

ASSUNTO/MOTIVO

RELATÓRIO ANUAL DO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL RADIOLÓGICO OPERACIONAL DO CENTRO DE GERENCIAMENTO DE REJEITOS E DO DEPÓSITO INICIAL DOS GERADORES DE VAPOR DA CENTRAL NUCLEAR ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO - 2015

PÁGINA

1 / 32

LOCAL/DATA

Paraty, 17.05.2016

REDATOR

Renata Cardoso

U.O./TEL.

DLMA.G/9829

REFERÊNCIA

Manual de Operação da Usina de Angra I (PA-AG 09 e PA-AG 11)

CÓDIGO ARQUIVO

SUMÁRIO

Nº DE PÁGINAS

ANEXOS

(NOS RELATÓRIOS DE REUNIÃO INDICAR, INICIALMENTE, NO SUMÁRIO: LOCAL, DATA, COORDENADOR, PARTICIPANTES E DURAÇÃO)

32

1

Para ser providenciado
Para conhecimento
prazos

SUMÁRIO

1. Introdução

2. Resultados

3. Considerações

4. Conclusões

5. Referências Bibliográficas


Anexo 1

ASSINATURAS

Renata Freires de Souza Cardoso
Supervisora de Radiologia - Matr. 589388-5
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G
CRQ: 03315274

Orlando Christino Ferreira
Téc. em Química - Matr. 3843-2
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G
CRQ 08212905

Valdeci Ribeiro de Almeida
Supervisor de Química - Matr. 05004144-1
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G
CRQ 004348035

AUTOR

VERIFICADO/APROVADO

REV.

DATA

PÁG.

VERIFICADO/
APROVADO

DISTRIBUIÇÃO (QUANDO FOR ENCAMINHADO SOMENTE O SUMÁRIO PARA CONHECIMENTO COLOCAR "PC")

SM.G/ SC.O / SU.O / SD.O / ST.O / GGA.G

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados obtidos pela monitoração da área em torno do Centro de Gerenciamento de Rejeitos (CGR) e do Depósito Inicial dos Geradores de Vapor (DIGV), realizada com dosímetros termoluminescentes (TLD) e com monitor portátil, no período de janeiro a dezembro de 2015, conforme estabelecido no Manual de Operação da Usina de Angra I (PA-AG 09 e PA-AG 11).

Este programa foi desenvolvido para acompanhar a variação dos níveis de radiação ambiental provocada pela operação do CGR e do DIGV.

2. RESULTADOS

Das 168 medidas com dosímetros termoluminescentes e com o monitor portátil, previstas para 2015 nos 14 pontos de monitoração existentes (6 pontos no CGR e 8 pontos no DIGV), foram executadas 154 medidas, devido à paralização das atividades, durante o mês de junho.

Desde abril de 1987 os pontos de monitoração no CGR estão definidos do lado externo à cerca que delimita a área do Depósito de Rejeitos e são, atualmente, em número de seis, como mostra a figura abaixo:

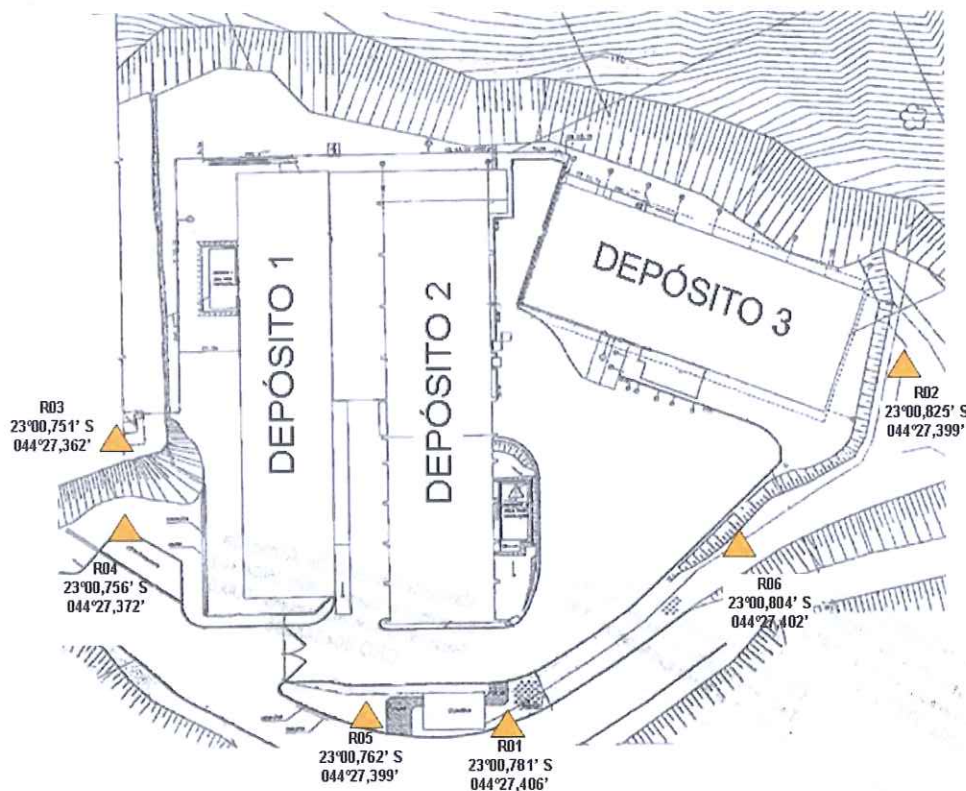


Figura 1. Mapa de situação dos locais monitorados em relação ao Centro de Gerenciamento de Rejeitos - CGR.

Em janeiro de 1992, os pontos R01 e R02 tiveram as suas medidas interrompidas devido a construção do Depósito nº 2 e da área de manobra de veículos do Depósito de Rejeitos. Em maio de 1992, foram iniciadas as medidas nestes pontos

(R01 e R02), em outros locais escolhidos fora da cerca da nova área protegida, de tal forma a cobrir os setores dos pontos R01 e R02 anteriores.

Em agosto de 2002 foram realizadas obras de ampliação do Depósito de Rejeitos nº 2 sem, no entanto, interferir na malha de monitoração.

Em maio de 2004 foi instalada uma nova cerca delimitando a nova área do Depósito. Com isso, os pontos de monitoração R03 e R04 foram realocados para fora desta cerca e instalados em locais próximos aos anteriores.

Em julho de 2006, o ponto de monitoração R01 foi deslocado para outro local próximo à cerca para possibilitar a construção do Depósito nº 3.

Em outubro de 2008 foi instalado um novo ponto (R06), entre os pontos R01 e R02 para aumentar a malha de observação neste lado da cerca do CGR. A monitoração, neste ponto, foi iniciada em novembro.

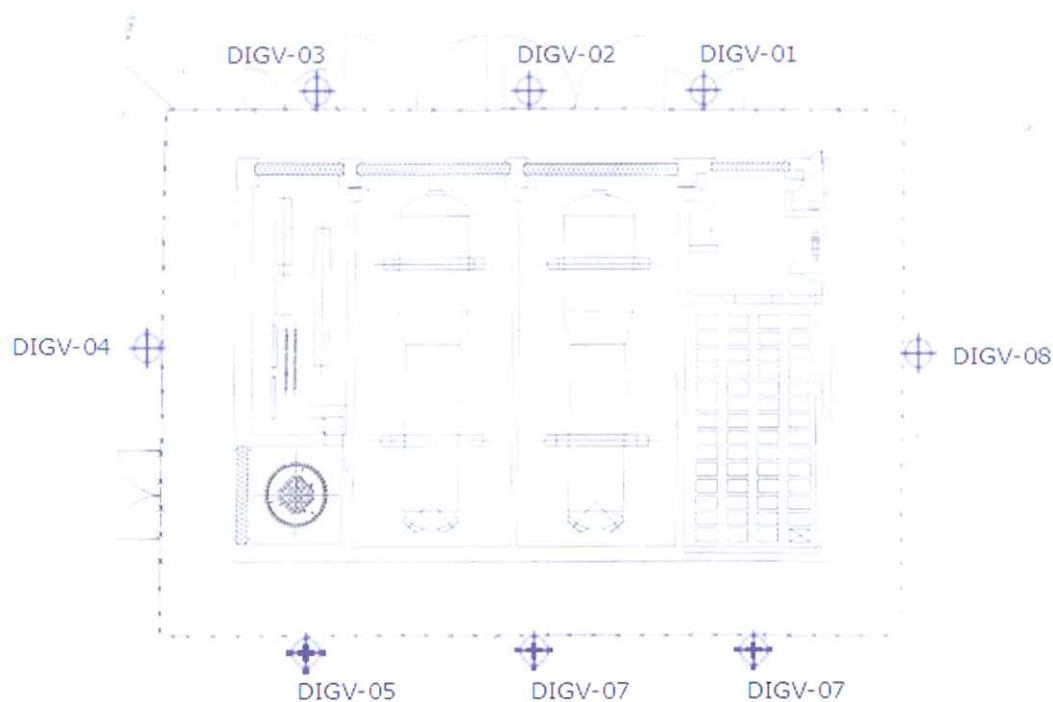
Seguem abaixo as coordenadas dos pontos de monitoração do CGR, utilizando *datum* geodésico SIRGAS 2000.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de monitoração do CGR.

Pontos	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
R-01	7454891,0930	555644,1100
R-02	7454826,9677	555655,9631
R-03	7454944,6726	555714,0879
R-04	7454939,4646	555701,2126
R-05	7454917,9528	555657,7938
R-06	7454850,1344	555650,8468

No DIGV, os pontos de monitoração estão definidos do lado externo à cerca que delimita a área do depósito e são em número de oito. A figura 2 abaixo apresenta a situação dos pontos de monitoração em relação ao DIGV.

Figura 2. Mapa de situação dos locais monitorados em relação ao Depósito Inicial dos Geradores de Vapor de Angra 1 - DIGV.



Em março de 2009 foram transferidos para o DIGV os dois geradores de vapor de Angra 1 e que foram substituídos por novos.

Em setembro de 2012, a DIPR.O criou uma área controlada junto à cerca que delimita o DIGV para armazenamento temporário de containers contendo materiais radioativos ou contaminados. Com isso, o dosímetro DIGV04, por ter ficado dentro desta nova área controlada, foi instalado em outro ponto fora desta nova área controlada e distante do DIGV.

Em fevereiro de 2013 a tampa do vaso do reator de Angra 1 foi substituída por uma nova e levada para o DIGV.

Abaixo estão relacionadas as coordenadas geográficas de cada um dos pontos de monitoração do DIGV, *datum* geodésico SIRGAS 2000.

Tabela 2. Coordenadas geográficas dos pontos de monitoração do DIGV.

Pontos	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
DIGV-01	7454667,9630	555530,4627
DIGV-02	7454665,5615	555518,6144
DIGV-03	7454663,3931	555507,8317
DIGV-04	7454641,5992	555481,6689
DIGV-05	7454632,1240	555514,4303
DIGV-06	7454634,5231	555526,0561
DIGV-07	7454636,3058	555534,9899
DIGV-08	7454654,0397	555543,7623

As taxas mensais de equivalente de dose ambiente foram obtidas pelo Laboratório de Monitoração Ambiental, com a utilização de dosímetros modelo UD-814 PANASONIC, constituídos de um total de 4 monitores, sendo eles 1 cristal de Borato de Lítio - $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cu}$ sem filtração e 3 cristais de Sulfato de Cálcio - $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$, com 3 filtros iguais de Pb. Os dosímetros foram fornecidos e analisados pelo SMIE - Serviço de Monitoração Individual Externa da Eletronuclear, abaixo segue sua composição química.

Tabela 3. Composição química e arranjo de filtros dos dosímetros Panasonic UD-814.

	Composição química	Monitor 1	Monitor 2	Monitor 3	Monitor 4
		$\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cu}$	$\text{CaSO}_4:\text{Tm}$	$\text{CaSO}_4:\text{Tm}$	$\text{CaSO}_4:\text{Tm}$
Anterior	Atenuação - mg/cm^2	14	860	860	860
	(substrato + suporte)	mylar	plástico + lead	plástico + lead	plástico + lead
	Holder (UD874 A-T)	5	160	160	160
	mg/m^2	mylar	plástico	plástico	plástico
	Total	19	1020	1020	1020
Posterior	Atenuação - mg/cm^2	14	860	860	860
	(substrato + suporte)	mylar	plástico + lead	plástico + lead	plástico + lead
	Holder (UD874 A-T)	160	160	160	160
	mg/m^2	mylar	plástico	plástico	plástico
	Total	174	1020	1020	1020

Os resultados das medidas com TLD para o ano de 2015 estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. As Tabelas 6 a 10 mostram os parâmetros estatísticos obtidos para cada ano separadamente e para o período total de monitoração, de janeiro de 1987 a dezembro de 2015, para os pontos R-01 ao R-05. A Tabela 11 apresenta os mesmos parâmetros, de outubro de 2008 a dezembro de 201, para o ponto R06.

