

AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA RADIOLÓGICA



Área mineira da Borralha

Minerália - Minas Geotecnia e Construções LDA

Relatório

Laboratório de Radioatividade Natural

Abril de 2025

Equipa

Professor Alcides Pereira – Coordenador

Mestre Filipa Domingos

Mestre Gustavo Santiago Luís

Conteúdos

1.	Introdução	2
2.	Enquadramento geológico	3
3.	Métodos e técnicas.....	4
3.1.	Determinação da taxa de dose por exposição à radiação gama.....	4
3.1.1.	Interpolação da taxa de dose por exposição à radiação gama	5
3.2.	Determinação da atividade alfa e beta total em amostras de água	6
4.	Resultados obtidos.....	8
4.1.	Taxa de dose por exposição à radiação gama.....	8
4.2.	Concentração de atividade de alfa e beta total em águas.....	10
5.	Considerações finais	11
	Referências.....	12
	Anexo A	13

1. Introdução

Ao abrigo do contrato de prestação de serviços com a empresa Minerália - Minas Geotecnia e Construções LDA, efetuaram-se trabalhos de avaliação da segurança radiológica em áreas da sua concessão, que sita na localidade da Borralha, freguesia de Salto, concelho de Montalegre.

Os trabalhos desenvolvidos visam uma caracterização radiológica de detalhe, com o objetivo de estabelecer um nível de base radiológico da área de concessão antes de possíveis futuras intervenções antrópicas, através de práticas industriais que envolvem material radioativo natural. Tais práticas encontram-se abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 108/2018 de 3 de dezembro (quadro legal em vigor à data da elaboração do presente relatório), encontrando-se por isso sujeitas a uma avaliação de segurança radiológica.

Tendo em consideração a natureza extrativa de minérios que não urânio proposta para a área de concessão em apreço, na presente avaliação de segurança radiológica foi considerada a exposição à radiação externa, tendo esta sido avaliada através da taxa de dose por exposição à radiação gama, bem como a exposição à radiação ionizante por via de ingestão das águas naturais que ocorrem na sub-bacia hidrográfica direta ou indiretamente sob influência da área de concessão.

2. Enquadramento geológico

A área concessionada à empresa Minerália abrange a antiga área mineira da Borralha, de onde, entre 1903 e 1986, foram extraídos minérios maioritariamente de tungsténio, mas também de estanho e molibdénio, entre outros metais associados. A área mineira localiza-se na transição entre a Zona Centro-Ibérica e a Zona da Galiza - Trás-os-Montes. As explorações centraram-se essencialmente nas rochas metassedimentares de idade silúrica, que bordeiam em contacto diferentes rochas graníticas variscas sin-orogénicas. As ocorrências de mineralização encontram-se associadas a veios de quartzo enriquecidos em volframite e scheelite. Previsivelmente ocorrem também volumes consideráveis de mineralização disseminada nas brechas de grande imponentia, de onde se destaca a designada Brecha de Santa Helena. Esta é um estrutura geológica sub-vertical com orientação N-S, que corta transversalmente o contacto entre as rochas graníticas e as rochas metassedimentares. É nesta brecha que, no presente, a empresa pretende centrar os seus possíveis trabalhos de exploração.

