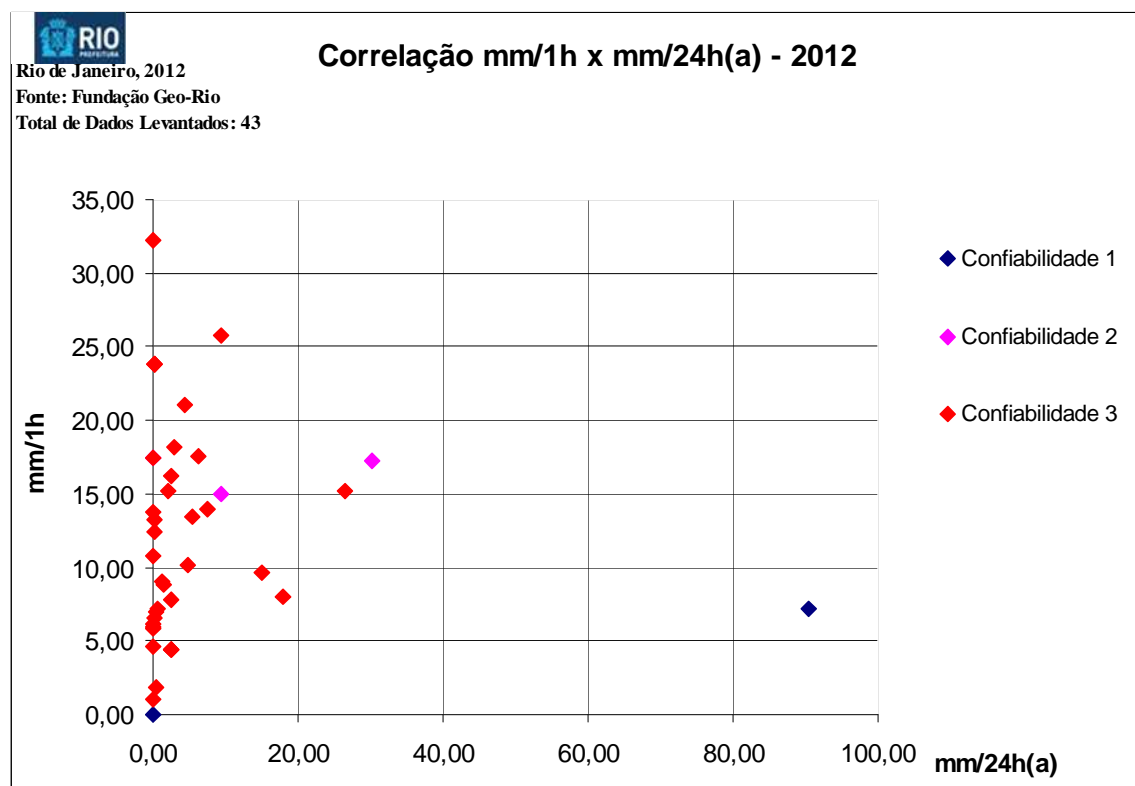
* Vide a OBS 4 deste relatório.

**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)

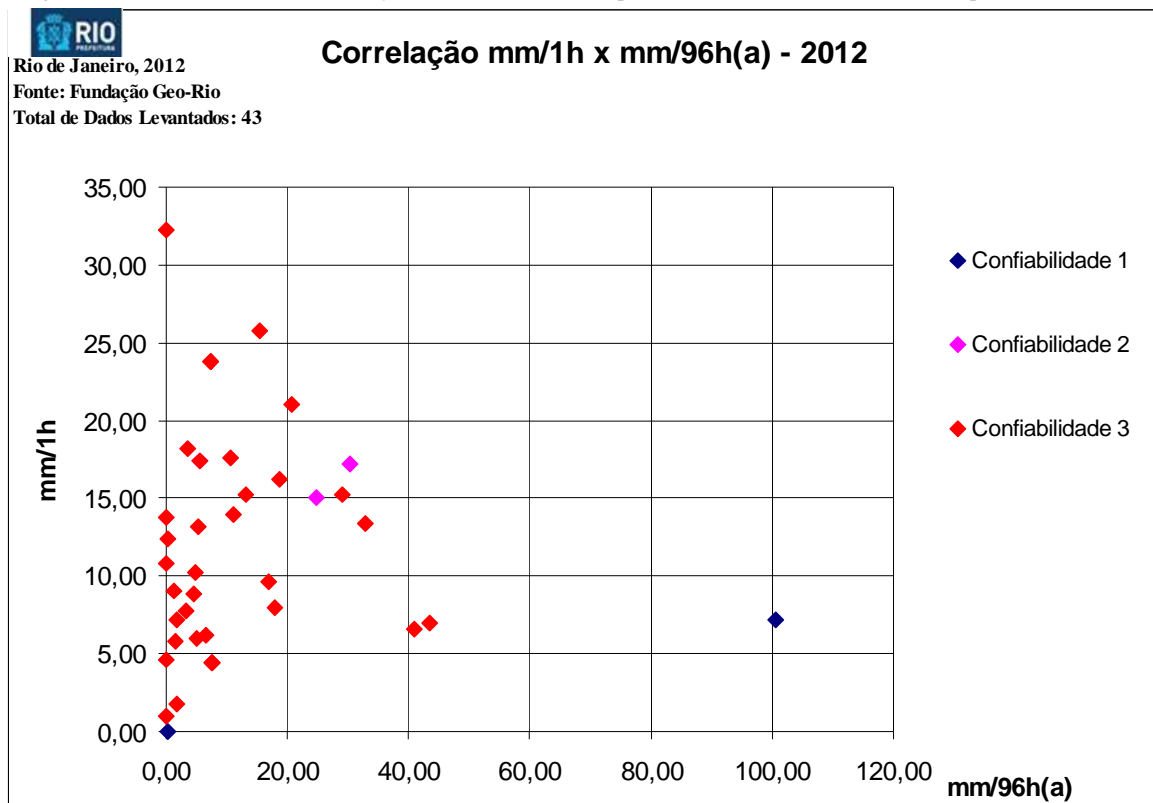
Figura 7 – Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/1h e mm/24h (a) para o ano de 2012



Fonte: DEP/GPE

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

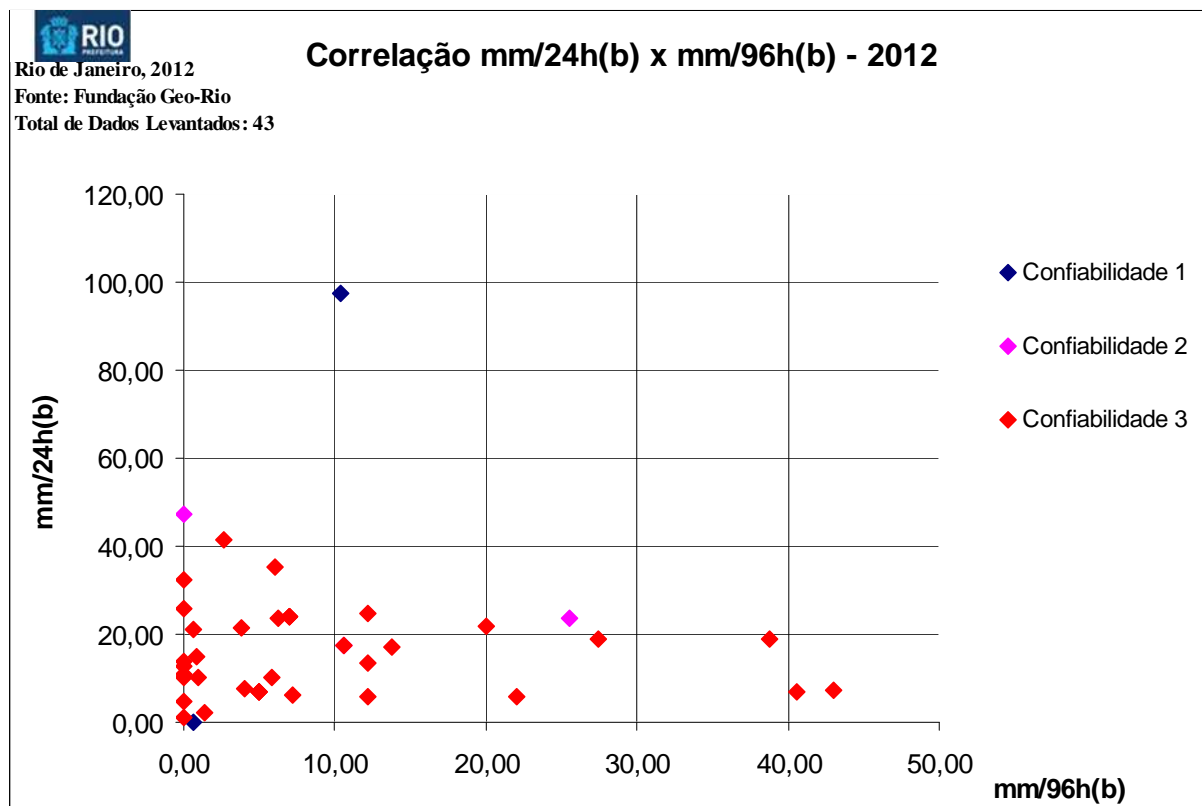
Figura 8 – Gráfico referente à correlação entre as acumuladas pluviométricas mm/1h e mm/96h(a) para o ano de 2012