Tabela 4. Resultados das Medidas com Dosímetros Termoluminescentes no CGR do ano de 2015, expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

	R-01	R-02	R-03	R-04	R-05	R-06
JANEIRO	0,114	0,100	0,147	0,118	0,114	0,105
FEVEREIRO	0,121	0,094	0,123	0,116	0,123	0,112
MARÇO	0,122	0,114	0,144	0,125	0,130	0,114
ABRIL	0,098	0,095	0,094	0,094	0,102	0,095
MAIO	0,106	0,115	0,119	0,106	0,108	0,116
JUNHO	----	----	----	----	----	----
JULHO	0,148	0,152	0,159	0,156	0,156	0,160
AGOSTO	0,100	0,105	0,102	0,103	0,105	0,105
SETEMBRO	0,123	0,120	0,126	0,130	0,126	0,122
OUTUBRO	0,197	0,187	0,184	0,188	0,194	0,178
NOVEMBRO	0,197	0,175	0,184	0,198	0,184	0,187
DEZEMBRO	0,146	0,141	0,146	0,143	0,140	0,142

Tabela 5. Resultados das Medidas com Dosímetros Termoluminescentes no DIGV do ano de 2015, expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

	DIGV-01	DIGV-02	DIGV-03	DIGV-04	DIGV-05	DIGV-06	DIGV-07	DIGV-08
JANEIRO	0,131	0,132	0,120	0,109	0,170	0,180	0,178	0,147
FEVEREIRO	0,134	0,140	0,125	0,110	0,145	0,154	0,153	0,154
MARÇO	0,145	0,146	0,130	0,117	0,154	0,155	0,154	0,153
ABRIL	0,104	0,113	0,098	0,093	0,114	0,116	0,118	0,124
MAIO	0,119	0,117	0,114	0,102	0,143	0,130	0,133	0,126
JUNHO	----	----	----	----	----	----	----	----
JULHO	0,170	0,178	0,156	0,154	0,172	0,171	0,180	0,177
AGOSTO	0,113	0,120	0,104	0,114	0,127	0,126	0,134	0,123
SETEMBRO	0,138	0,137	0,122	0,126	0,146	0,145	0,153	0,147
OUTUBRO	0,201	0,200	0,185	0,193	0,215	0,206	0,220	0,212
NOVEMBRO	0,195	0,190	0,177	0,176	0,196	0,200	0,200	0,202
DEZEMBRO	0,155	0,163	0,137	0,148	0,157	0,166	0,155	0,165

Tabela 6. Dados estatísticos para o ponto R-01 no período de 1987 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

R-01	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD ²	N
1987	0,263	0,149	0,183	0,196	0,0432	9
1988	0,765	0,187	0,249	0,299	0,1586	12
1989	0,217	0,150	0,171	0,175	0,0205	12
1990	0,199	0,155	0,178	0,176	0,0129	12
1991	0,211	0,145	0,183	0,181	0,0182	12
1992	0,205	0,180	0,186	0,189	0,0089	7
1993	0,375	0,168	0,266	0,270	0,0870	12
1994	0,405	0,298	0,343	0,343	0,0311	11
1995	0,320	0,255	0,290	0,286	0,0196	12
1996	0,322	0,261	0,290	0,289	0,0163	12
1997	0,639	0,289	0,401	0,450	0,1432	12
1998	0,584	0,460	0,543	0,534	0,0357	12
1999	0,528	0,359	0,477	0,472	0,0486	12
2000	0,572	0,232	0,463	0,446	0,0903	12
2001	0,338	0,250	0,295	0,294	0,0365	10
2002	0,497	0,187	0,304	0,305	0,1084	10
2003	0,274	0,170	0,193	0,190	0,0562	10
2004	0,296	0,101	0,148	0,161	0,0546	12
2005	0,233	0,122	0,181	0,174	0,0345	12
2006	0,228	0,137	0,169	0,175	0,0250	12
2007	0,159	0,146	0,149	0,151	0,0052	12
2008	0,179	0,127	0,170	0,166	0,0139	12
2009	0,161	0,122	0,146	0,144	0,0129	11
2010	0,201	0,144	0,153	0,158	0,0162	12
2011	0,160	0,118	0,142	0,141	0,0147	12
2012	0,136	0,092	0,108	0,109	0,0128	12
2013	0,144	0,090	0,111	0,112	0,0147	11
2014	0,139	0,093	0,116	0,114	0,0135	12
2015	0,197	0,098	0,122	0,134	0,0351	11

Tabela 7. Dados estatísticos para o ponto R-02 no período de 1987 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

R-02	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD ²	N
1987	0,273	0,130	0,186	0,183	0,0456	9
1988	0,841	0,158	0,305	0,348	0,2080	12
1989	0,402	0,187	0,241	0,251	0,0517	12
1990	0,264	0,216	0,230	0,233	0,0158	11
1991	0,264	0,175	0,231	0,226	0,0262	12
1992	0,173	0,157	0,165	0,166	0,0059	7
1993	0,341	0,152	0,219	0,233	0,0695	12
1994	0,318	0,264	0,289	0,291	0,0186	11
1995	0,292	0,230	0,252	0,259	0,0200	12
1996	0,264	0,212	0,249	0,245	0,0164	12
1997	0,475	0,220	0,341	0,345	0,1014	12
1998	0,454	0,378	0,419	0,416	0,0238	12
1999	0,409	0,341	0,370	0,374	0,0201	12
2000	0,462	0,184	0,357	0,353	0,0705	11
2001	0,306	0,187	0,244	0,242	0,0409	8
2002	0,312	0,118	0,224	0,206	0,0770	9
2003	0,289	0,130	0,208	0,200	0,0550	10
2004	0,202	0,095	0,162	0,153	0,0351	12
2005	0,190	0,021	0,148	0,136	0,0449	11
2006	0,182	0,154	0,166	0,168	0,0082	12
2007	0,182	0,158	0,164	0,168	0,0308	12
2008	0,201	0,137	0,177	0,174	0,0148	11
2009	0,179	0,105	0,131	0,138	0,0236	11
2010	0,132	0,109	0,125	0,122	0,0089	12
2011	0,147	0,101	0,121	0,119	0,0142	10
2012	0,118	0,071	0,091	0,093	0,0109	12
2013	0,124	0,085	0,111	0,106	0,0122	11
2014	0,113	0,086	0,103	0,101	0,0087	12
2015	0,187	0,094	0,115	0,127	0,0321	11

Tabela 8. Dados estatísticos para o ponto R-03 no período de 1987 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

R-03	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD ²	N
1987	0,950	0,491	0,607	0,627	0,1329	9
1988	3,056	0,614	1,333	1,623	1,0087	12
1989	2,998	2,220	2,737	2,680	0,2465	12
1990	2,865	2,188	2,516	2,475	0,1905	11
1991	3,341	2,412	2,734	2,801	0,3332	12
1992	2,954	2,410	2,685	2,678	0,1736	12
1993	4,136	2,242	2,757	3,121	0,8461	12
1994	4,512	3,445	3,919	3,953	0,2943	11
1995	3,792	3,054	3,456	3,402	0,2021	12
1996	3,962	2,701	3,183	3,218	0,3235	12
1997	3,723	2,561	3,436	3,251	0,4182	12
1998	4,205	3,316	3,719	3,739	0,2579	12
1999	3,650	2,743	3,078	3,147	0,2519	12
2000	3,362	1,544	2,773	2,643	0,6449	12
2001	2,413	1,257	1,945	1,862	0,3666	11
2002	1,870	1,280	1,460	1,515	0,1766	11
2003	1,750	1,124	1,360	1,417	0,2011	12
2004	1,729	0,204	0,418	0,665	0,5910	12
2005	0,487	0,305	0,371	0,377	0,0617	10
2006	0,403	0,340	0,388	0,384	0,0168	12
2007	0,386	0,327	0,349	0,353	0,0200	12
2008	0,438	0,329	0,395	0,396	0,0308	12
2009	0,383	0,311	0,336	0,341	0,0207	11
2010	0,404	0,322	0,368	0,370	0,0235	12
2011	0,386	0,198	0,336	0,315	0,0735	12
2012	0,164	0,109	0,125	0,164	0,0187	12
2013	0,165	0,115	0,131	0,135	0,0152	11
2014	0,151	0,099	0,119	0,121	0,0154	12
2015	0,184	0,094	0,144	0,139	0,0297	11

Tabela 9. Dados estatísticos para o ponto R-04 no período de 1987 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

R-04	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD ²	N
1987	0,562	0,180	0,252	0,280	0,1101	9
1988	1,458	0,275	0,618	0,781	0,5139	12
1989	1,535	0,687	1,357	1,295	0,2197	12
1990	1,399	1,056	1,240	1,222	0,1004	11
1991	1,572	1,090	1,356	1,358	0,1382	12
1992	1,399	1,129	1,255	1,244	0,0720	12
1993	2,739	1,250	1,618	1,866	0,6215	12
1994	2,722	2,026	2,373	2,340	0,2243	12
1995	2,305	1,699	1,981	1,959	0,1489	12
1996	2,077	1,610	1,836	1,853	0,1443	12
1997	4,420	1,512	2,505	2,893	1,2351	12
1998	7,307	4,659	6,537	6,444	0,7286	12
1999	6,239	4,803	5,414	5,440	0,4675	12
2000	6,112	3,241	4,815	4,780	0,8011	12
2001	4,154	3,116	3,739	3,618	0,3561	10
2002	3,350	1,826	2,545	2,692	0,4633	10
2003	2,890	0,169	0,268	0,681	0,9997	11
2004	0,348	0,154	0,273	0,255	0,0672	10
2005	0,312	0,171	0,281	0,273	0,0407	11
2006	0,328	0,258	0,287	0,292	0,0267	12
2007	0,284	0,239	0,266	0,263	0,0140	12
2008	0,352	0,244	0,299	0,300	0,0288	12
2009	0,290	0,237	0,256	0,260	0,0191	11
2010	0,309	0,236	0,280	0,281	0,0201	12
2011	0,293	0,164	0,251	0,236	0,0485	12
2012	0,140	0,109	0,124	0,140	0,0111	11
2013	0,156	0,104	0,130	0,129	0,0129	11
2014	0,151	0,094	0,124	0,123	0,0161	12
2015	0,198	0,102	0,125	0,134	0,0311	11

Tabela 10. Dados estatísticos para o ponto R-05 no período de 1987 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

R-05	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
1987	0,293	0,172	0,214	0,219	0,0368	9
1988	0,373	0,195	0,273	0,272	0,0555	12
1989	0,251	0,182	0,233	0,225	0,0230	12
1990	0,256	0,208	0,224	0,227	0,0153	11
1991	0,299	0,232	0,264	0,264	0,0245	12
1992	0,281	0,229	0,260	0,260	0,0144	12
1993	0,491	0,230	0,323	0,349	0,1033	12
1994	0,504	0,356	0,431	0,430	0,0423	11
1995	0,770	0,373	0,424	0,493	0,1419	12
1996	0,943	0,648	0,780	0,784	0,0918	12
1997	1,343	0,684	0,829	0,938	0,2420	12
1998	1,247	0,998	1,117	1,103	0,0724	12
1999	1,072	0,831	0,929	0,931	0,0686	12
2000	1,118	0,616	0,811	0,841	0,1886	12
2001	0,682	0,434	0,544	0,541	0,0962	10
2002	0,660	0,380	0,458	0,482	0,0974	11
2003	0,496	0,199	0,288	0,310	0,0857	11
2004	0,335	0,099	0,239	0,219	0,0756	10
2005	0,205	0,109	0,171	0,170	0,0273	10
2006	0,215	0,181	0,204	0,201	0,0086	12
2007	0,222	0,192	0,199	0,203	0,0104	12
2008	0,230	0,170	0,210	0,210	0,0163	12
2009	0,201	0,149	0,176	0,175	0,0160	11
2010	0,198	0,164	0,178	0,179	0,0108	12
2011	0,195	0,129	0,165	0,160	0,0222	12
2012	0,144	0,098	0,120	0,115	0,0118	11
2013	0,160	0,107	0,121	0,125	0,0156	11
2014	0,132	0,094	0,121	0,118	0,0121	12
2015	0,194	0,102	0,126	0,135	0,0311	11

Tabela 11. Dados estatísticos para o ponto R-06 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

R-06	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,201	0,196	0,199	0,199	0,0034	2
2009	0,198	0,145	0,167	0,166	0,0196	11
2010	0,169	0,145	0,156	0,158	0,0089	12
2011	0,206	0,122	0,150	0,148	0,0239	12
2012	0,114	0,084	0,102	0,113	0,0082	11
2013	0,120	0,082	0,105	0,103	0,0121	11
2014	0,117	0,079	0,101	0,101	0,0105	12
2015	0,187	0,095	0,116	0,131	0,0313	11

As Tabelas 12 a 19 apresentam os parâmetros estatísticos obtidos para cada ano separadamente, e para o período total de monitoração, de outubro de 2008 a dezembro de 2015, para os pontos DIGV01 ao DIGV08.