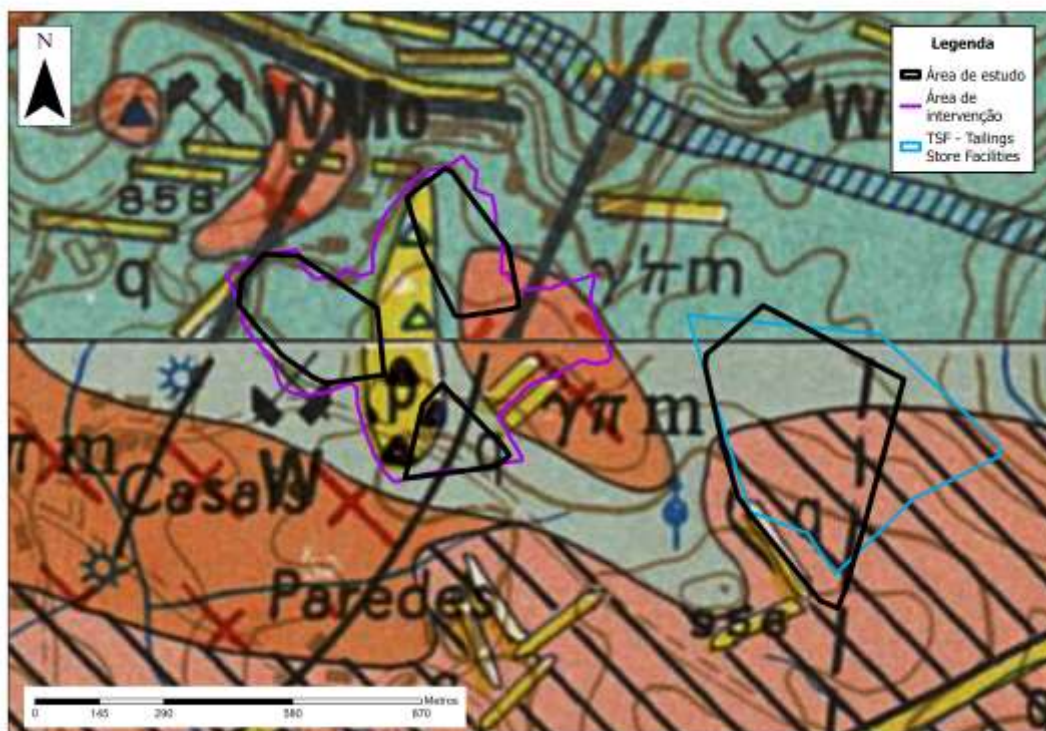


Figura 1 – Excerto das cartas geológica à escala 1:50 000, 06-A – Montalegre (LNEG, 1982) e 06-C – Cabeceiras de Basto (LNEG, 1992). A verde as rochas metassedimentares, a cores de tom vermelho as rochas graníticas e a amarelo as brechas.

3. Métodos e técnicas

3.1. Determinação da taxa de dose por exposição à radiação gama

O levantamento radiométrico da taxa de dose por exposição à radiação gama foi executado com suporte num espectrómetro de raios-gama portátil, equipado com um detetor de Óxido de Germanato de Bismuto, com 103 cm³. Para a execução de cada determinação o detetor foi colocado a uma altura estandardizada de 1 m do solo e a medição compreende um intervalo de tempo de 60 s. Neste intervalo, o detetor regista a quantidade e respetiva energia da radiação ionizante que colide com este. Os resultados expressam-se em nGy/h e estima-se que o erro médio seja de 20% do valor apurado em cada ponto. O equipamento encontra-se devidamente calibrado através da participação em ensaios de intercomparação internacionais, que permitem a determinação de um fator de correção aplicado a todas as medições efetuadas. Na figura 2 encontra-se uma fotografia exemplificativa de como o equipamento é montado e mantido de acordo com as condições estabelecidas no protocolo.



Figura 2 – Fotografias descritivas do protocolo de medição - tripé equipado com espectrómetro de raios-gama portátil a 1 metro do terreno.

O levantamento radiométrico foi efetuado com o auxílio de toda a informação disponível e digitalizada num tablet de campo, provido de software de SIG e equipado com GPS, o que permite *in-loco* e em tempo real digitalizar todos os pontos de amostragem, os quais se encontram projetados na figura 3.