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 2012



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

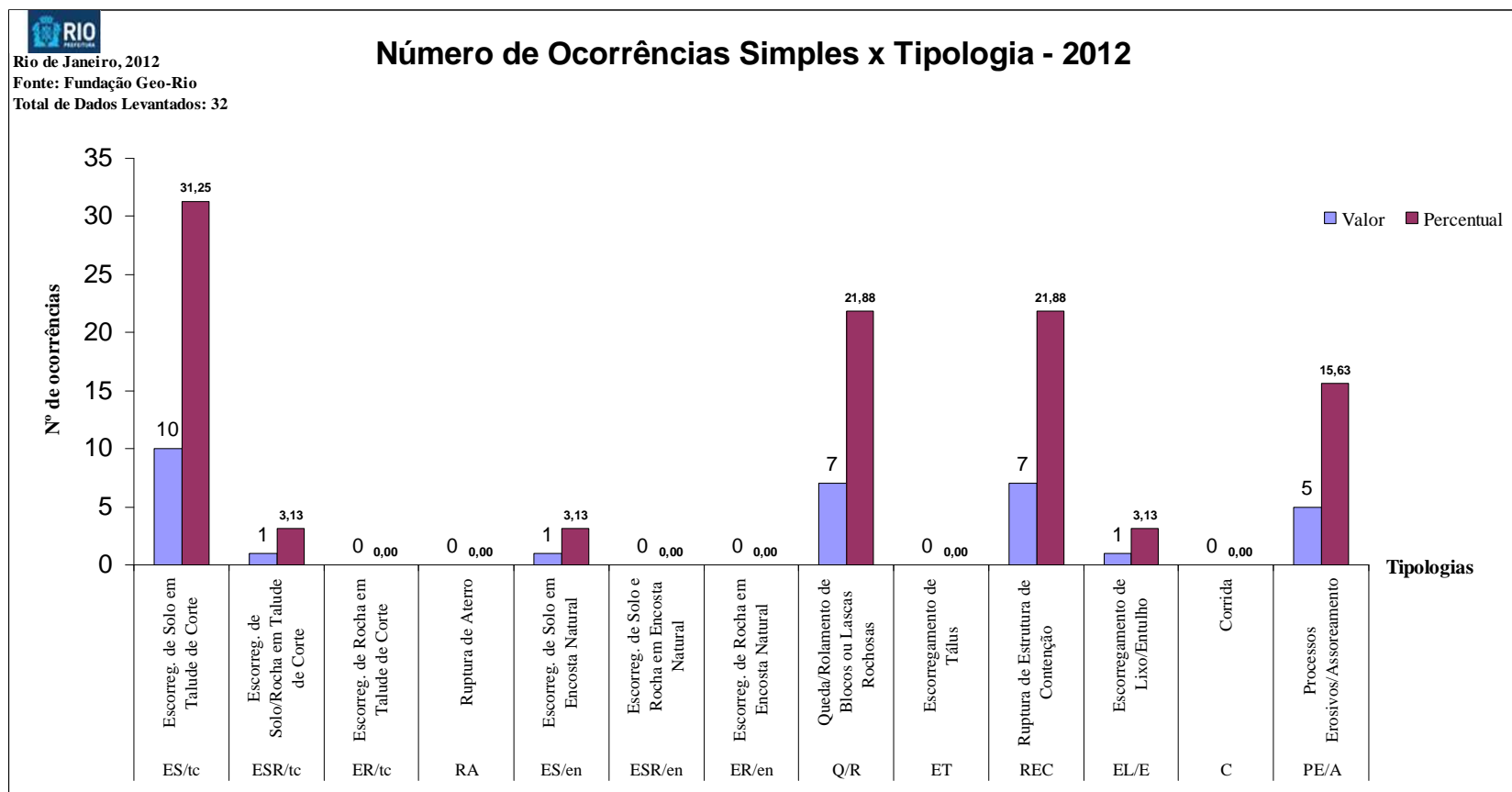
OCORRÊNCIAS SIMPLES							
TIPOLOGIA DA OCORRÊNCIA	Nome	Nº	(%)	CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO		Nº	(%)
ES/tc	Escorreg. de Solo em Talude de Corte	10	31,25	A	0 a 10 m ³	26	81,25
ESR/tc	Escorreg. de Solo/Rocha em Talude de Corte	1	3,13	B	11 a 100 m ³	6	18,75
ER/tc	Escorreg. de Rocha em Talude de Corte	0	0,00	C	101 a 1.000 m ³	0	0,00
RA	Ruptura de Aterro	0	0,00	D	> 1.000 m ³	0	0,00
ES/en	Escorreg. de Solo em Encosta Natural	1	3,13	ND	Não Disponível	0	0,00
ESR/en	Escorreg. de Solo e Rocha em Encosta Natural	0	0,00	TOTAL		32	100,00
ER/en	Escorreg. de Rocha em Encosta Natural	0	0,00				
Q/R	Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas	7	21,88				
ET	Escorregamento de Tálus	0	0,00				
REC	Ruptura de Estrutura de Contenção	7	21,88				
EL/E	Escorregamento de Lixo/Entulho	1	3,13				
C	Corrida	0	0,00				
PE/A	Processos Erosivos/Assoreamento	5	15,63				
TOTAL		32	100,00				

OBS: Foram consideradas apenas as ocorrências simples* para a tipologia de ocorrência.

* - ocorrências simples: ocorrências com uma única tipologia identificada na planilha padrão de ocorrências

Fonte: DEP/GPE

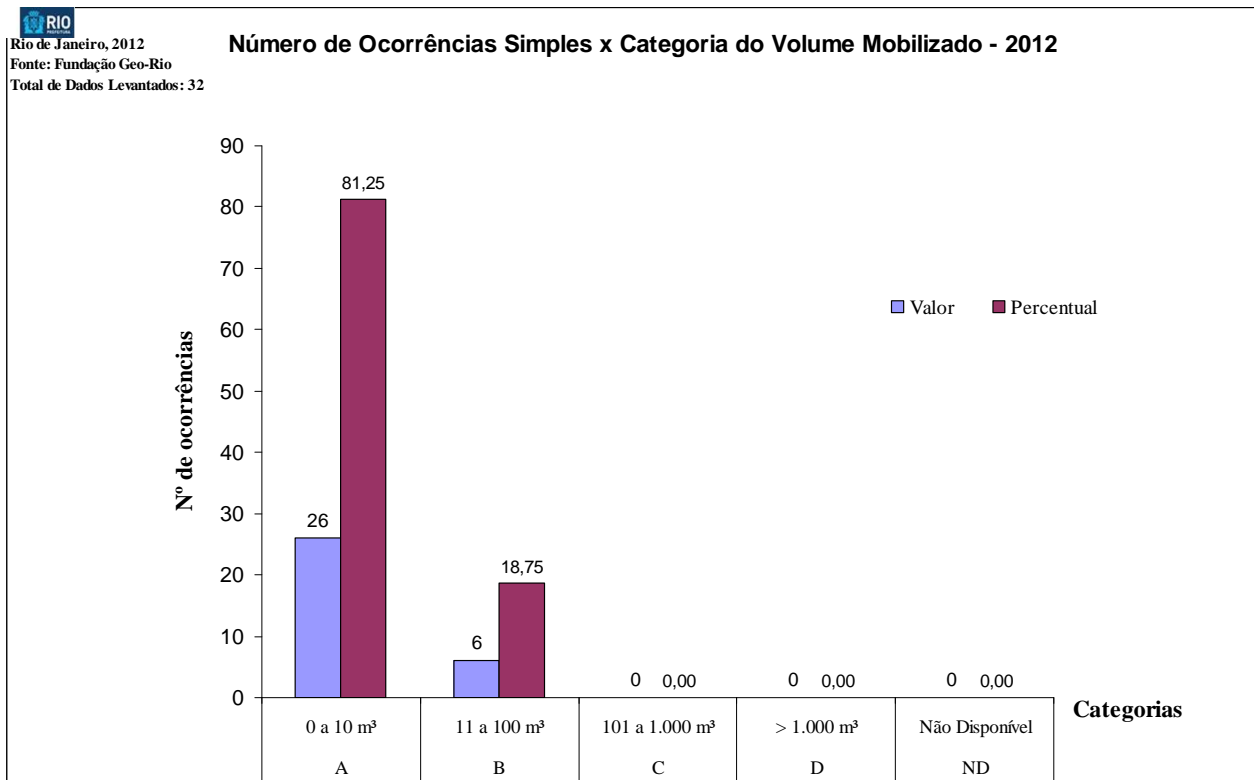
Figura 10 – Gráfico referente ao número de Ocorrências Simples por Tipologia