Tabela 12. Dados estatísticos para o ponto DIGV-01 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-01	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,118	0,106	0,113	0,113	0,0049	7
2009	0,117	0,097	0,107	0,107	0,0073	11
2010	0,127	0,109	0,117	0,117	0,0052	12
2011	0,123	0,105	0,118	0,117	0,0060	12
2012	0,140	0,104	0,123	0,126	0,0112	11
2013	0,255	0,114	0,126	0,147	0,0432	11
2014	0,194	0,128	0,167	0,165	0,0162	12
2015	0,192	0,119	0,174	0,169	0,0201	11

Tabela 13. Dados estatísticos para o ponto DIGV-02 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-02	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,118	0,096	0,116	0,111	0,0105	4
2009	0,113	0,096	0,098	0,100	0,0063	11
2010	0,124	0,105	0,118	0,116	0,0061	12
2011	0,123	0,099	0,117	0,114	0,0070	12
2012	0,148	0,108	0,126	0,128	0,0131	11
2013	0,233	0,106	0,122	0,134	0,0354	11
2014	0,186	0,130	0,172	0,170	0,0155	12
2015	0,190	0,108	0,179	0,170	0,0235	11

Tabela 14. Dados estatísticos para o ponto DIGV-03 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-03	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,112	0,098	0,108	0,106	0,0061	4
2009	0,101	0,080	0,091	0,092	0,0064	11
2010	0,116	0,094	0,105	0,106	0,0054	12
2011	0,112	0,094	0,106	0,104	0,0062	12
2012	0,125	0,096	0,111	0,111	0,0082	11
2013	0,189	0,102	0,115	0,123	0,0257	11
2014	0,185	0,080	0,157	0,152	0,0272	12
2015	0,173	0,102	0,158	0,154	0,0221	11

Tabela 15. Dados estatísticos para o ponto DIGV-04 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-04	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,124	0,116	0,119	0,120	0,0036	4
2009	0,117	0,079	0,100	0,099	0,0106	11
2010	0,124	0,107	0,119	0,117	0,0051	12
2011	0,119	0,100	0,116	0,113	0,0071	12
2012	0,210	0,111	0,134	0,147	0,0355	10
2013	0,409	0,091	0,113	0,148	0,0944	11
2014	0,201	0,112	0,161	0,160	0,0234	12
2015	0,179	0,132	0,156	0,156	0,0159	11

Tabela 16. Dados estatísticos para o ponto DIGV-05 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-05	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,123	0,120	0,120	0,121	0,0016	4
2009	0,119	0,099	0,110	0,109	0,0069	11
2010	0,131	0,098	0,119	0,118	0,079	12
2011	0,127	0,104	0,118	0,117	0,0069	12
2012	0,142	0,113	0,132	0,129	0,0097	11
2013	0,169	0,117	0,133	0,136	0,154	11
2014	0,196	0,124	0,179	0,174	0,0201	12
2015	0,213	0,130	0,175	0,176	0,097	11

Tabela 17. Dados estatísticos para o ponto DIGV-06 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-06	MÁXIMO	MÍNINO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,122	0,119	0,121	0,121	0,0014	4
2009	0,123	0,100	0,110	0,110	0,0066	11
2010	0,136	0,111	0,126	0,125	0,0065	12
2011	0,130	0,114	0,120	0,121	0,0052	12
2012	0,155	0,113	0,136	0,136	0,0115	11
2013	0,168	0,116	0,136	0,136	0,0168	11
2014	0,207	0,125	0,181	0,174	0,0210	12
2015	0,199	0,130	0,184	0,179	0,0190	11

Tabela 18. Dados estatísticos para o ponto DIGV-07 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-07	MÁXIMO	MÍNINO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,128	0,124	0,127	0,126	0,0017	4
2009	0,126	0,095	0,110	0,111	0,0091	11
2010	0,136	0,111	0,126	0,125	0,0065	12
2011	0,135	0,107	0,121	0,123	0,0089	12
2012	0,181	0,112	0,134	0,139	0,0193	11
2013	0,165	0,113	0,138	0,137	0,0169	11
2014	0,202	0,120	0,176	0,176	0,0218	12
2015	0,193	0,144	0,185	0,180	0,0148	11

Tabela 19. Dados estatísticos para o ponto DIGV-08 no período de 2008 a 2015 expressos em taxa de H*(10) (mSv/30 dias)

DIGV-08	MÁXIMO	MÍNINO	MEDIANA	MÉDIA	SD	N
2008	0,129	0,122	0,127	0,126	0,0017	4
2009	0,119	0,098	0,112	0,110	0,0059	11
2010	0,131	0,108	0,126	0,125	0,0065	12
2011	0,131	0,113	0,123	0,122	0,0061	12
2012	0,164	0,119	0,129	0,133	0,0133	11
2013	0,183	0,112	0,131	0,137	0,0185	11
2014	0,199	0,138	0,171	0,171	0,0159	12
2015	0,204	0,122	0,176	0,174	0,0207	11

As medidas instantâneas das taxas de exposição, em 2015, foram feitas com o monitor proporcional portátil fabricado pela VacuTec, modelo TRADOS 70046A e estão apresentadas nas Tabelas 20, para o CGR e 21, para o DIGV.

Tabela 20. Resultados de Medidas com Monitor Portátil VacuTec TRADOS mod. 70046A no CGR durante 2015 expressos em taxa de $H^*(10)$ (mSv/30 dias)

	R01	R02	R03	R04	R05	R06
Janeiro	0,169	0,121	0,169	0,174	0,158	0,138
Fevereiro	0,149	0,135	0,157	0,152	0,153	0,135
Março	0,150	0,133	0,152	0,170	0,153	0,126
Abril	0,135	0,126	0,142	0,125	0,133	0,150
Mai	0,137	0,169	0,157	0,141	0,162	0,137
Junho	----	----	----	----	----	----
Julho	0,102	0,085	0,111	0,107	0,120	0,122
Agosto	0,156	0,161	0,155	0,149	0,161	0,158
Setembro	0,140	0,159	0,157	0,150	0,148	0,151
Outubro	0,167	0,145	0,153	0,157	0,153	0,140
Novembro	0,17	0,150	0,166	0,170	0,169	0,189
Dezembro	0,130	0,132	0,141	0,137	0,153	0,135

Tabela 21. Resultados de Medidas com Monitor Portátil VacuTec TRADOS mod. 70046A no DIGV durante 2015 expressos em taxa de $H^*(10)$ (mSv/30 dias)

	GV01	GV02	GV03	GV04	GV05	GV06	GV07	GV08
Janeiro	0,161	0,165	0,157	0,132	0,169	0,182	0,193	0,157
Fevereiro	0,169	0,182	0,158	0,158	0,183	0,193	0,193	0,173
Março	0,176	0,169	0,156	0,135	0,179	0,181	0,168	0,176
Abril	0,192	0,163	0,170	0,148	0,213	0,199	0,185	0,176
Mai	0,156	0,156	0,173	0,162	0,168	0,184	0,171	0,177
Junho	----	----	----	----	----	----	----	----
Julho	0,119	0,108	0,124	0,156	0,130	0,130	0,144	0,122
Agosto	0,192	0,184	0,102	0,178	0,174	0,185	0,193	0,177
Setembro	0,173	0,190	0,171	0,179	0,183	0,193	0,189	0,194
Outubro	0,176	0,179	0,151	0,153	0,173	0,166	0,176	0,176
Novembro	0,174	0,184	0,168	0,173	0,187	0,184	0,187	0,204
Dezembro	0,175	0,189	0,166	0,146	0,175	0,169	0,180	0,179

Os gráficos 1, 3, 5, 7, 9 e 11, apresentam as curvas das taxas de equivalente de dose ambiente mensais durante o ano de 2015, para os pontos R01 ao R06 pelos dois tipos de monitoração (TLD e detector proporcional) e os gráficos 2, 4, 6, 8, 10 e 12 apresentam as médias anuais no período de 1987 a 2015 com os respectivos desvios para os pontos R01 ao R06. Para o DIGV, os gráficos 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 e 27 apresentam as curvas das taxas de equivalente de dose

ambiente mensais (TLD e VACUTEC) durante o ano de 2015, para os pontos DIGV01 ao DIGV08 e os gráficos 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 e 28 apresentam as médias anuais no período de 1987 a 2015 com os respectivos desvios para os mesmos pontos.

Resultados 2015 - Ponto R01

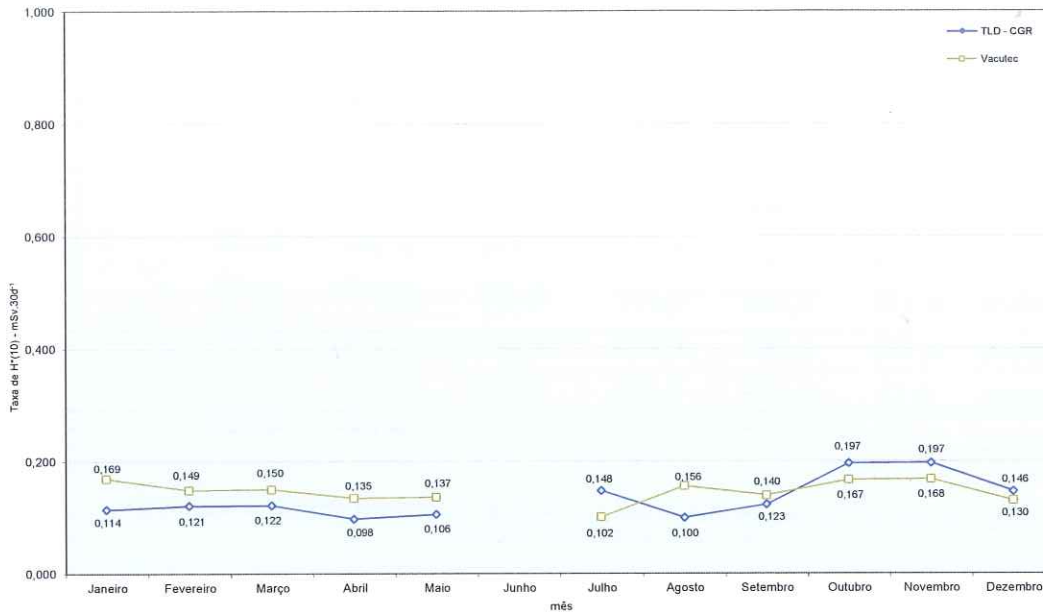


Gráfico 1. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-01 durante o ano de 2015.

Médias e Desvios - 1987 a 2015
Ponto R-01 - CGR

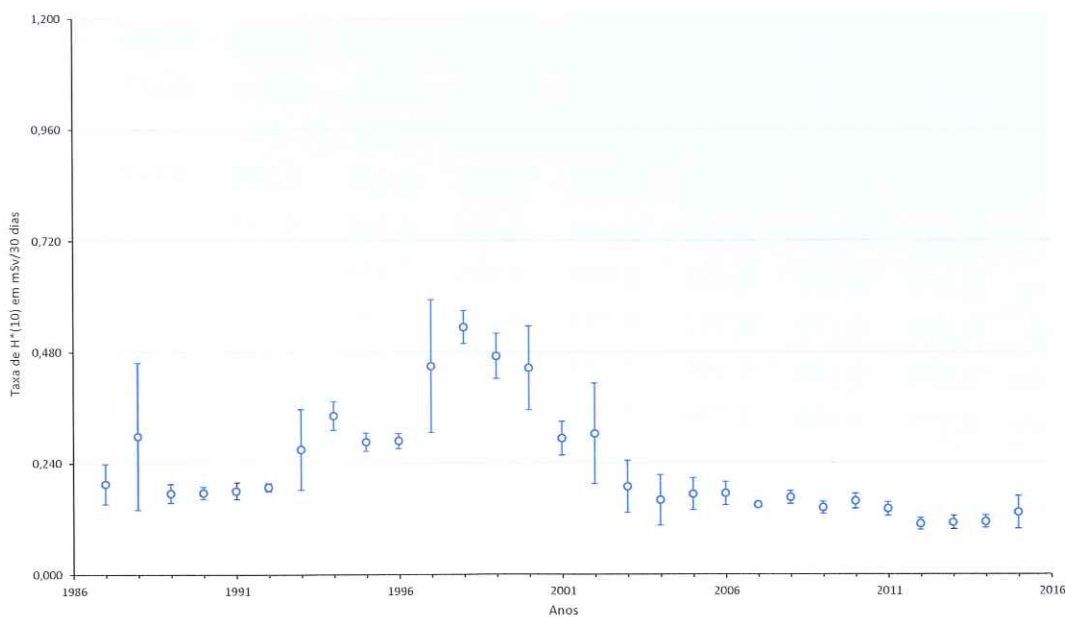


Gráfico 2. Comportamento das médias e desvios de 1987 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-01.