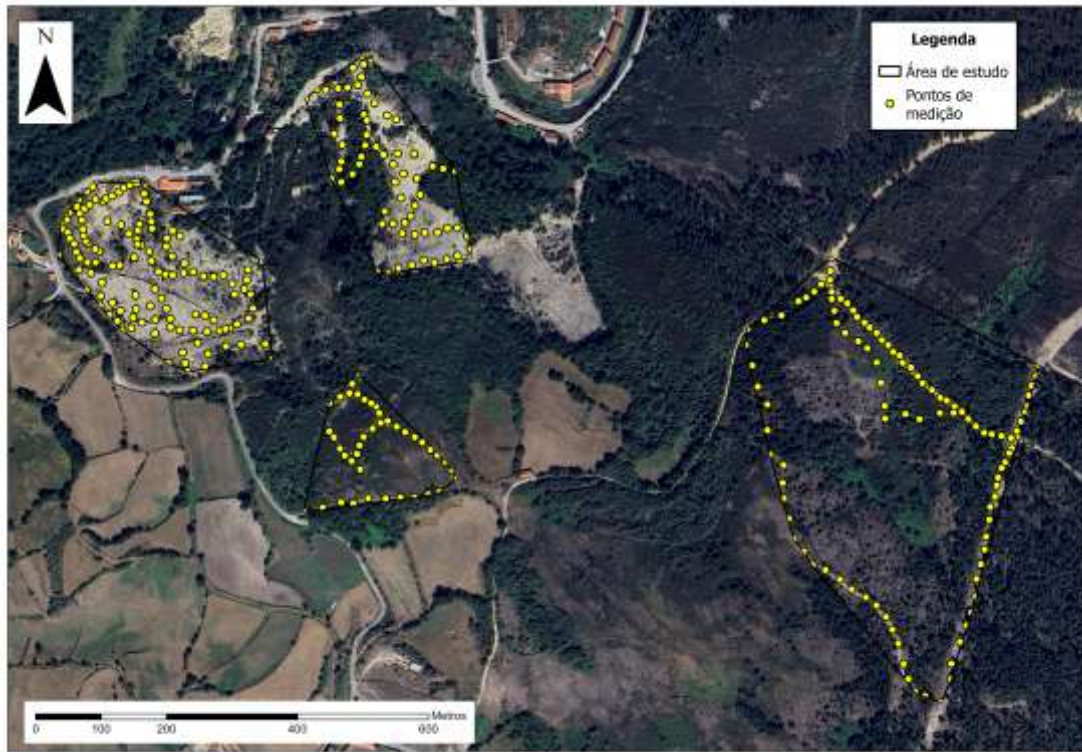


Figura 3 – Localização dos pontos de medição da taxa de dose por exposição à radiação gama.

3.1.1. Interpolação da taxa de dose por exposição à radiação gama

O conjunto de dados de cada área foi utilizado para interpolar uma superfície contínua de valores da taxa de dose por exposição à radiação gama, permitindo assim avaliar a variabilidade espacial. Para tal foi utilizada a técnica Empirical Bayesian Kriging (EBK), que permite a automação do processo que envolve a análise geoestatística, dado que os dados se adequam à sua aplicação de forma robusta. Foram utilizados 100 dados com um fator de sobreposição de 1 para correr 100 simulações, de onde resultaram as interpolações apresentadas no presente relatório.

3.2. Determinação da atividade alfa e beta total em amostras de água

Foi recolhido um total de 21 amostras de água, em garrafas PET, para a determinação de alfa e beta total de acordo com as localizações projetadas na figura 4; tratam-se na sua maioria de águas subterrâneas, mas o acervo amostrado inclui também águas superficiais. As amostras foram transportadas para o Laboratório de Radioatividade Natural da Universidade de Coimbra, acreditado de acordo com a norma ISO/IEC 17025, onde foram realizados os respetivos ensaios de acordo com a norma ISO 11704 vigente à data da execução dos ensaios.