Fonte: DEP/GPE

**DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS
GERÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS**

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

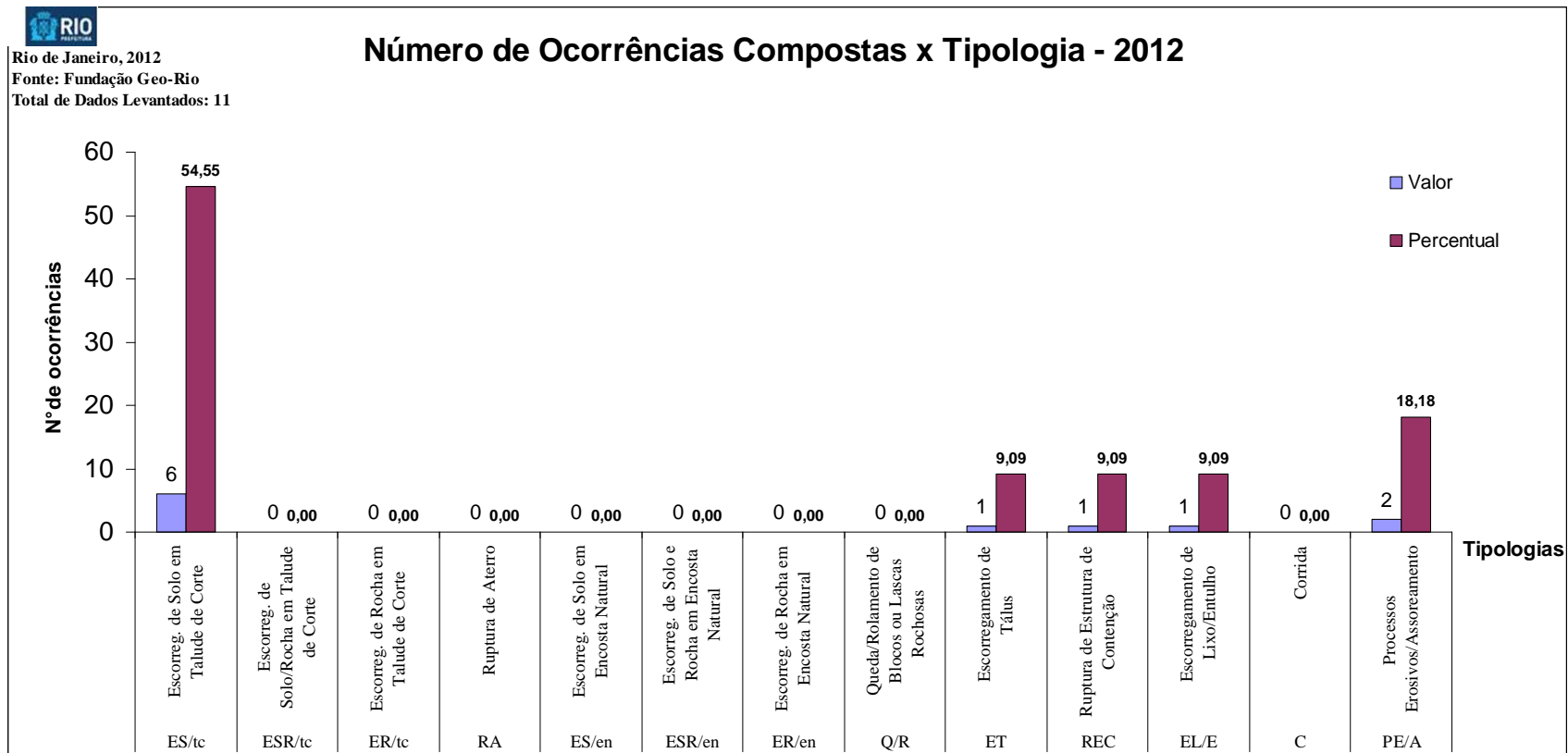
OCORRÊNCIAS COMPOSTAS							
TIPOLOGIA PREDOMINANTE DA OCORRÊNCIA	Nome	Nº	(%)	CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO		Nº	(%)
ES/tc	Escorreg. de Solo em Talude de Corte	6	54,55	A	0 a 10 m ³	10	90,91
ESR/tc	Escorreg. de Solo/Rocha em Talude de Corte	0	0,00	B	11 a 100 m ³	0	0,00
ER/tc	Escorreg. de Rocha em Talude de Corte	0	0,00	C	101 a 1.000 m ³	1	9,09
RA	Ruptura de Aterro	0	0,00	D	> 1.000 m ³	0	0,00
ES/en	Escorreg. de Solo em Encosta Natural	0	0,00	ND	Não Disponível	0	0,00
ESR/en	Escorreg. de Solo e Rocha em Encosta Natural	0	0,00	TOTAL		11	100,00
ER/en	Escorreg. de Rocha em Encosta Natural	0	0,00				
Q/R	Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas	0	0,00				
ET	Escorregamento de Tálus	1	9,09				
REC	Ruptura de Estrutura de Contenção	1	9,09				
EL/E	Escorregamento de Lixo/Entulho	1	9,09				
C	Corrida	0	0,00				
PE/A	Processos Erosivos/Assoreamento	2	18,18				
TOTAL		11	100,00				