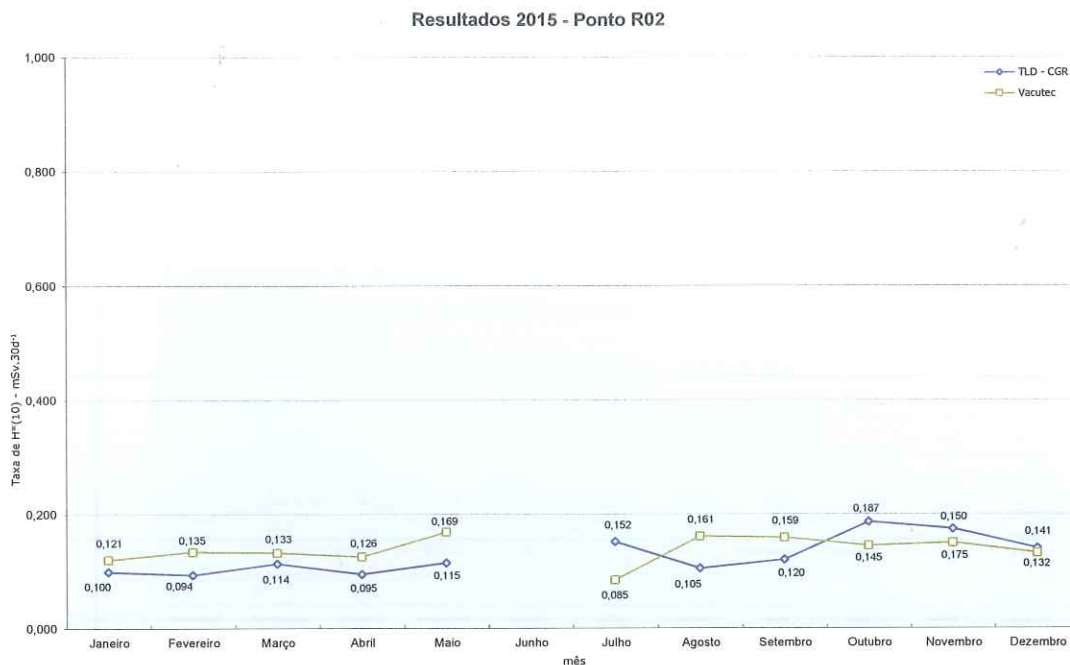


Gráfico 3. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-02 durante o ano de 2015.

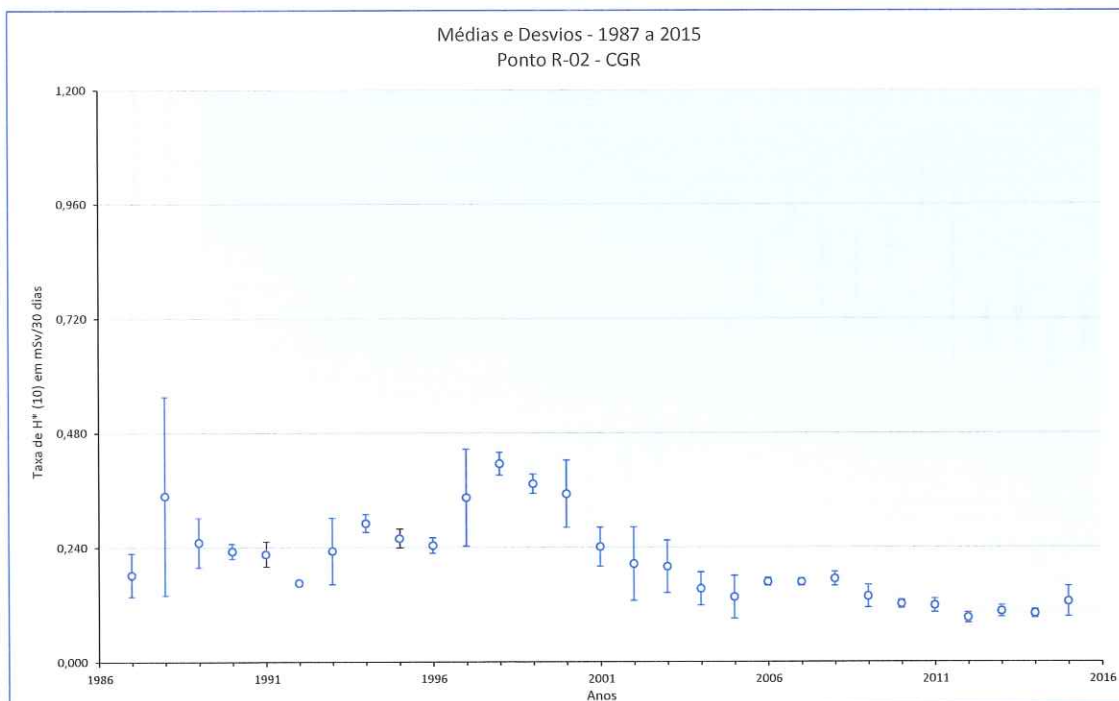


Gráfico 4. Comportamento das médias e desvios de 1987 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-02.

Resultados 2015 - Ponto R03

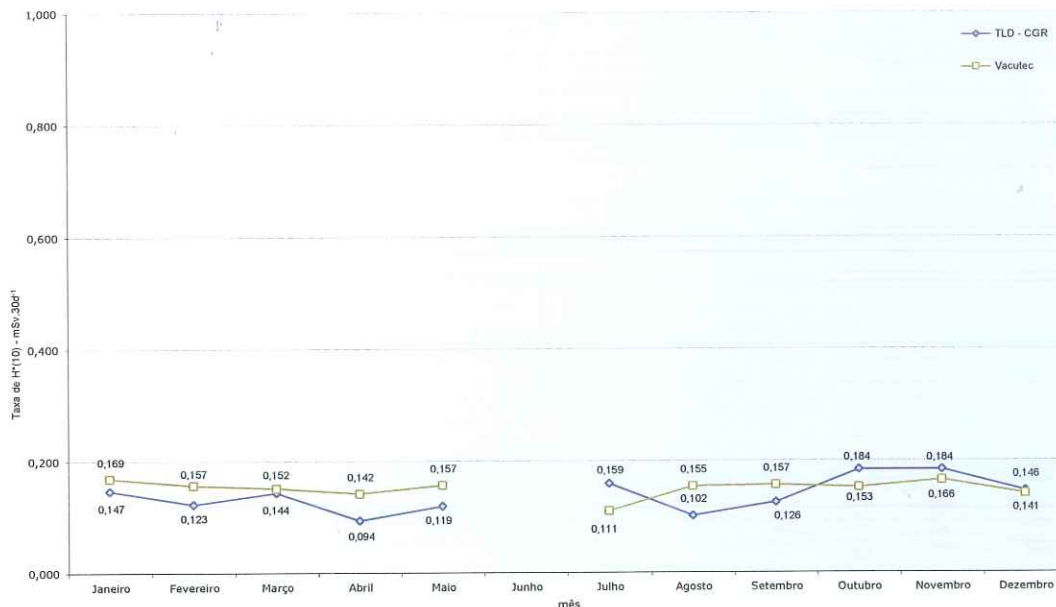


Gráfico 5. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-03 durante o ano de 2015.

Médias e Desvios - 1987 a 2015
Ponto R-03 - CGR

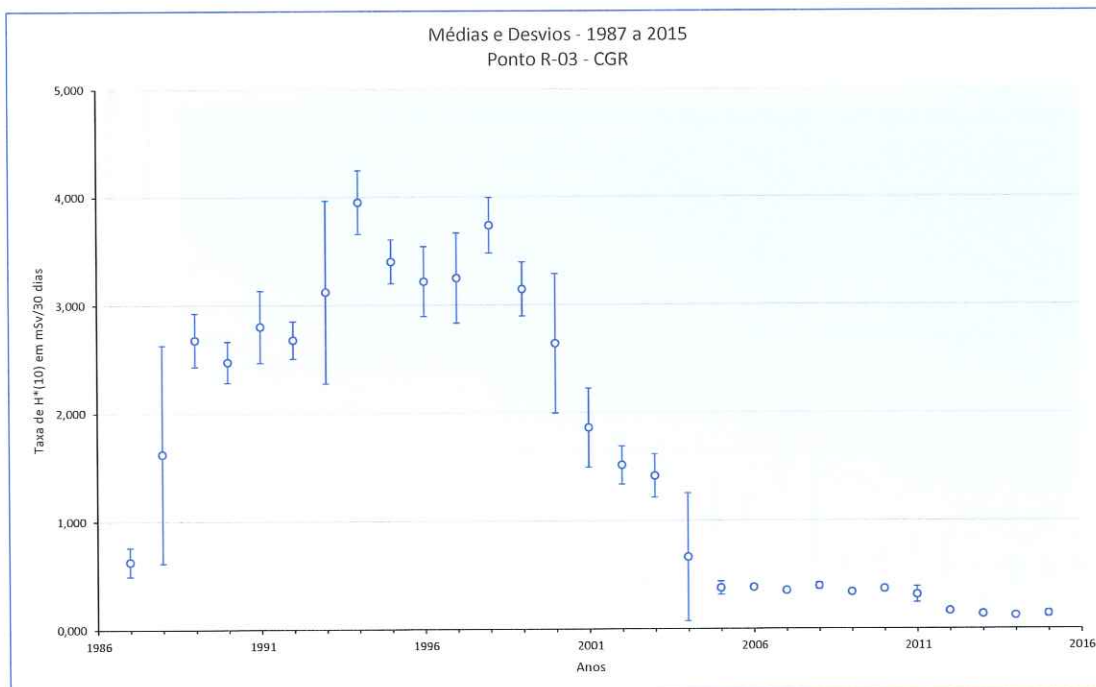


Gráfico 6. Comportamento das médias e desvios de 1987 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-03.

Resultados 2015 - Ponto R04

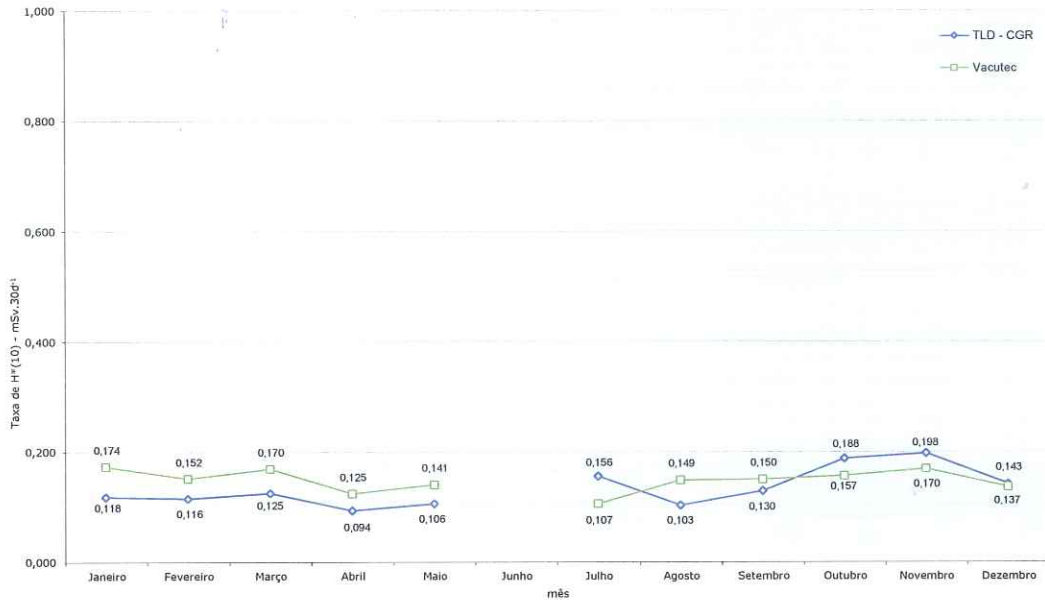


Gráfico 7. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-04 durante o ano de 2015.