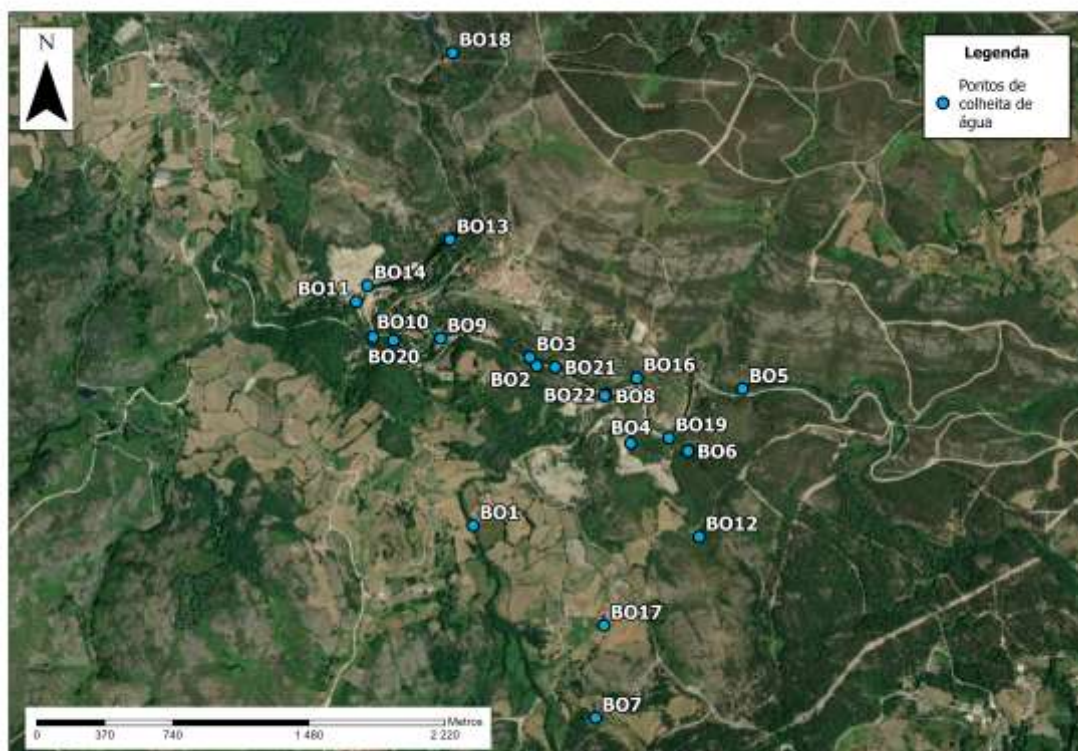


Figura 4 – Localização dos pontos de colheita de água para a realização de ensaios de alfa e beta total.

O procedimento técnico consiste na pré-concentração da amostra na razão 10:1, de onde são transferidas 8 g para um *vial* PET e adicionadas 12 g de um cocktail de cintilação miscível com água (Ultima Gold AB). Os *vials* são armazenadas durante um período de pelo menos 3 horas para que a solução estabilize, antes de serem introduzidos no

equipamento de medição. A medição é efetuada num contador de cintilação líquida, Quantulus 6220 GCT (LRN.040.00), devidamente calibrado para alfa total, beta total e sua respetiva separação, com padrões de Am-241 e Sr-90/Y-90. O mesmo equipamento segue todas as medidas de controlo de qualidade do laboratório, de onde se destaca o controlo periódico com padrão radioativo apropriado e periodicamente a realização de ensaios de “branco” e de “duplicados”.

4. Resultados obtidos

4.1. Taxa de dose por exposição à radiação gama

Os resultados em bruto da taxa de dose por exposição à radiação gama, medidos no terreno e devidamente corrigidos com o fator de calibração do equipamento, são apresentados na tabela do Anexo A, tendo sido amostrado um total de 336 pontos.

O histograma da taxa de exposição à radiação gama (figura 5) indica que a distribuição dos dados totais se aproxima de uma única distribuição, aproximadamente normal, com assimetria positiva. Contudo, a sua interpretação visual sugere que possam coexistir diferentes populações de dados (grupos), que se intersejam, de onde se destacam as modas locais dos intervalos: i) 107-117 nGy/h; ii) 137-147 nGy/h; e iii) 187-197 nGy/h.



Figura 5 – Histograma da taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama, em nGy/h.

O valor médio de taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama é de 140 ± 26 nGy/h (coeficiente de variação de 19%). Os valores encontrados no terreno variam entre 87 nGy/h e 245 nGy/h, com tendência para os valores mais baixos, conforme indicado pela assimetria positiva acima identificada. Estes valores enquadram-se dentro do intervalo de variação para o mesmo parâmetro obtido no território continental para

litologias similares em áreas onde estão ausentes mineralizações significativas de minerais radioativos, em particular com U na sua composição química.