OBS: Foram consideradas apenas as ocorrências compostas.**

** - ocorrências compostas: ocorrências com mais de uma tipologia identificada na planilha padrão de ocorrências

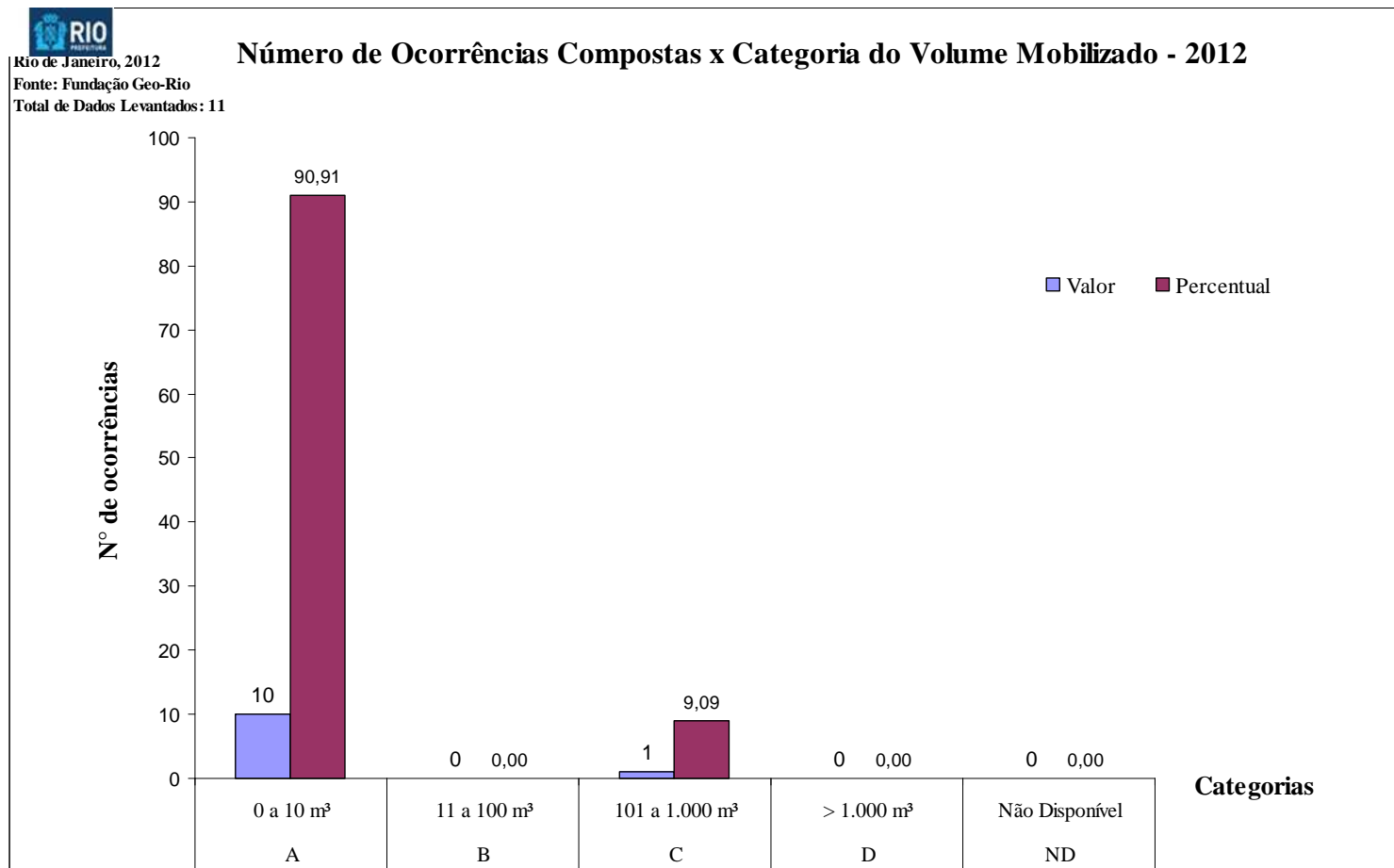
Fonte: DEP/GPE

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

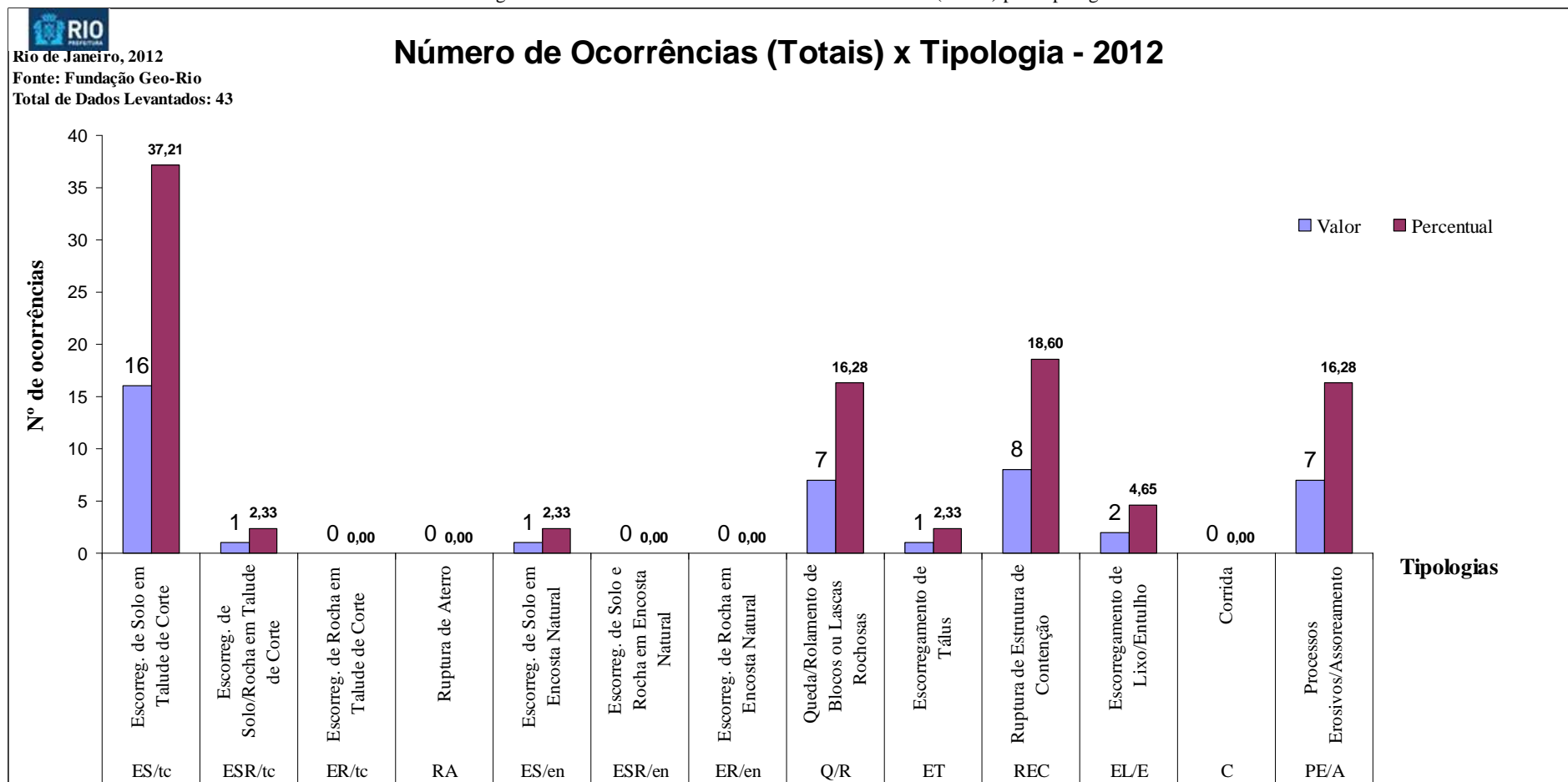
OCORRÊNCIAS (TOTAIS*)							
TIPOLOGIA DA OCORRÊNCIA	Nome	Nº	(%)	CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO		Nº	(%)
ES/tc	Escorreg. de Solo em Talude de Corte	16	37,21	A	0 a 10 m ³	36	83,72
ESR/tc	Escorreg. de Solo/Rocha em Talude de Corte	1	2,33	B	11 a 100 m ³	6	13,95
ER/tc	Escorreg. de Rocha em Talude de Corte	0	0,00	C	101 a 1.000 m ³	1	2,33
RA	Ruptura de Aterro	0	0,00	D	> 1.000 m ³	0	0,00
ES/en	Escorreg. de Solo em Encosta Natural	1	2,33	ND	Não Disponível	0	0,00
ESR/en	Escorreg. de Solo e Rocha em Encosta Natural	0	0,00	TOTAL		43	100,00
ER/en	Escorreg. de Rocha em Encosta Natural	0	0,00				
Q/R	Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas	7	16,28				
ET	Escorregamento de Tálus	1	2,33				
REC	Ruptura de Estrutura de Contenção	8	18,60				
EL/E	Escorregamento de Lixo/Entulho	2	4,65				
C	Corrida	0	0,00				
PE/A	Processos Erosivos/Assoreamento	7	16,28				
TOTAL		43	100,00				

OBS: Foram consideradas tanto as ocorrências simples quanto as ocorrências compostas.