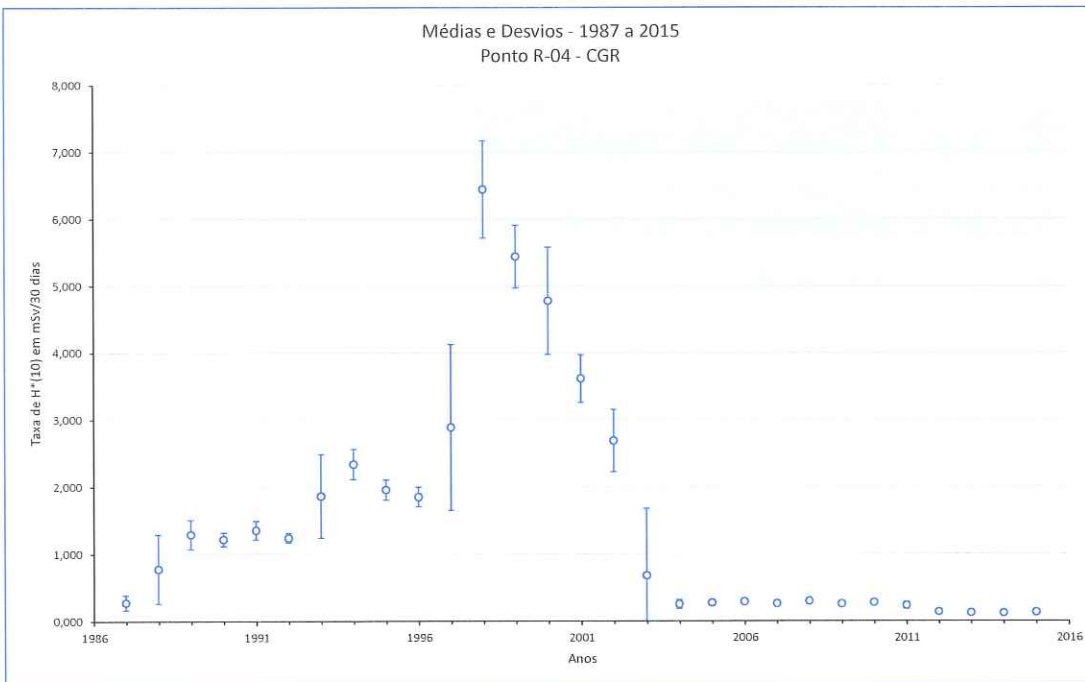


Gráfico 8. Comportamento das médias e desvios de 1987 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-04.

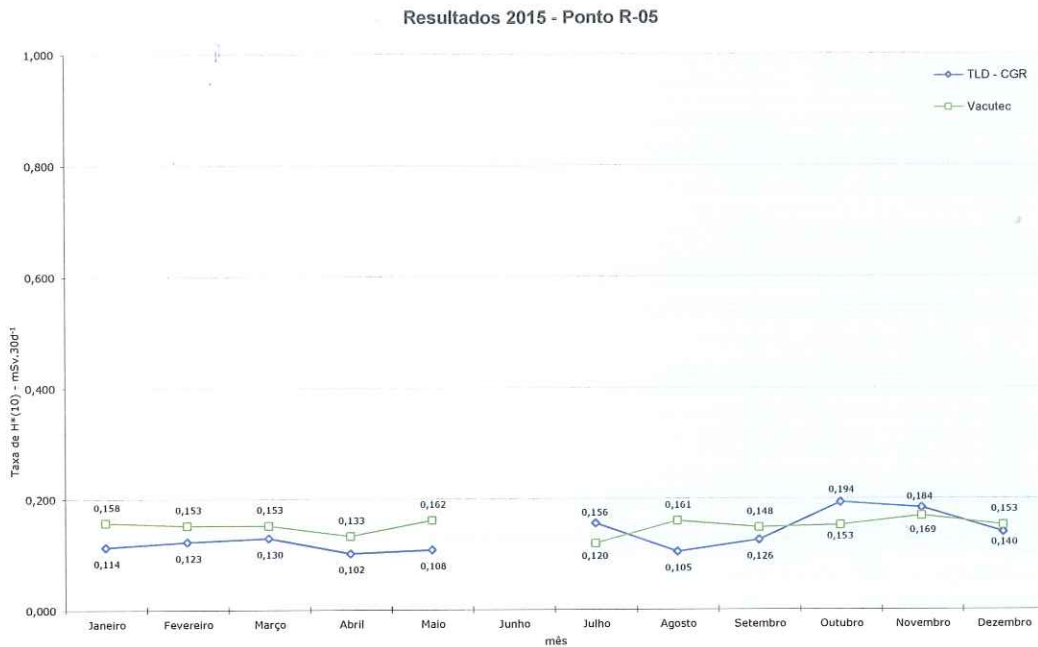


Gráfico 9. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-05 durante o ano de 2015.

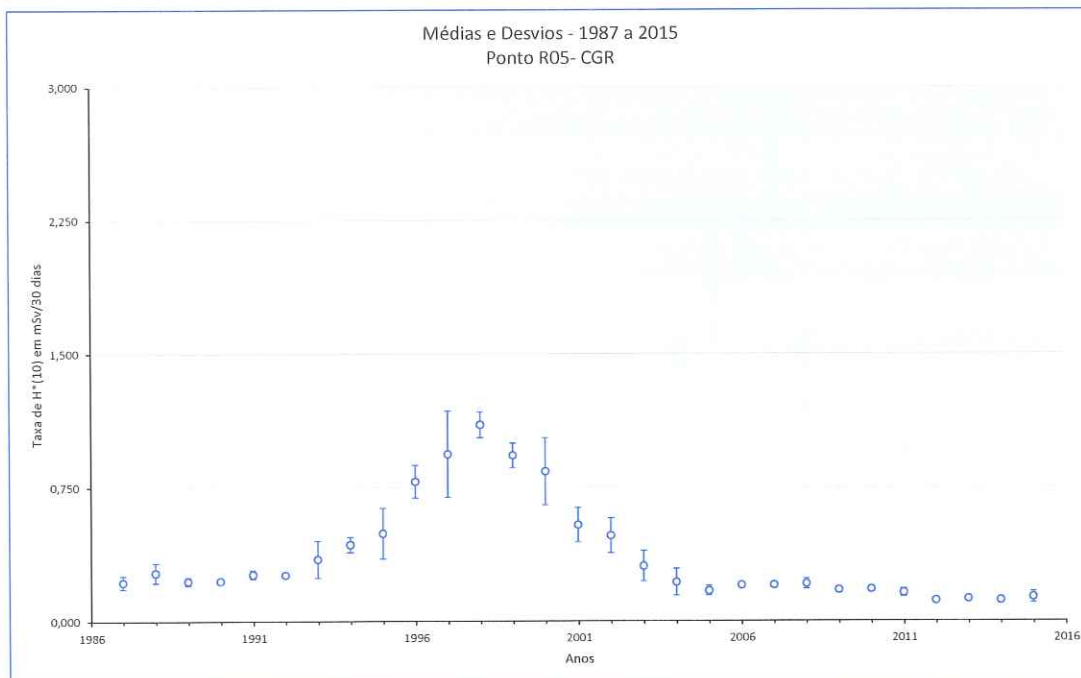


Gráfico 10. Comportamento das médias e desvios de 1987 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-04.

Resultados 2015 - Ponto R06

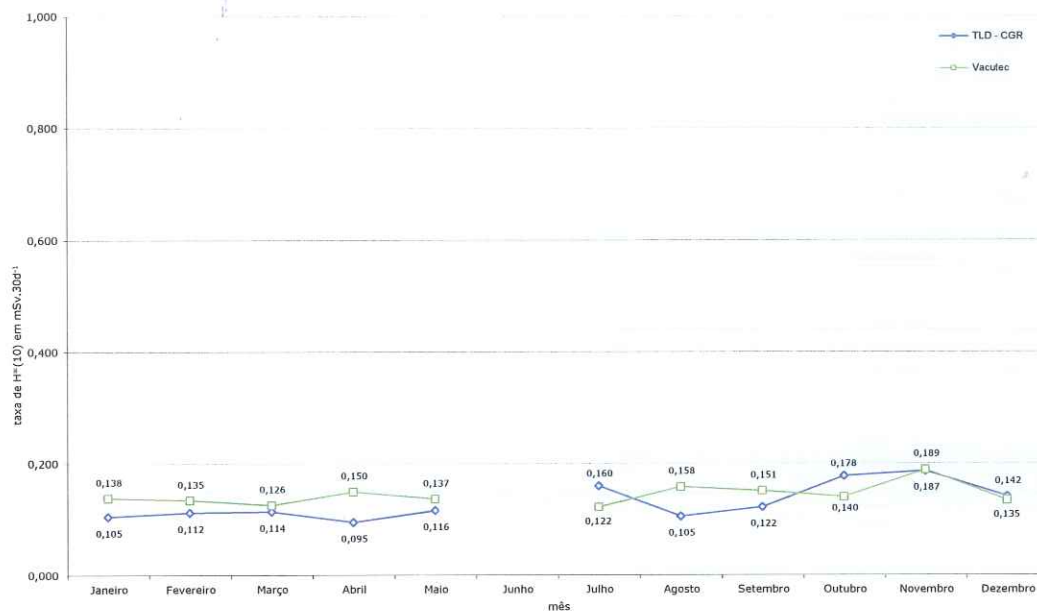


Gráfico 11. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-06 durante o ano de 2015.

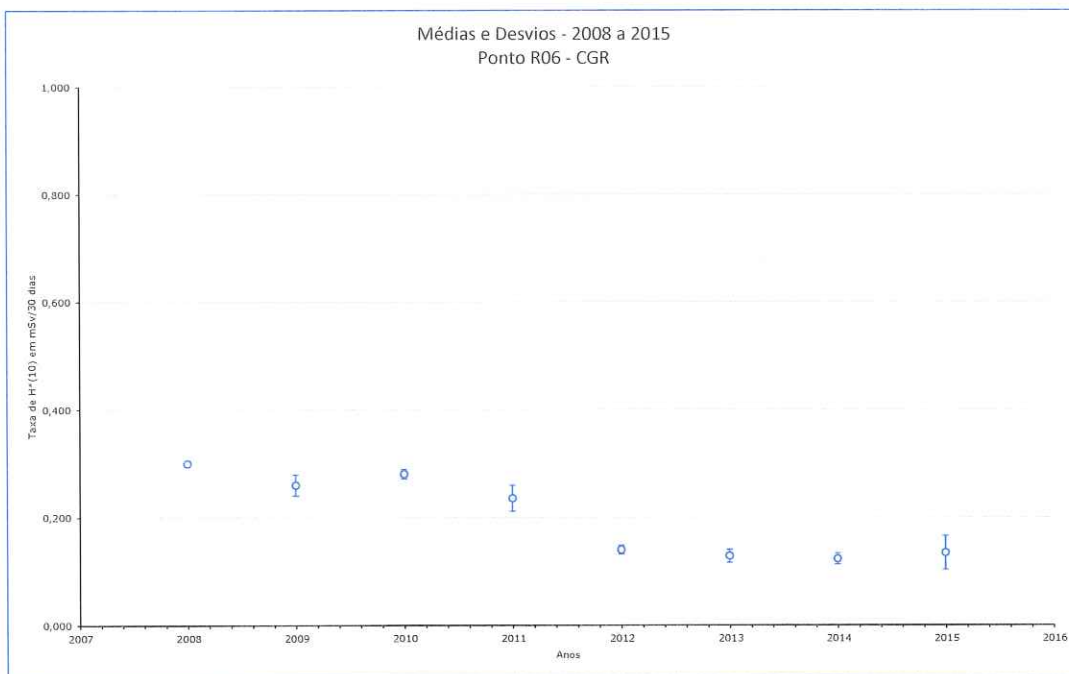


Gráfico 12. Comportamento das médias e desvios de 1987 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto R-06.

Resultados 2015 - Ponto DIGV01

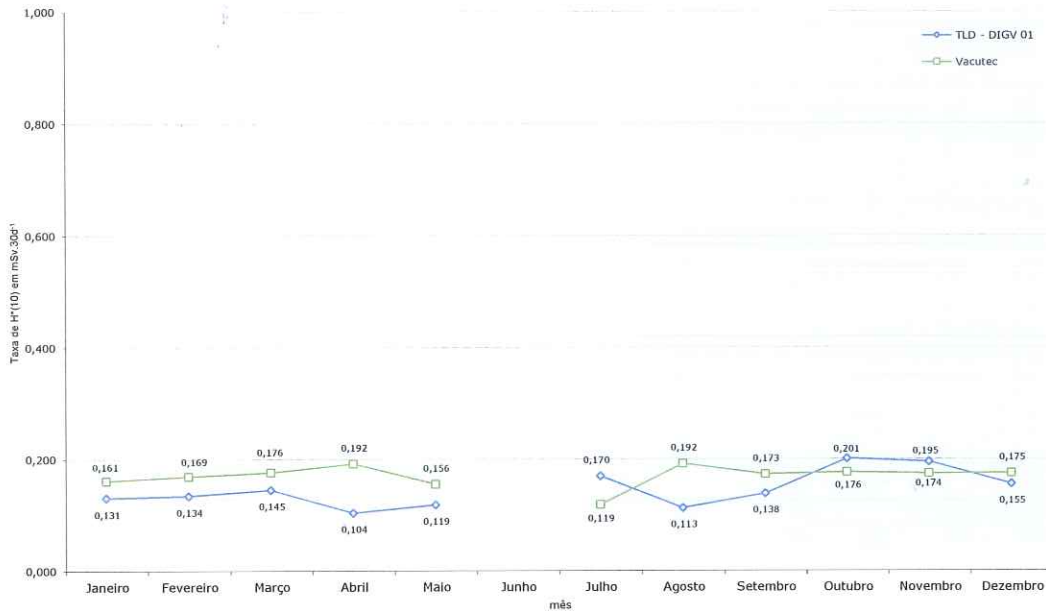


Gráfico 13. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-01 durante o ano de 2015.