Dadas as propriedades estatísticas dos dados, verifica-se que os mesmos são adequados para a aplicação de técnicas geoestatísticas de *kriging*, nomeadamente o *Empirical Bayesian Kriging*. O resultado das interpolações dos valores de taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama, para cada uma das áreas em estudo, é apresentado na figura 6.

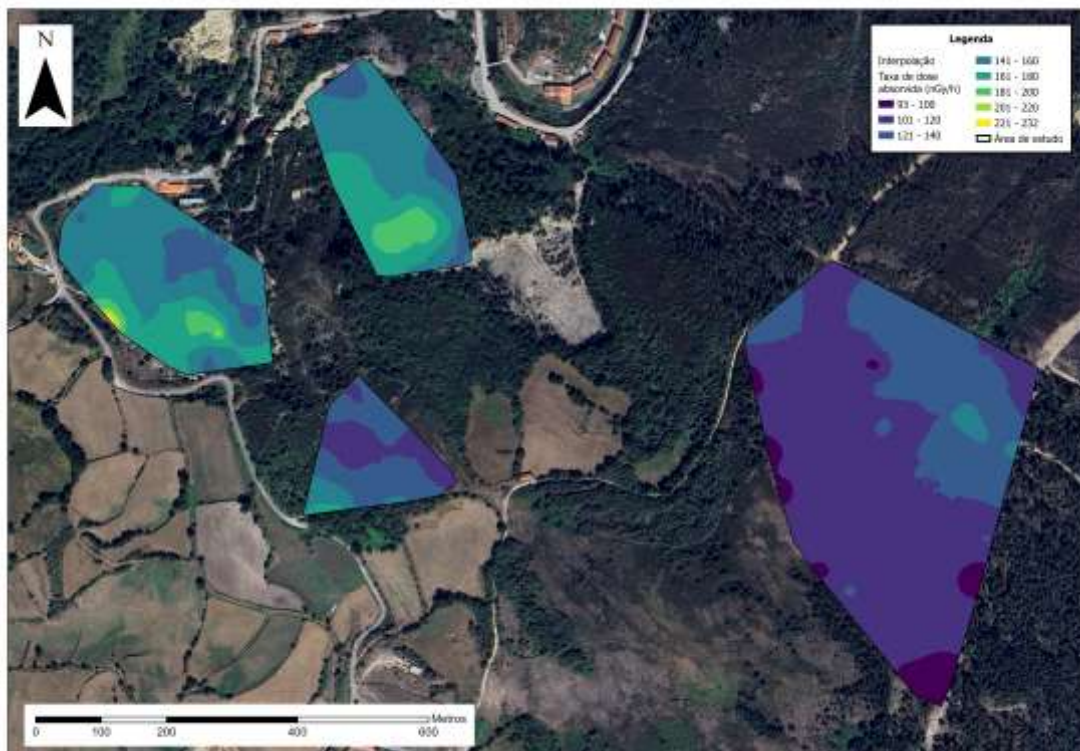


Figura 6 – Interpolação da taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama.

É notória alguma heterogeneidade espacial da taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama. Numa perspetiva mais ampla, observa-se uma tendência de um ligeiro incremento de radiação gama nas duas áreas a noroeste, afetas às escombrelas da antiga área mineira e próximas da Brecha de Santa Helena. Numa perspetiva mais local e de pormenor, dentro dessas mesmas áreas e a noroeste onde se encontram as escombrelas, regista-se também alguma heterogeneidade espacial. No geral, deteta-se um incremento gradual à medida que nos aproximamos das áreas predominantes graníticas que, tendencialmente, ocorrem a cotas mais elevadas e emitindo fluxos de radiação gama mais

elevados. É frequente nas áreas em estudo a ocorrência de transições bruscas entre os metassedimentos e os granitos, com misturas de ambas as litologias intercaladas.