Fonte: DEP/GPE

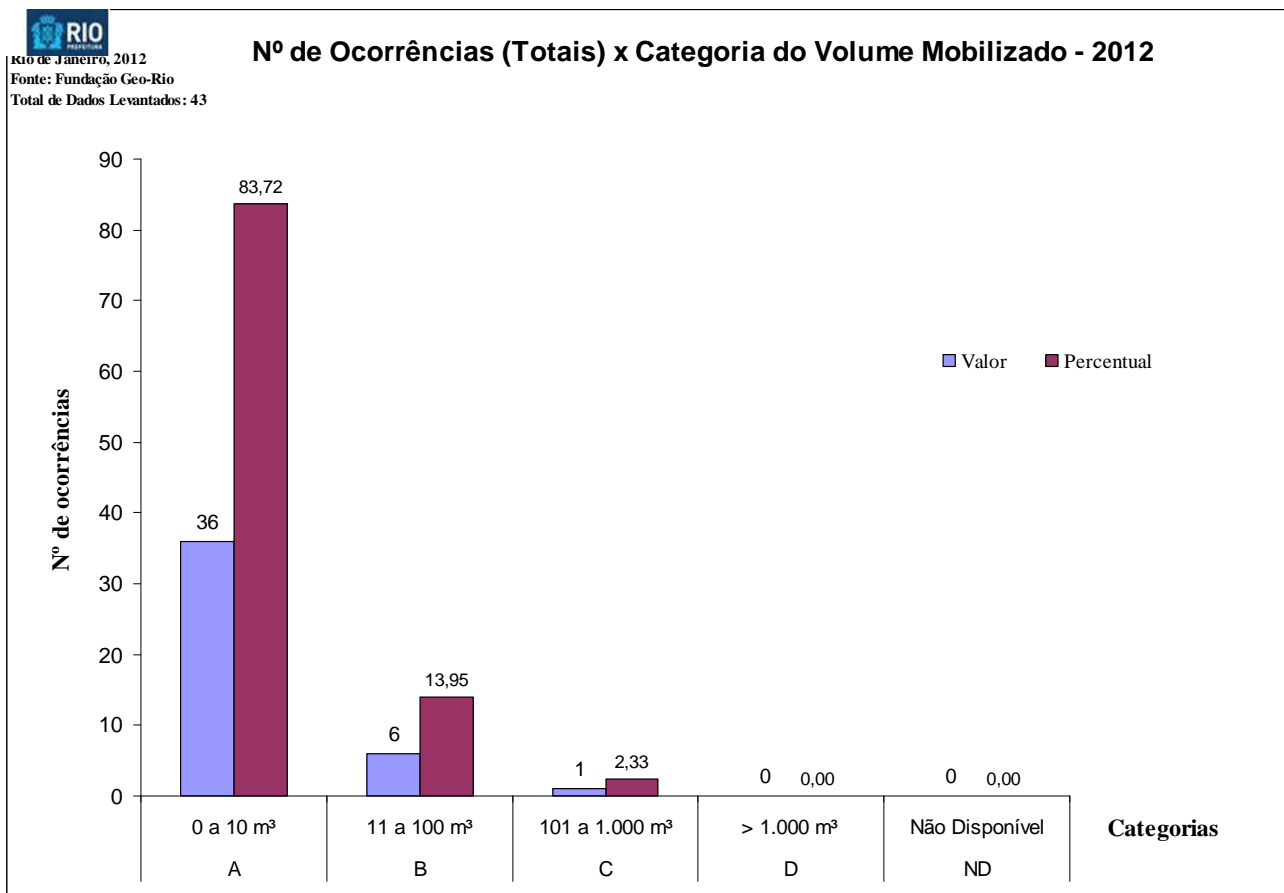
*Vide a OBS 4 deste relatório

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



Fonte: DEP/GPE

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

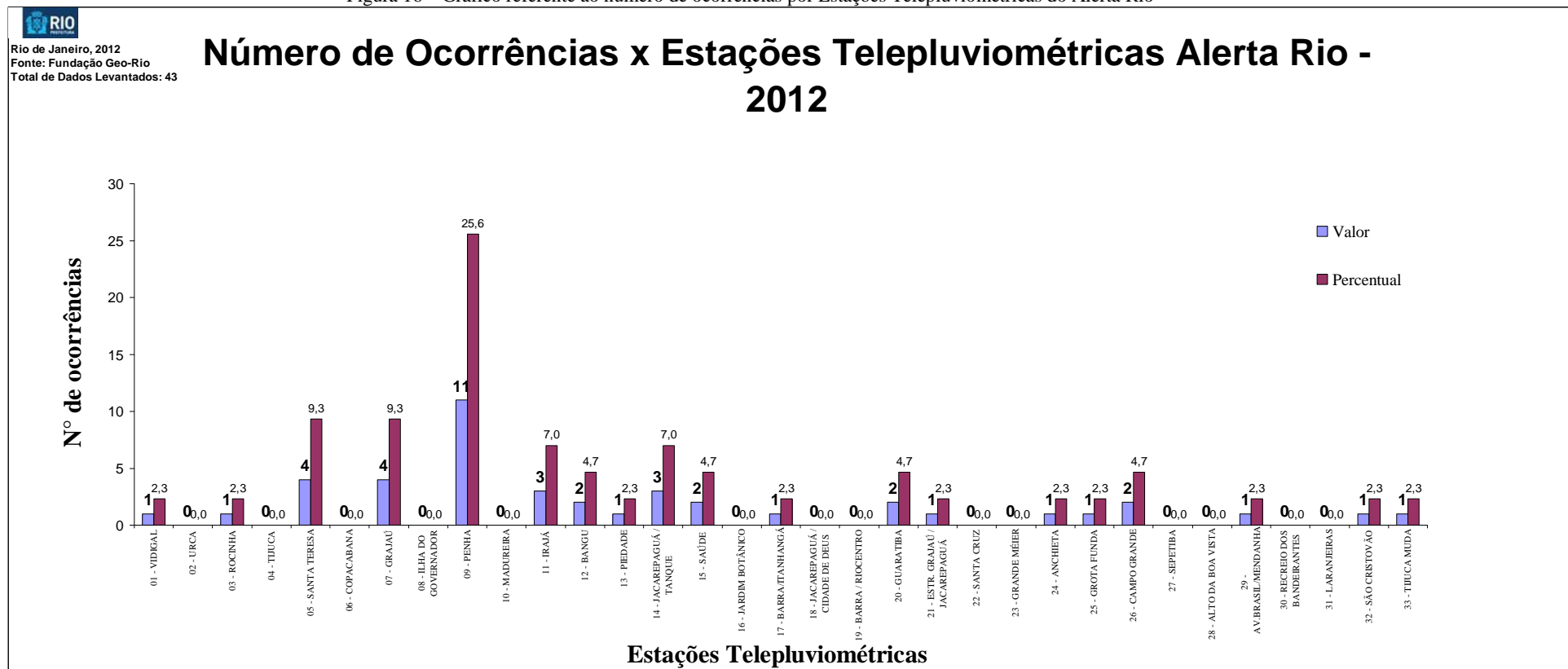
5.3.1 Por Estação Telepluviométrica de referência

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	1	2,3
02 - URCA	0	0,0
03 - ROCINHA	1	2,3
04 - TIJUCA	0	0,0
05 - SANTA TERESA	4	9,3
06 - COPACABANA	0	0,0
07 - GRAJAÚ	4	9,3
08 - ILHA DO GOVERNADOR	0	0,0
09 - PENHA	11	25,6
10 - MADUREIRA	0	0,0
11 - IRAJÁ	3	7,0
12 - BANGU	2	4,7
13 - PIEDADE	1	2,3
14 - JACAREPAGUÁ / TANQUE	3	7,0
15 - SAÚDE	2	4,7
16 - JARDIM BOTÂNICO	0	0,0
17 - BARRA/ITANHANGÁ	1	2,3
18 - JACAREPAGUÁ / CIDADE DE DEUS	0	0,0
19 - BARRA / RIOCENTRO	0	0,0
20 - GUARATIBA	2	4,7
21 - ESTR. GRAJAÚ / JACAREPAGUÁ	1	2,3
22 - SANTA CRUZ	0	0,0
23 - GRANDE MÉIER	0	0,0
24 - ANCHIETA	1	2,3
25 - GROTA FUNDA	1	2,3
26 - CAMPO GRANDE	2	4,7
27 - SEPETIBA	0	0,0
28 - ALTO DA BOA VISTA	0	0,0
29 - AV. BRASIL/MENDANHA	1	2,3
30 - RECREIO DOS BANDEIRANTES	0	0,0
31 - LARANJEIRAS	0	0,0
32 - SÃO CRISTOVÃO	1	2,3
33 - TIJUCA MUDA	1	2,3
TOTAL	43	100,0

Fonte: DEP/GPE

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



Fonte: DEP/GPE



DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS
GERÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

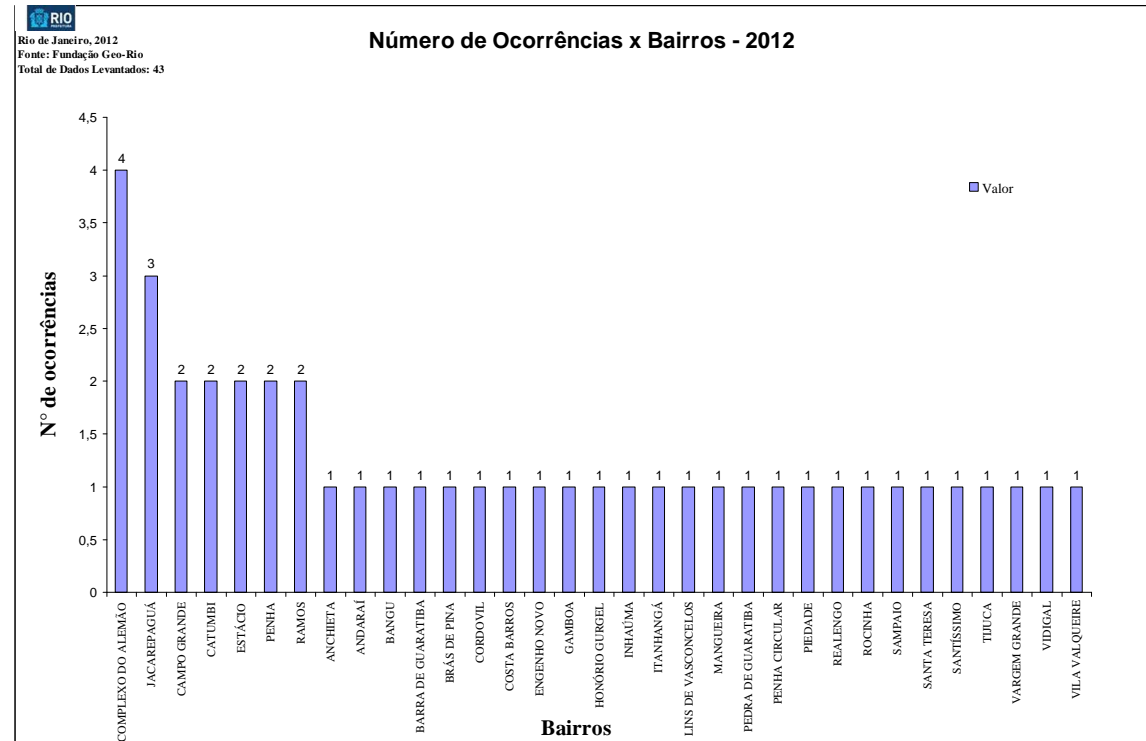
5.3.2 Por Bairro

Nº	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	%
1	COMPLEXO DO ALEMÃO	4	9,30
2	JACAREPAGUÁ	3	6,98
3	CAMPO GRANDE	2	4,65
4	CATUMBI	2	4,65
5	ESTÁCIO	2	4,65
6	PENHA	2	4,65
7	RAMOS	2	4,65
8	ANCHIETA	1	2,33
9	ANDARAÍ	1	2,33
10	BANGU	1	2,33
11	BARRA DE GUARATIBA	1	2,33
12	BRÁS DE PINA	1	2,33
13	CORDOVIL	1	2,33
14	COSTA BARROS	1	2,33
15	ENGENHO NOVO	1	2,33
16	GAMBOA	1	2,33
17	HONÓRIO GURGEL	1	2,33
18	INHAÚMA	1	2,33
19	ITANHANGÁ	1	2,33
20	LINS DE VASCONCELOS	1	2,33
21	MANGUEIRA	1	2,33
22	PEDRA DE GUARATIBA	1	2,33
23	PENHA CIRCULAR	1	2,33
24	PIEDADE	1	2,33
25	REALENGO	1	2,33
26	ROCINHA	1	2,33
27	SAMPAIO	1	2,33
28	SANTA TERESA	1	2,33
29	SANTÍSSIMO	1	2,33
30	TIJUCA	1	2,33
31	VARGEM GRANDE	1	2,33
32	VIDIGAL	1	2,33
33	VILA VALQUEIRE	1	2,33
	TOTAL	43	100,00

*Em ordem decrescente por número de ocorrências

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

Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro; E-mail: georio@pcrj.rj.gov.br; Site: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smo>

Campo de São Cristóvão n.º 268 / 1º e 3º andares, São Cristóvão – Rio de Janeiro – CEP. 20921-440 – Tel.: 3878-7878 Fax: 3878-6397

5.4 Tipologia das Ocorrências (Totais) por Bairro

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

Nº*	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	TIPOLOGIAS DAS OCORRÊNCIAS (TOTAIS) POR BAIRRO													
			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	COMPLEXO DO ALEMÃO	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
2	JACAREPAGUA	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
3	CAMPO GRANDE	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
4	CATUMBI	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	ESTÁCIO	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	
6	PENHA	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
7	RAMOS	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
8	ANCHIETA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	ANDARAÍ	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	BANGU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
11	BARRA DE GUARATIBA	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
12	BRAS DE PINA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
13	CORDOVIL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
14	COSTA BARROS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
15	ENGENHO NOVO	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	GAMBÁ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
17	HONÓRIO GURGEL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
18	INHAÚMA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
19	ITANHANGÁ	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	LINS DE VASCONCELOS	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
21	MANGUEIRA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
22	PEDRA DE GUARATIBA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
23	PENHA CIRCULAR	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	PIEDADE	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	REALENGO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
26	ROCINHA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	SAMPAIO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
28	SANTA TERESA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
29	SANTÍSSIMO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	TIBUCA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
31	VARGEM GRANDE	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	VIDIGAL	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
33	VILA VALQUEIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
TOTAL	33	43	16	1	0	0	0	1	0	0	7	1	8	2	0	7