Médias e Desvios - 2008 a 2015
Ponto DIGV-01

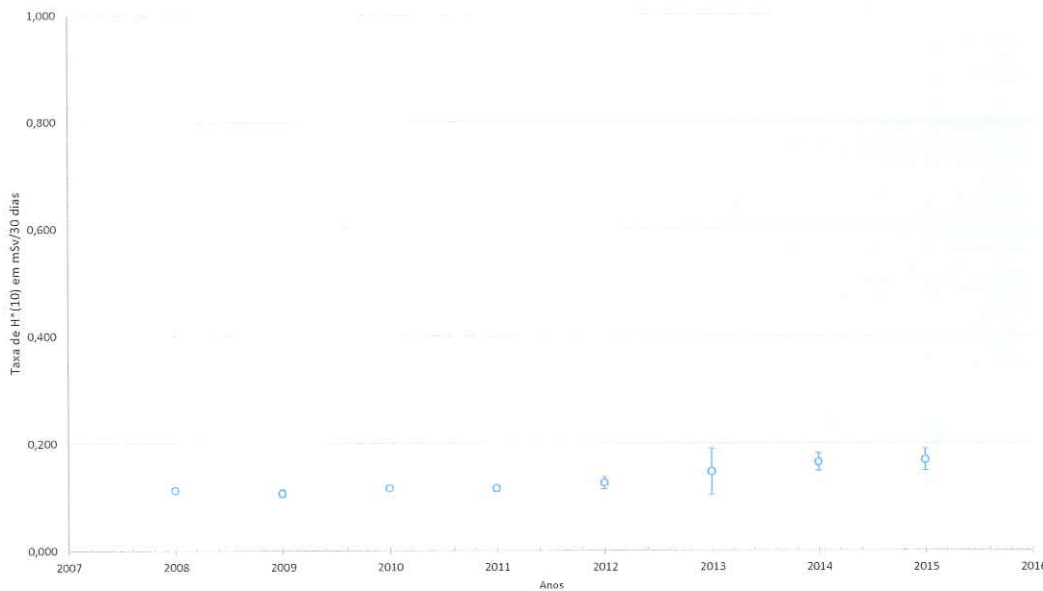


Gráfico 14. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-01.

Resultados 2015 - Ponto DIGV-02

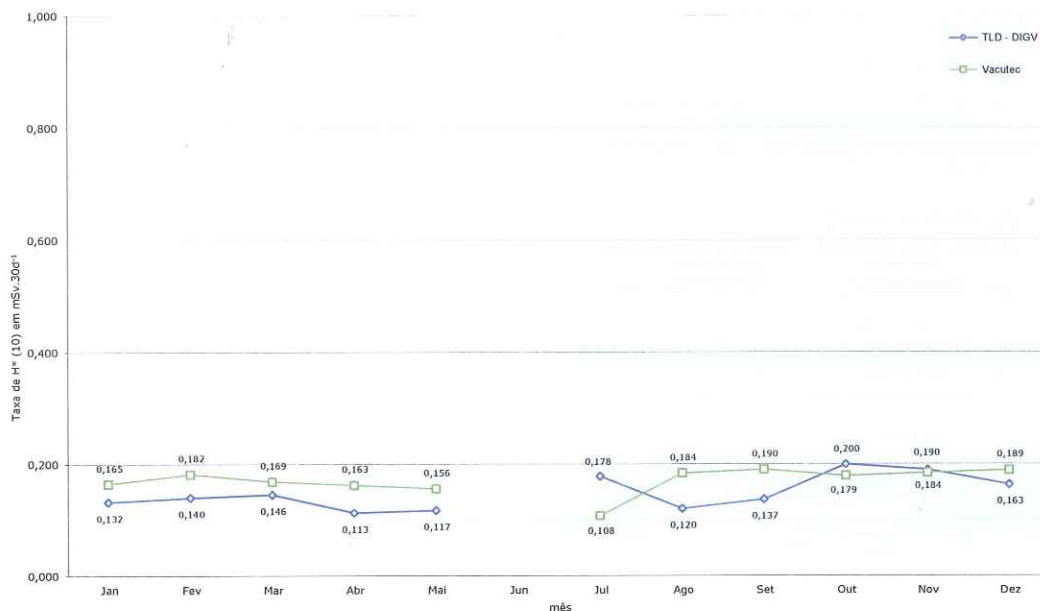


Gráfico 15. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-02 durante o ano de 2015.

**Médias e Desvios - 2008 a 2015
Ponto DIGV-02**

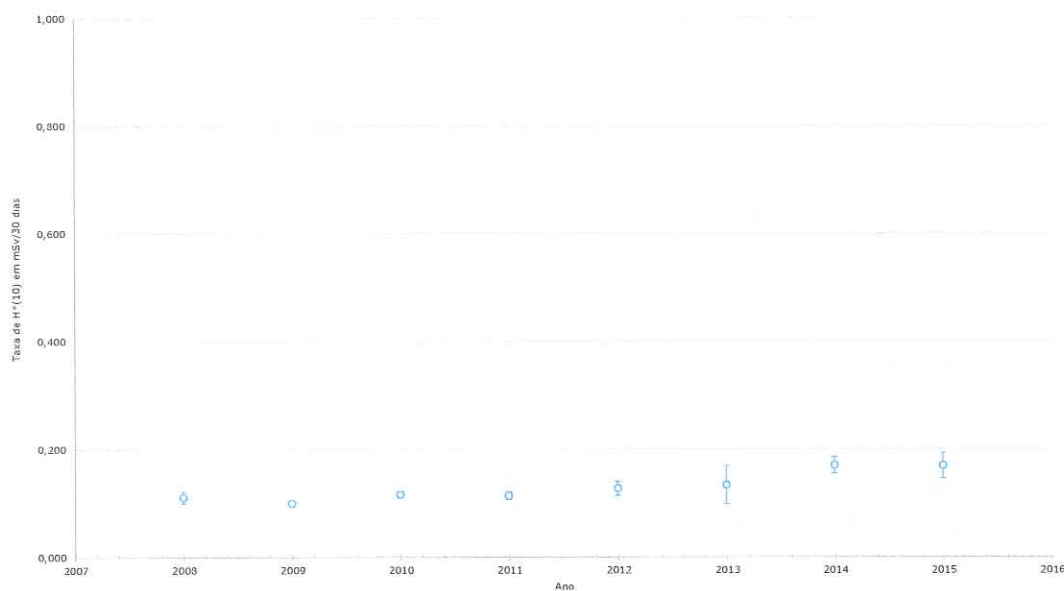


Gráfico 16. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-02.

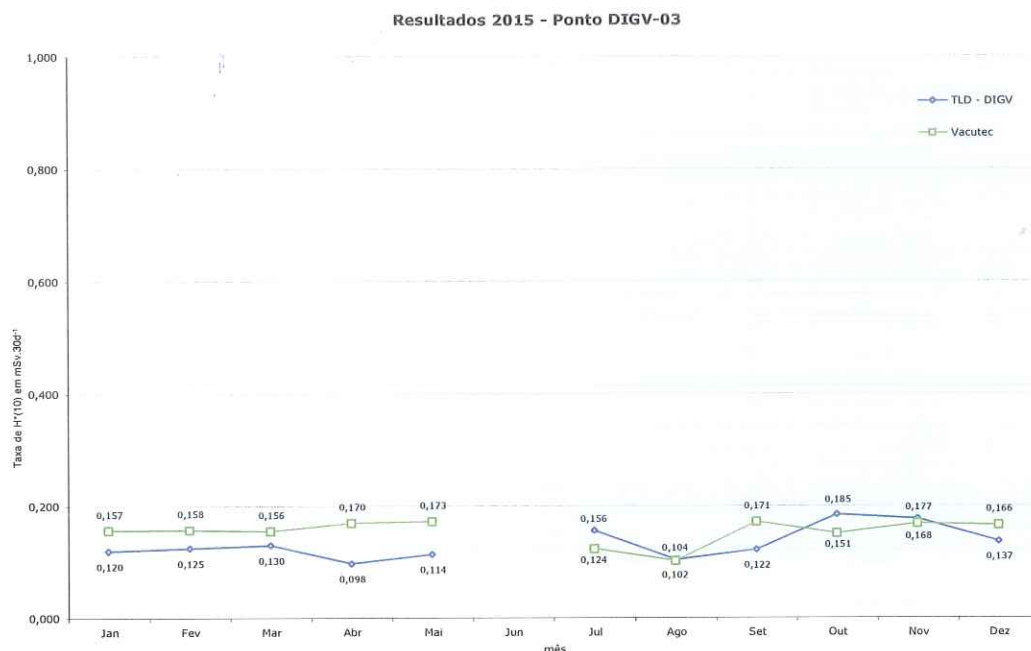


Gráfico 17. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-03 durante o ano de 2015.

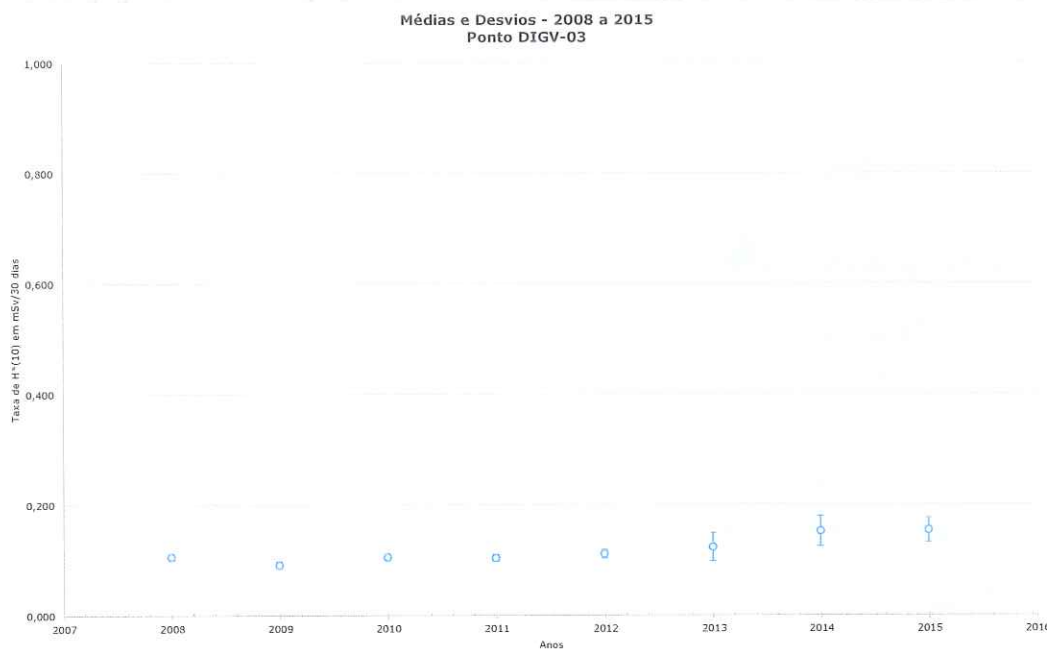


Gráfico 18. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-03.

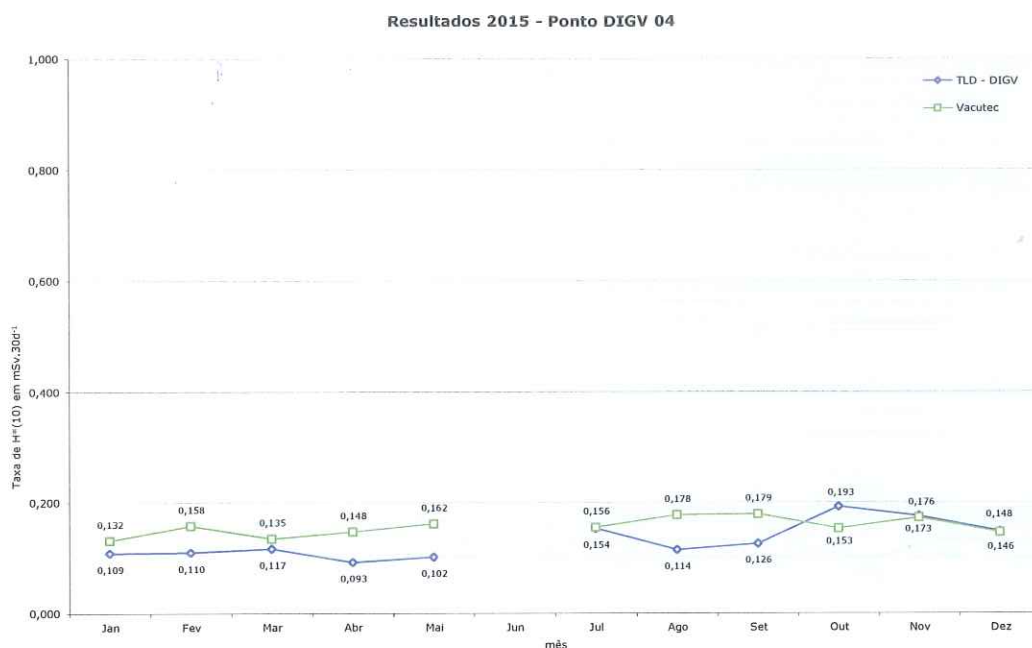


Gráfico 19. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-04 durante o ano de 2015.