*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 = 16	1º	Complexo do Alemão	3	18,75
	2º	Catumbi e Jacarepaguá	2	12,50
	3º	Anchieta; Enhenho Novo; Itanhangá; Penha; Penha Circular; Piedade; Ramos; Rocinha e Vargem Grande	1	6,25
2 - ESR/tc Total = 1	1º	Santíssimo	1	100,00
	2º			
	3º			
3 - ER/tc	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
4 - RA	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
5 - ES/en Total = 1	1º	Andaraí	1	100,00
	2º			
	3º			
6 - ESR/en	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
7 - ER/en	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
8 - Q/R Total = 7	1º	Jacarepaguá; Barra de Guaratiba; Estácio; Lins de Vasconcelos; Realengo; Sampaio e Vila Valqueire	1	14,29
	2º			
	3º			
9 - ET Total =	1º	Vidigal	1	100,00
	2º			
	3º			
10 - REC Total = 8	1º	Campo Grande	2	25,00
	2º	Estácio; Bangu; Costa Barros; Mangueira; Pedra de Guaratiba e Santa Teresa	1	12,50
	3º			
11 - EL/E Total = 2	1º	Ramos e Gamboa	1	50,00
	2º			
	3º			
12 - C	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA TIPOLOGIA			
13 - PEA Total = 7	1º	Complexo do Alemão; Penha; Brás de Pina; Cordovil; Honório Gurgel; Inhaúma e Tijuca	1	14,29
	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	COMPLEXO DO	4	4	0	0	0	0
2	JACAREPAGUÁ	3	2	1	0	0	0
3	CAMPO GRANDE	2	1	1	0	0	0
4	CATUMBI	2	2	0	0	0	0
5	ESTÁCIO	2	1	1	0	0	0
6	PENHA	2	2	0	0	0	0
7	RAMOS	2	2	0	0	0	0
8	ANCHIETA	1	1	0	0	0	0
9	ANDARAÍ	1	1	0	0	0	0
10	BANGU	1	1	0	0	0	0
11	BARRA DE GUARATIBA	1	1	0	0	0	0
12	BRÁS DE PINA	1	1	0	0	0	0
13	CORDOVIL	1	1	0	0	0	0
14	COSTA BARROS	1	1	0	0	0	0
15	ENGENHO NOVO	1	1	0	0	0	0
16	GAMBOA	1	1	0	0	0	0
17	HONÓRIO GURGEL	1	1	0	0	0	0
18	INHAÚMA	1	1	0	0	0	0
19	ITANHANGÁ	1	1	0	0	0	0
20	LINS DE VASCONCELOS	1	1	0	0	0	0
21	MANGUEIRA	1	0	1	0	0	0
22	PEDRA DE GUARATIBA	1	1	0	0	0	0
23	PENHA CIRCULAR	1	1	0	0	0	0
24	PIEDADE	1	1	0	0	0	0
25	REALENGO	1	1	0	0	0	0
26	ROCINHA	1	1	0	0	0	0
27	SAMPAIO	1	0	1	0	0	0
28	SANTA TERESA	1	0	1	0	0	0
29	SANTÍSSIMO	1	1	0	0	0	0
30	TIJUCA	1	1	0	0	0	0
31	VARGEM GRANDE	1	1	0	0	0	0
32	VIDIGAL	1	0	0	1	0	0
33	VILA VALQUEIRE	1	1	0	0	0	0
TOTAL	33	43	36	6	1	0	0

*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

Os 3 bairros mais afetados por Categoria de Volume Mobilizado				
	POSIÇÃO	BAIRRO	Nº DE OCORRÊNCIAS	%
A: 1 a 10m³ Total = 36	1º	Complexo do Alemão	4	11,11
	2º	Jacarepaguá	3	8,33
	3º	Catumbi; Penha e Ramos	2	5,56
B: 11 a 100m³ Total = 6	1º	Jacarepaguá; Campo Grande; Estácio; Mangueira; Sampaio e Santa Teresa	1	16,67
	2º			
	3º			
C: 101 a 1000m³ Total = 1	1º	Vidigal	1	100,00
	2º			
	3º			
D: >1000	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA CATEGORIA DE VOLUME MOBILIZADO			
ND: Não disponível	SEM OCORRÊNCIAS PARA ESTA CATEGORIA DE VOLUME MOBILIZADO			

Fonte: DEP/GPE

6. ANÁLISES E RESULTADOS

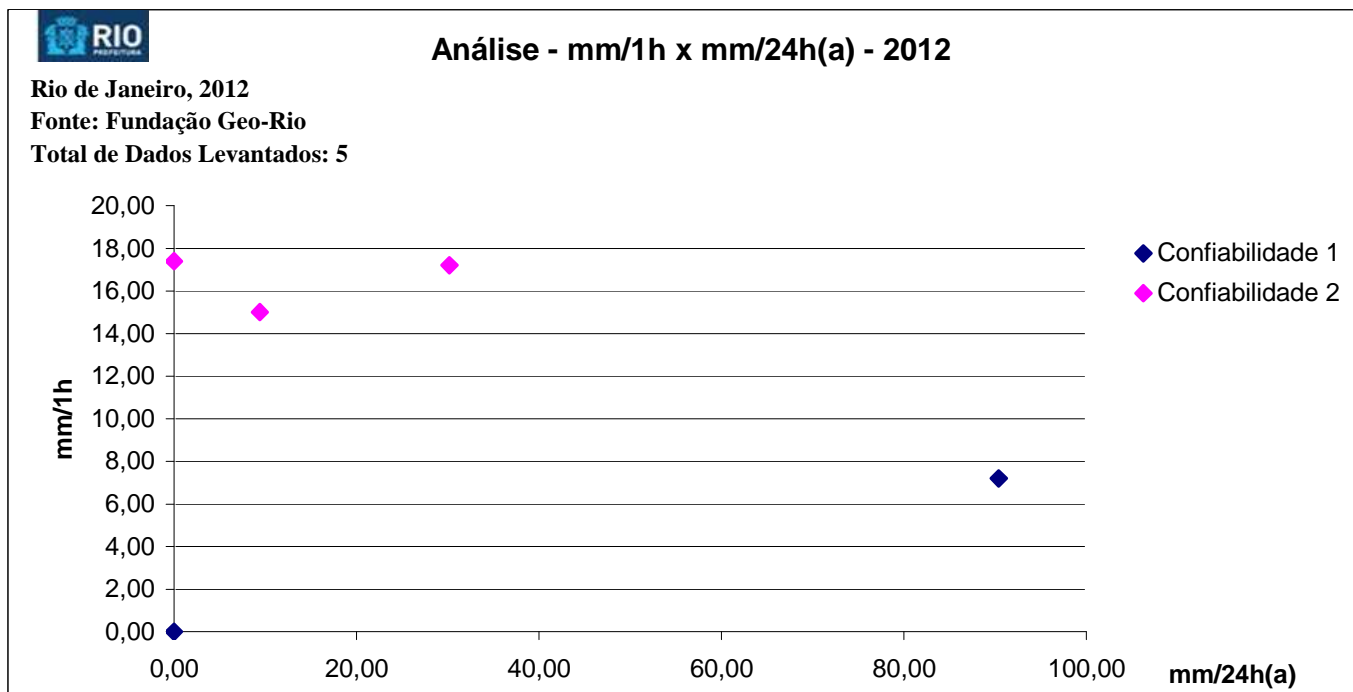
No que tange à correlação entre os dados pluviométricos e os dados geológico-geotécnicos referentes às ocorrências registradas pela Fundação GeoRio para o ano de 2012, este relatório apresenta resultados parciais, não havendo nenhuma pretensão de efetuar qualquer alteração ou redefinição dos limiares pluviométricos críticos atualmente em vigor, uma vez que este trabalho não dispõe de subsídios informativos suficientes para tal, por tratar-se de um ano apenas. Vale ressaltar que, para o ano de 2012, foram registradas somente 43 ocorrências, dentre as quais cerca de 83,7% são de baixa confiabilidade (Confiabilidade nível 3 – vide item 4.4).

Desta forma, fica notório não haver qualquer possibilidade de, mediante este relatório, procedermos a qualquer alteração ou uma redefinição dos limiares pluviométricos críticos atualmente em vigor no gerenciamento do Risco na Fundação GeoRio.

6.1 Sobre os gráficos referentes aos dados pluviométricos

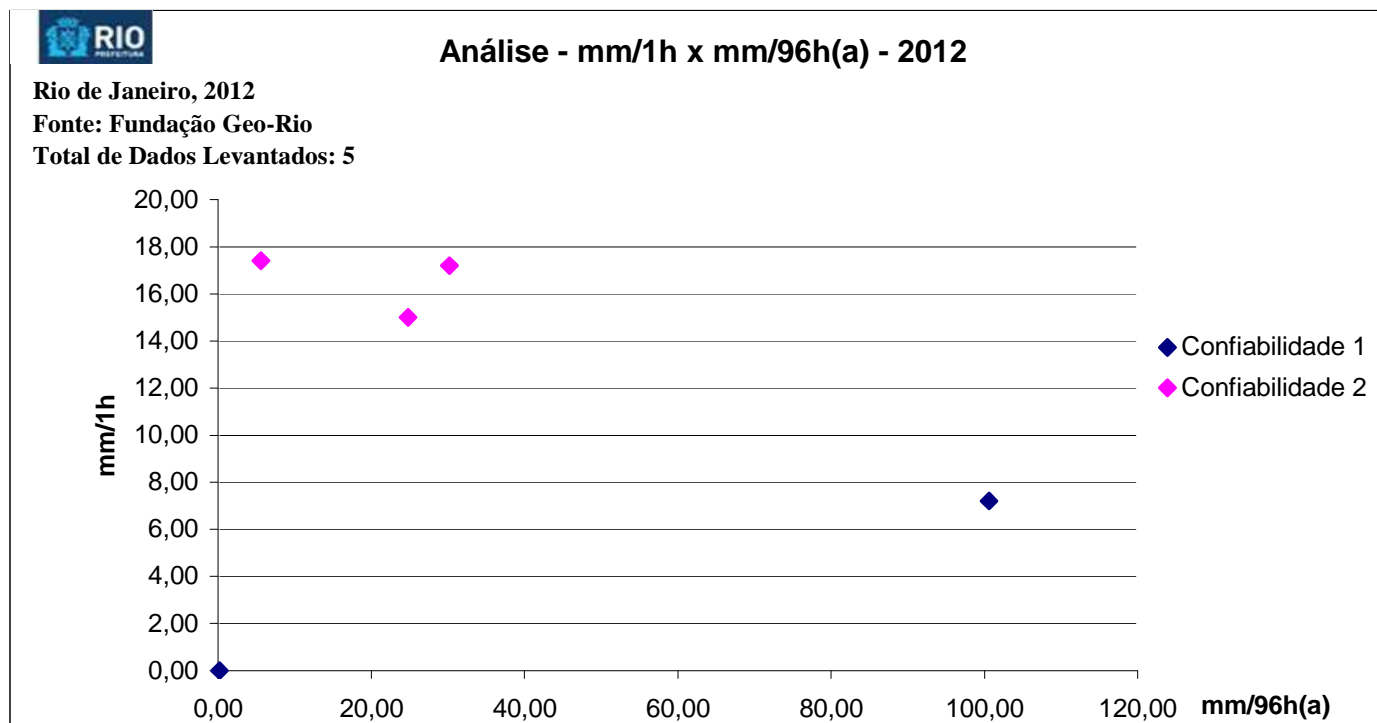
Quanto à contribuição da intensidade pluviométrica para a deflagração dos acidentes geológico-geotécnicos no referido ano no município do Rio de Janeiro, não se pôde observar nenhuma correlação. Os gráficos de análise (Figuras 18, 19 e 20), nos quais foi proposta a averiguação de qualquer correlação chuvas x escorregamentos a partir das ocorrências dotadas de maior confiabilidade (níveis 1 e 2), foram construídos com apenas 5 pontos, o que não tornou possível a identificação de qualquer correlação no que tange à contribuição pluviométrica para a deflagração de acidentes geológico-geotécnicos no referido ano.

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



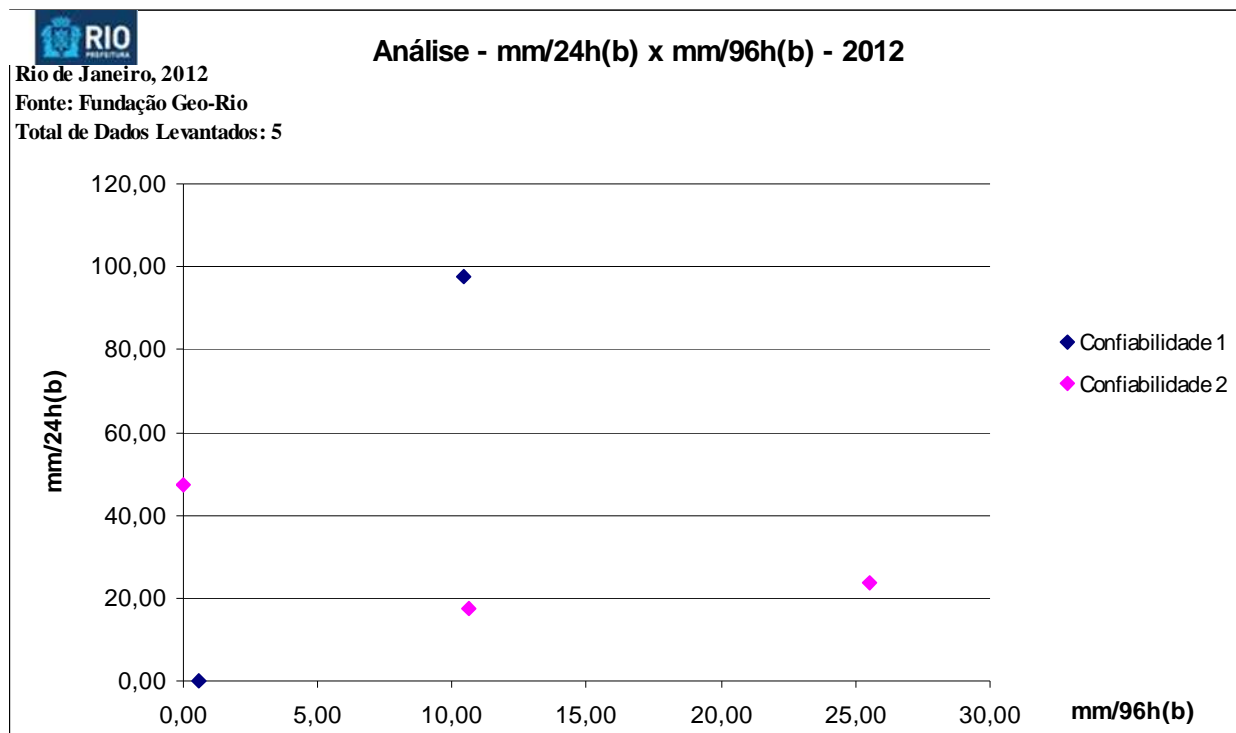
Fonte: DEP/GPE

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



Fonte: DEP/GPE

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



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) – 16 ocorrências (37,2%);
- 2) Ruptura de Estrutura de Contenção (REC) – 8 ocorrências (18,6%);
- 3) Queda/Rolamento de Blocos ou Lascas Rochosas – 7 ocorrências (16,3%);
Processos Erosivos / Assoreamento – 7 ocorrências (16,3%).

Quanto à Categoria do Volume Mobilizado, verificou-se uma predominância da categoria A (1 a 10 m³) – 36 ocorrências (83,7%).

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 2012, as 43 ocorrências descritas neste estudo distribuíram-se em 33 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*	
33	20,63
Nº de bairros sem qualquer ocorrência	
127	79,38

*Independente de Tipologia ou Volume Mobilizado

Fonte: DEP/GPE

Quanto a isto, não cabe destaque a nenhum bairro em específico, uma vez que não foi identificada nenhuma concentração de ocorrências em qualquer bairro da cidade.

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

- Estação pluviométrica Penha: 11 ocorrências (25,6%)

OBS 6: A partir deste ano de 2012, os pluviômetros associados ao Sistema de Alerta Sonoro da Prefeitura do Rio de Janeiro também foram utilizados para a obtenção dos dados pluviométricos, o que ocorreu somente a partir do 2º semestre do referido ano, período em que a calibração de toda a rede foi concluída. Então, toda vez que um pluviômetro da rede associada ao Sistema de Alerta Sonoro da Prefeitura do Rio de Janeiro, a partir do 2º semestre de 2012, apresentou-se como melhor opção (mais próxima) para a obtenção dos dados pluviométricos, este foi adotado como pluviômetro de referência. Isto ocorreu por duas vezes, sendo que estes foram os pluviômetros utilizados (Tabela 17):

Tabela 17 – Pluviômetros associados ao Sistema de Alerta Sonoro da Prefeitura do Rio de Janeiro que foram utilizados neste relatório para obtenção de dados pluviométricos

Pluviômetro	Logradouro	Bairro	Coordenadas	
			Lat	Long
Adeus I	Rua Irmã Luisa, nº 11	Ramos	22°51'49"	43°15'49"
São Carlos I	Rua União, nº 56	Estácio	22°55'05"	43°12'03"