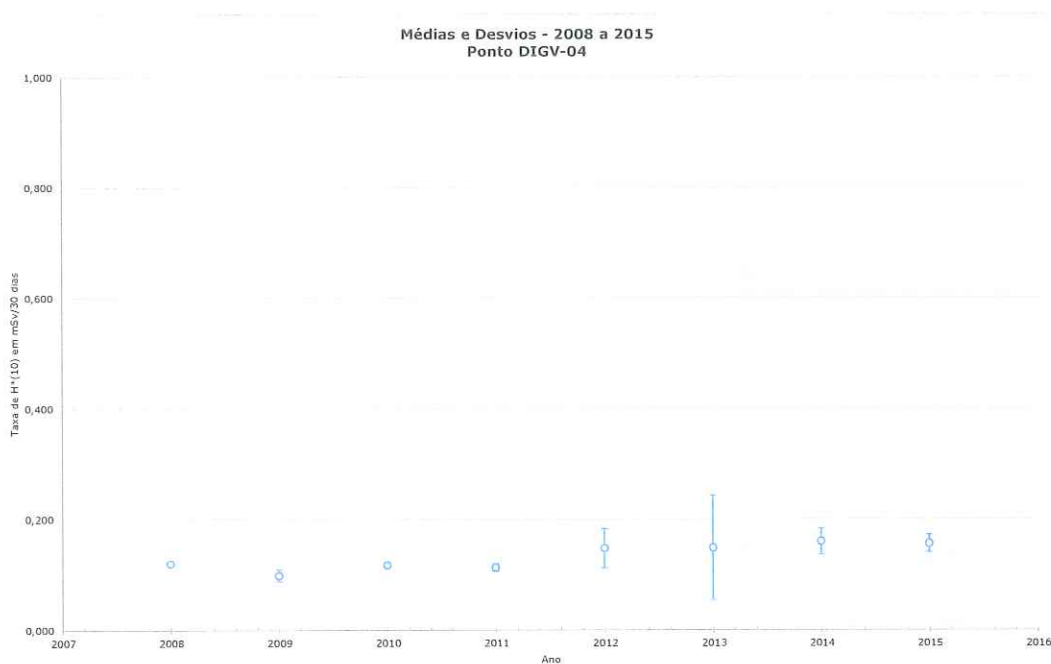


Gráfico 20. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-04.

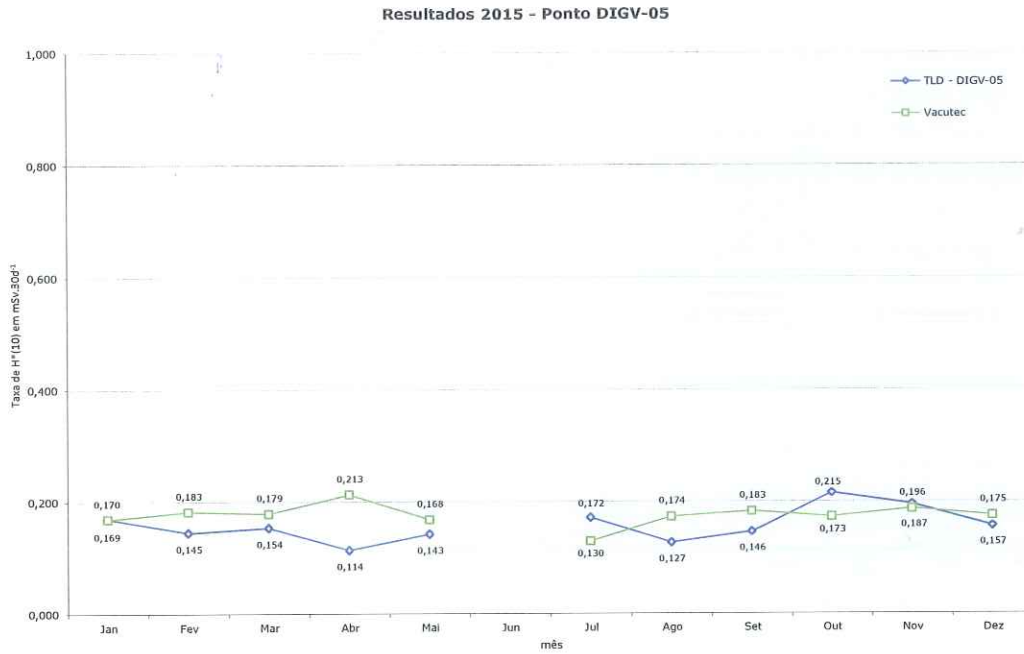


Gráfico 21. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-05 durante o ano de 2015.

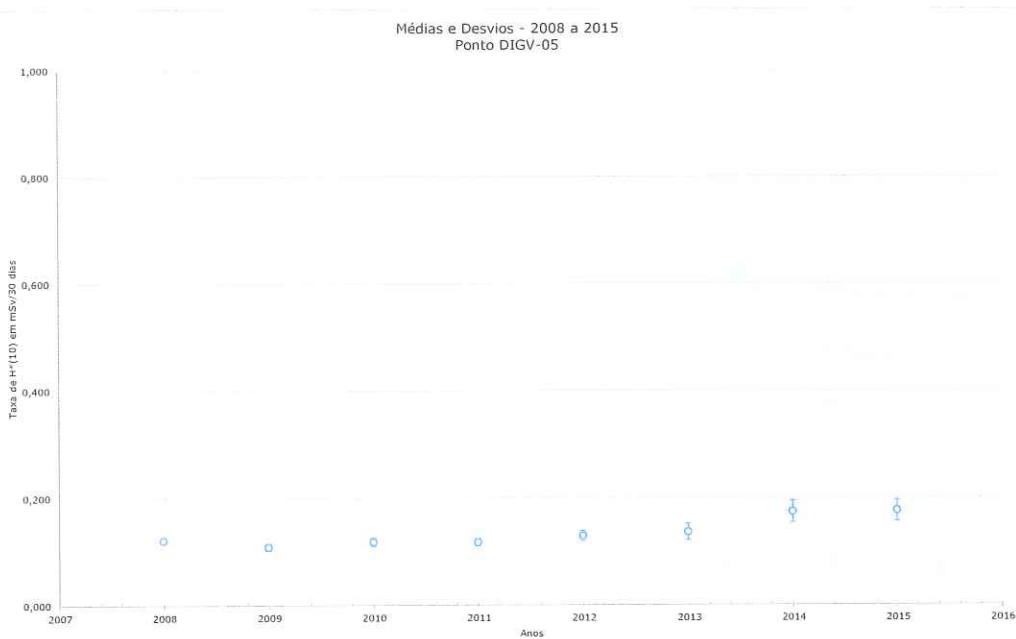


Gráfico 22. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-05.

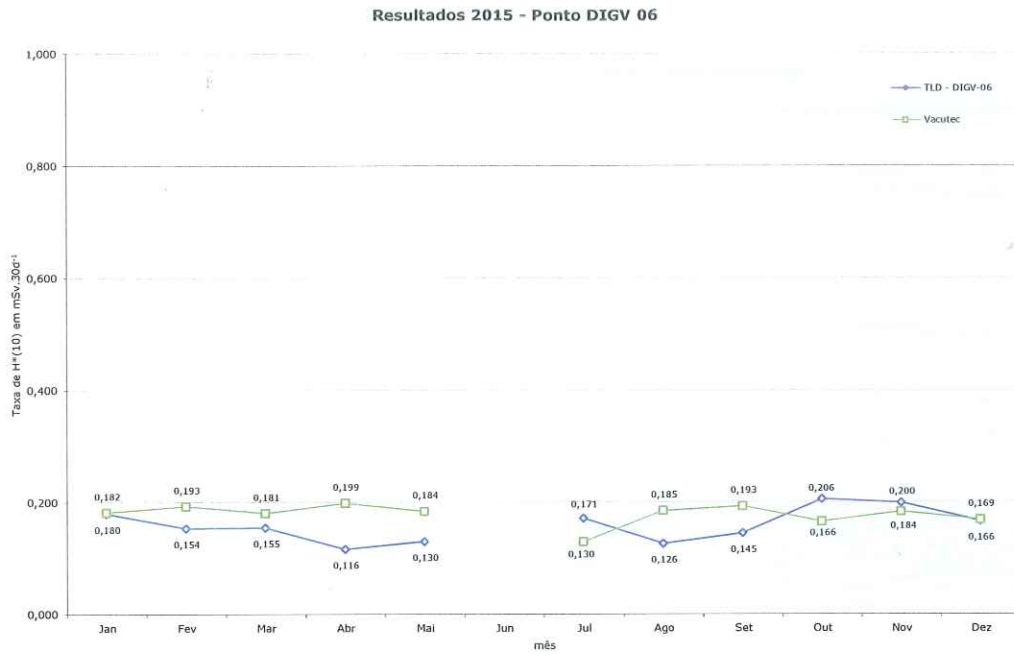


Gráfico 23. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-06 durante o ano de 2015.

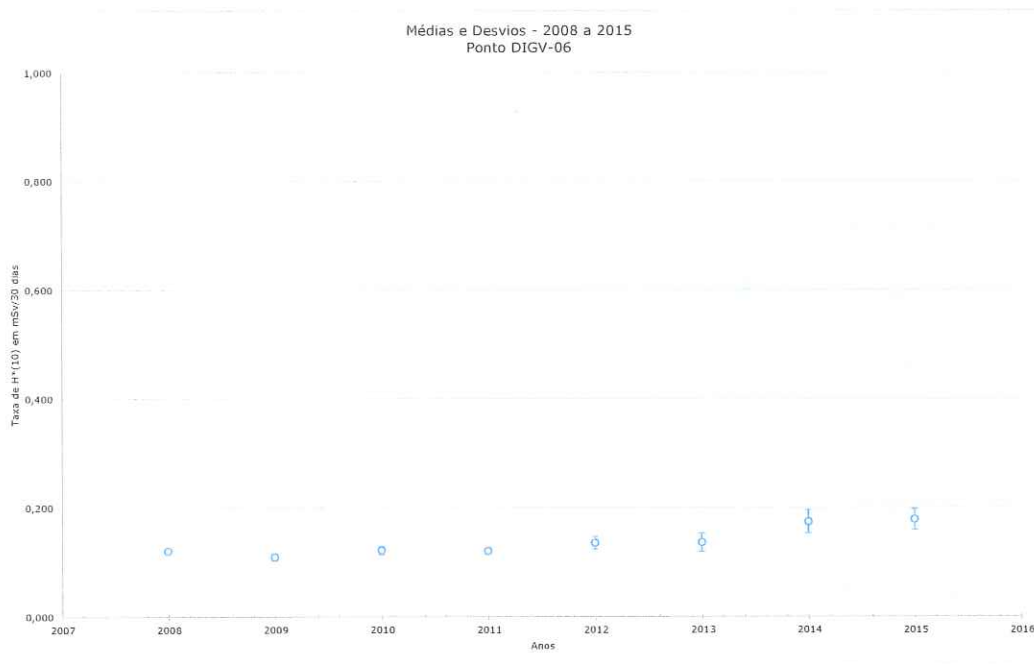


Gráfico 24. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-06.

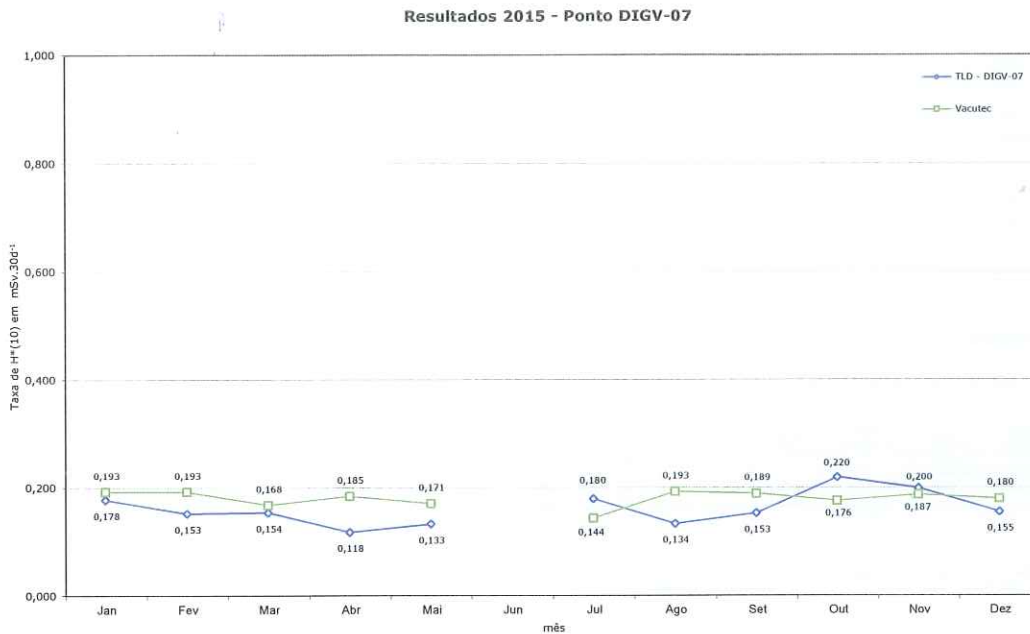


Gráfico 25. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-07 durante o ano de 2015.

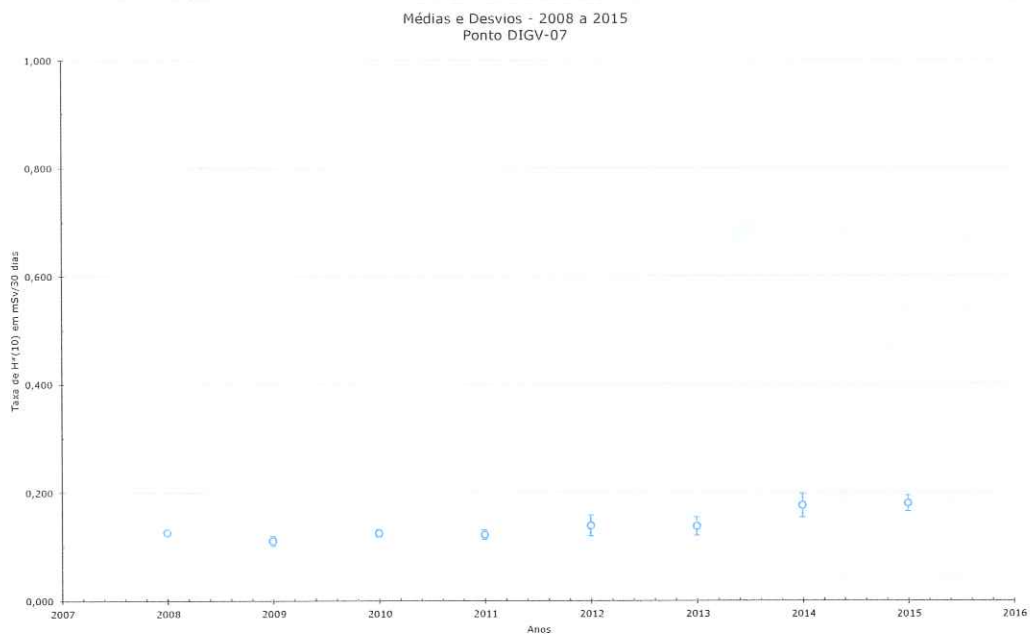


Gráfico 26. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-07.

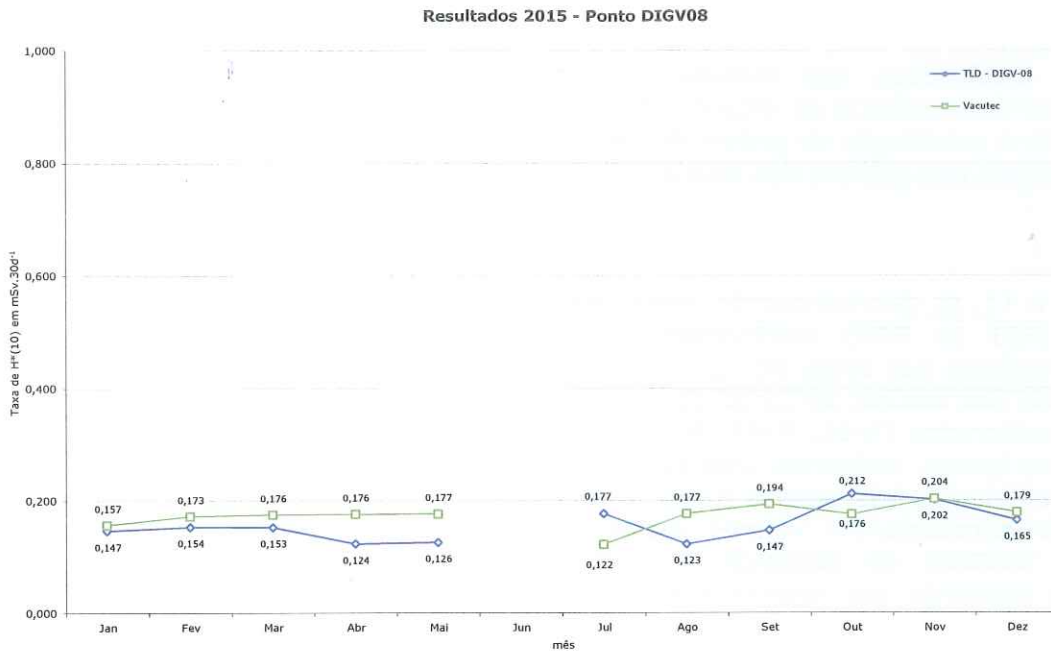


Gráfico 27. Distribuição Mensal de Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-08 durante o ano de 2015.

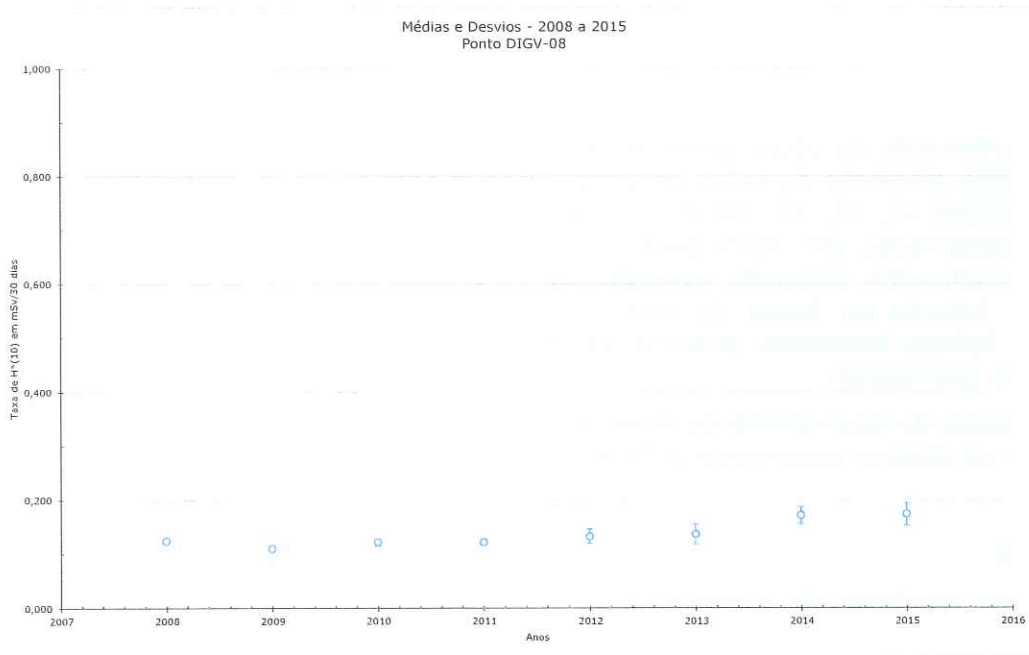


Gráfico 28. Comportamento das médias e desvios de 2008 a 2015, expressos em Taxa de Equivalente de Dose Ambiente no ponto DIGV-08.

3. CONSIDERAÇÕES

Em 2015, no entorno do CGR, todos os pontos de monitoração, do R01 ao R06, apresentaram estabilidade nas medidas das taxas de equivalente de dose ambiente, como consequência da organização dos rejeitos dos depósitos nº 1, 2 e 3, para permitir a construção do prédio do Centro de Monitoração do CGR, como pode ser observado nos gráficos das distribuições mensais (Gráficos 1, 3, 5, 7, 9 e 11).

Nas tabelas 6 a 11, os desvios-padrão, observados em 2015, de todos os pontos monitorados (R01 ao R06) mantiveram-se baixos, indicando uma pequena variação das medidas das taxas de equivalente de dose ambiente, além de uma boa estabilidade nas leituras ao longo do ano. No acumulado, os desvios-padrão dos pontos monitorados (R-01, R-02, R-03, R-04, R-05 e R-06) mantiveram-se estatisticamente baixos, indicando uma pequena variação das medidas das taxas de exposição ambiente. Nas tabelas 8 e 9, referentes aos pontos R03 e R04, os desvios-padrão apresentaram valores maiores como consequência da maior variação das medidas de exposição nos pontos que sofreram as maiores influências do rearranjo dos rejeitos nos depósitos. As médias e as medianas apresentaram, para todos os pontos, valores estatisticamente iguais, significando ter havido uma distribuição uniforme das taxas de exposição.

A composição dos três Depósitos do CGR, em 31.12.2015 está apresentada no Anexo 1.

Em relação à monitoração do DIGV, pode-se observar que, em 2015, as taxas de equivalente de dose ambiente de todos os pontos, apresentaram estabilidade em seus valores (Gráficos 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 e 27). Nas tabelas 12 a 19, os desvios-padrão observados, em 2015, para os pontos monitorados, mantiveram-se baixos, indicando uma pequena variação das medidas, além de uma boa estabilidade nas leituras ao longo do ano. Os desvios-padrão mantiveram-se estatisticamente baixos, indicando pequena variação das taxas de exposição ao longo do ano e no acumulado.

As leituras das taxas de equivalente de dose ambiente foram normalizadas para 30 dias, a fim de se eliminar possíveis interferências durante o período.

4. CONCLUSÕES

Em 2015, os níveis das taxas de equivalente de dose ambiente mensal, em todos os pontos, tanto no CGR quanto no DIGV, apresentaram uma boa estabilidade nas medidas e traduzem, de forma correta, os eventos ocorridos nestes dois locais ao longo do ano de 2015. Os resultados obtidos nesta monitoração indicam que não houve variações nos níveis de taxa de exposição ambiente no entorno das instalações, quando comparadas com o "background" local.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTESI, F.; AVENHAUS, R.; FRANKLIN, M.; SHIPLEY, J.P. **Mathematical and Statistical Methods in Nuclear Safeguards**. Ispra, Itália: Joint Research Centre, 1981.

ELETRONUCLEAR S.A. **Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Inicial de Rejeitos Sólidos de Baixa e Média Atividades**. Relatório Anual, 1997-2013.

_____. **Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Inicial de Rejeitos Sólidos de Baixa e Média Atividades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. Manual de Operação da Usina de Angra I, Procedimento PA-AG 11, Rev. 06, 2014.

_____. **Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Inicial dos Geradores de Vapor da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. Manual de Operação da Usina de Angra I, Procedimento PA-AG 09, Rev. 04, 2014.

_____. **Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Inicial dos Geradores de Vapor da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. Relatório Anual, 2009-2012.

_____. **Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Centro de Gerenciamento de Rejeitos e do Depósito Inicial dos Geradores de Vapor da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. Relatório Anual, 2013.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Inicial de Rejeitos Sólidos de Baixa e Média Atividades**. 1985.

_____. **Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Inicial de Rejeitos Sólidos de Baixa e Média Atividades**. Relatório Anual, 1985-1996.

NATRELLA, M.G. **Experimental Statistics**. Handbook 91. National Bureau of Standards, 1963.

Anexo 1.

Composição do Centro de Gerenciamento de Rejeitos em 31.12.2015

Embalados		2015	Total
Conteúdo	Embalagem		
Filtros	Tambor	6	530
Concentrado de Evaporador	Tambor	0	2.493
	Liner	12	538
Rejeitos não compactados	Tambor	0	503
	Caixa metálica	3	488
Resinas de sistema primário	Tambor	0	534
	Liner	20	247
Resinas de sistema secundario	Tambor	64	827
	Tambor	0	1
Rejeitos compactados	Tambor	31	779
	Tambor	0	198
Inativos	Liner	0	8
	Caixa B-25	----	128
Rejeitos compactados - B-25			
TOTAL		136	7274

Obs.: Foram geradas 128 Caixas B-25, em função da supercompactação de 1.938 tambores (Angra 1) em 2006.

Fonte: DIPR.O