ANEXOS

1. Planilha completa com todas as informações pertinentes às ocorrências

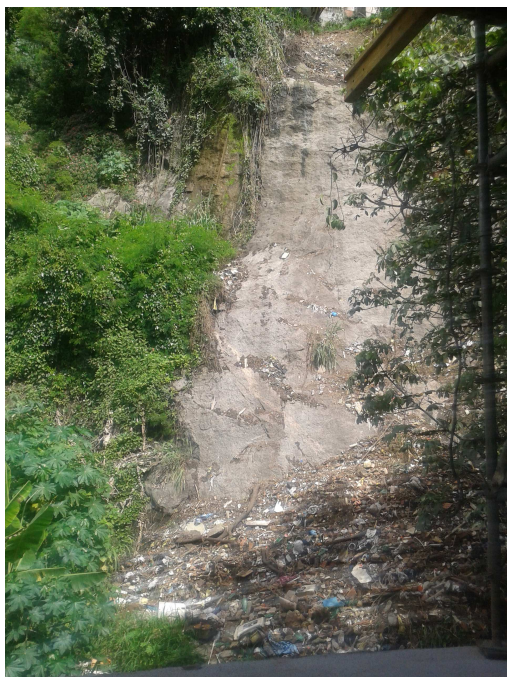
CORRELAÇÕES CHUVAS X ESCORREGAMENTOS PARA O ANO DE 2012																
E.P.S. (período)	PLUVIOMETRIA - EVENTO E ÍNDICES							N°	ENDEREÇO, TIPOLOGIA, CATEGORIA DO VOLUME MOBILIZADO E LAUDO			PLUVIÔMETRO (ALERTA SONORO)				
	Confabilidade e do Dado	Ocorrência (dd/mm/aa-hh:mm)	mm/h	mm/24h(a)	mm/96h(a)	mm/24h(b)	mm/96h(b)		Logradouro	Bairro	Estação Pluviométrica de Referência (ALERTA RIO)	Tipologia(s)	Tipologia Predominante	Categoria do Volume Mobilizado	Laudo	
06/01/12 (06/jan a 14/jan)	2	09/01/12 -:-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	-	GAMBOA	15-SAÚDE	11	11	A	0112/2012	
	3	08/01/12 21:30	4,40	2,60	7,60	7,00	5,00	2	-	COMPLEXO DO ALEMÃO	09-PENHA	1	1	A	0295/2012	
	3	08/01/12 20:30	23,80	0,20	7,20	24,00	7,00	3	-	VILA VALQUEIRE	14-JACAREPAGUÁ/TANQUE	8	8	A	0338/2012	
	3	08/01/12 20:30	23,80	0,20	7,20	24,00	7,00	4	-	JACAREPAGUÁ	14-JACAREPAGUÁ/TANQUE	8	8	A	0093/2012	
	3	10/01/12 21:00	17,60	6,20	10,60	23,80	6,20	5	-	PEDRA DE GUARATIBA	20-GUARATIBA	10	10	A	0236/2012	
	3	08/01/12 20:30	12,40	0,20	0,20	12,60	0,00	6	-	SAMPAIO	07-GRAJAU	8	8	B	0089/2012	
	3	13/01/12 16:45	5,80	0,00	1,40	5,80	12,20	7	-	COSTA BARROS	11-IRAJÁ	10	10	A	0075/2012	
	2	02/01/12 01:00	15,00	9,40	24,80	23,80	25,50	8	-	MANGUEIRA	32-SÃO CRISTÓVÃO	10	10	B	0378/2012	
	3	08/01/12 21:30	4,40	2,60	7,60	7,00	5,00	9	-	PENHA CIRCULAR	09-PENHA	1:13	1	A	0415/2012	
	3	08/01/12 21:30	23,80	0,20	7,20	24,00	7,00	10	-	JACAREPAGUÁ	14-JACAREPAGUÁ/TANQUE	1	1	A	0069/2012	
	3	08/01/12 21:30	4,40	2,60	7,60	7,00	5,00	11	-	PENHA	09-PENHA	1	1	A	0273/2012	
	3	08/01/12 20:45	25,80	9,40	15,40	35,20	6,00	12	-	REALENGO	12-BANGU	8	8	A	0201/2012	
15/01/2012 e 19/01/12 (15/jan a 22/jan)	3	15/01/12 18:30	13,20	0,20	5,40	13,40	12,20	13	-	ANCHIETA	24-ANCHIETA	1	1	A	0164/2012	
	3	15/01/12 17:45	6,00	0,00	5,00	6,00	22,00	14	-	BANGU	12-BANGU	1:10	10	A	0154/2012	
	3	19/01/12 19:30	17,40	0,00	5,60	17,40	10,60	15	-	PENHA	09-PENHA	1:13	13	A	0369/2012	
10/02/12 (10/fev a 17/fev)	3	11/02/12 01:00	32,20	0,00	0,00	32,20	0,00	17	-	CAMPO GRANDE	26-CAMPO GRANDE	10	10	A	0205/2012	
	3	10/02/12 18:00	13,80	0,00	0,00	13,80	0,00	18	-	ESTÁCIO	15-SAÚDE	10	10	B	0108/2012	
	2	04/03/12 10:00	17,20	30,20	30,20	47,40	0,00	19	-	JACAREPAGUÁ	21-ESTR. GRAJAU/JACAREPAGUÁ	1	1	B	0147/2012	
	3	11/02/12 01:45	10,80	0,00	0,00	10,80	0,00	20	-	HONÓRIO GURGEL	11-IRAJÁ	13	13	A	0170/2012	
	2	19/01/12 19:30	17,40	0,00	5,60	17,40	10,60	21	-	COMPLEXO DO ALEMÃO	09-PENHA	1:13	1	A	0169/2012	
	3	12/02/12 03:00	21,00	4,40	20,80	21,80	20,00	22	-	BARRA DE GUARATIBA	20-GUARATIBA	8	8	A	0307/2012	
03/03/12 (03/mar a 08/mar)	3	04/03/12 03:45	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	23	-	CATUMBI	05-SANTA TERESA	1:11	1	A	0195/2012	
	3	04/03/12 09:30	8,00	18,00	18,00	26,00	0,00	24	-	LINS DE VASCONCELOS	07-GRAJAU	8	8	A	0241/2012	
22/03/12 (22/mar a 28/mar)	3	24/03/12 17:15	13,40	5,40	32,80	18,80	27,40	25	-	INHAÚMA	09-PENHA	13	13	A	0212/2012	
04/04/12 (04/abr a 09/abr)	3	05/04/12 00:15	4,60	0,00	0,00	4,60	0,00	26	-	CATUMBI	05-SANTA TERESA	1	1	A	0283/2012	
	1	09/04/12 03:00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,60	27	-	VIDIGAL	01-VIDIGAL	9:11	9	C	0254/2012	
21/04/12 (21/abr a 27/abr)	3	23/04/12 00:45	1,80	0,40	1,80	2,20	1,40	28	-	COMPLEXO DO ALEMÃO	09-PENHA	1:10	1	A	0348/2012	
30/04/12 (30/abr a 05/mai)	3	30/04/12 14:30	14,00	7,40	11,20	21,40	3,80	29	-	TIJUCA	33-TIJUCAMUDA	13	13	A	0523/2012	
13/05/12 (13/mai a 21/mai)	3	16/05/12 20:45	6,60	0,20	40,80	6,80	40,60	30	-	ANDARAÍ	07-GRAJAU	5	5	A	0332/2012	
	3	13/05/12 13:15	10,20	4,80	4,80	15,00	0,80	31	-	COMPLEXO DO ALEMÃO	09-PENHA	13	13	A	0344/2012	
	3	16/05/12 20:45	7,00	0,40	43,40	7,40	43,00	32	-	SANTA TERESA	05-SANTA TERESA	10	10	B	0323/2012	
07/06/12 (07/jun a 14/jun)	3	11/06/12 14:30	6,20	0,00	6,60	6,20	7,20	33	-	RAMOS	09-PENHA	10:11	11	A	0395/2012	
	1	08/06/12 04:00	7,20	90,40	100,60	97,40	10,40	34	-	ROCINHA	03-ROCINHA	1:8	1	A	0391/2012	
21/06 e 26/06 (21/jun a 30/jun)	3	22/06/12 06:15	15,20	26,40	29,00	41,60	2,60	35	-	ENGENHO NOVO	07-GRAJAU	1	1	A	0427/2012	
	3	22/06/12 00:15	7,80	2,60	3,40	10,20	1,00	36	-	CORDOVIL	09-PENHA	13	13	A	0367/2012	
12/07/12 (12/jul a 16/jul)	3	21/06/12 23:30	18,20	3,00	3,60	21,20	0,60	37	-	PIEDADE	13-PIEDADE	1	1	A	0386/2012	
	3	12/07/12 20:00	7,20	0,60	1,80	7,80	4,00	38	-	RAMOS	-	ADEUS I	1	1	A	0418/2012
21/09/12 e 25/09/12 (21/set a 01/out)	3	12/07/12 20:00	8,80	1,40	4,60	10,20	5,80	39	-	BRÁS DE PINA	11-IRAJÁ	5:13	13	A	0397/2012	
	3	25/09/12 19:15	15,20	2,00	13,20	17,20	13,80	40	-	VARGEM GRANDE	25-GROTA FUNDA	1:13	1	A	0450/2012	
11/10/12 (11/out a 17/out)	3	25/09/12 23:45	9,60	15,00	16,80	24,60	12,20	41	-	ITANHANGÁ	17-BARRA-ITANHANGÁ	1	1	A	0526/2012	
	1	06/10/12 14:30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42	-	CAMPO GRANDE	26-CAMPO GRANDE	-	10	10	B	0480/2012
3	11/10/12 20:45	9,00	1,20	1,20	10,20	0,00	43	-	ESTÁCIO	-	SÃO CARLOS I	8	8	A	0515/2012	

Ocorrências Compostas

Período em que os pluviômetros do Sistema de Alerta Sonoro ainda não podiam ser consultados devido a falta de calibração em toda a rede ainda não estar concluída

2. Fotos dos acidentes geológico-geotécnicos

Figura 21 – Escorregamento de Lixo/Entulho - Gamboa



Fonte: Fundação Geo-Rio
Laudo: 0112/2012

Figura 22 – Deslizamento de Solo em Talude de Corte –
Freguesia - Jacarepaguá



Fonte: Fundação Geo-Rio
Laudo: 0147/2012

Figura 23 – Deslizamento de Solo em Talude de Corte
com ruptura de muro divisório - Complexo do Alemão



Fonte: Fundação Geo-Rio
Laudo: 0348/2012