4.2. Concentração de atividade em alfa e beta total em águas

Os resultados obtidos expõem-se na tabela 1 verificando-se que em nenhuma das situações as concentrações de atividade dos parâmetros analisados são superiores aos valores de referência citados na legislação sobre águas de consumo humano (0,1 Bq/L e 1,0 Bq/L, para alfa total e beta total, respetivamente). Os valores apurados em ambos os casos variam de abaixo dos limites de deteção das técnicas utilizadas até aos máximos de 0,1 Bq/L e 0,58 Bq/L, respetivamente para cada um dos parâmetros atrás citados. Assim, e de acordo com o protocolo estabelecido para as águas de consumo (Decreto-Lei nº 23/2016 de 3 de junho), não se justifica a identificação e quantificação de radioisótopos sendo possível inferir dos resultados obtidos que estes, a ocorrerem nas amostras estudadas, estarão presentes em quantitativos residuais.

Tabela 1 – Concentrações de atividade dos parâmetros alfa total e beta total em amostras de água e respetiva localização.

ID	Data de colheita	Atividade de alfa total (Bq/L)	Incerteza de alfa total (Bq/L)	Atividade de beta total (Bq/L)	Incerteza de beta total (Bq/L)	X	Y
BO1	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,97919	41,64775
BO2	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,97609	41,65358
BO3	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,97643	41,6539
BO4	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,9715	41,65076
BO5	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,96604	41,65274
BO6	03/03/2025	0,06	0,04	0,21	0,13	-7,96869	41,65047
BO7	03/03/2025	0,08	0,04	0,21	0,12	-7,97322	41,64074
BO8	03/03/2025	0,07	0,04	0,27	0,11	-7,97269	41,65254
BO9	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,98078	41,65458
BO10	03/03/2025	0,10	0,04	0,12	0,09	-7,98407	41,65463
BO11	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,9849	41,65593
BO12	03/03/2025	0,06	0,03	0,30	0,11	-7,96815	41,64735
BO13	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,98031	41,65819
BO14	03/03/2025	0,10	0,04	0,20	0,1	-7,98435	41,65652
BO16	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,97119	41,65314
BO17	03/03/2025	0,10	0,04	0,58	0,15	-7,9728	41,64411
BO18	03/03/2025	0,06	0,04	0,16	0,1	-7,98019	41,66501
BO19	03/03/2025	0,05	0,04	0,13	0,11	-7,96963	41,65095
BO20	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,98307	41,65452
BO21	03/03/2025	<LD	<LD	<LD	<LD	-7,97519	41,65354
BO22	03/03/2025	0,05	0,03	0,12	0,08	-7,97277	41,6525

5. Considerações finais

A avaliação da segurança radiológica na área em estudo, e de acordo com o solicitado pela Agência Portuguesa do Ambiente, foi efetuada com suporte na medição na taxa de débito de dose por exposição à radiação gama em algumas centenas de locais e através da avaliação dos radioisótopos presentes em águas da bacia hidrográfica, neste último caso as medições tiveram por objeto cerca de duas dezenas de amostras.

Os resultados obtidos indicam que o nível exposição à radiação gama é o expectável para áreas com mistura de rochas metassedimentares paleozóicas e rochas graníticas variscas onde o potencial de remobilização de urânio é baixo. Os dados obtidos nas águas vão de par com os dados da radiação externa indicando que não é detetada remobilização significativa dos radioisótopos e transporte pelas águas da rede hidrográfica (subterrâneas e superficiais). Dada a existência na zona de escombrelas associadas aos trabalhos mineiros no passado, e dos resultados agora obtidos, aqueles materiais não terão contribuído de forma significativa para alterar o padrão de distribuição dos elementos radioativos, com relevo naturalmente para o urânio.

Alcides José Sousa Castilho Pereira
Professor Catedrático e Diretor
Laboratório de Radioatividade Natural

Referências

Ávila Martins J., Noronha, F. (1982). Carta geológica de Portugal à escala 1:50 000 -
Folha 06-A – Montalegre.

Decreto-Lei nº 23/2016 de 3 de junho - Requisitos para a proteção da saúde do público em
geral no que diz respeito às substâncias radioativas presentes na água destinada ao
consumo humano, D.R. Série I de 2016-02-03, pp 362 – 362

Noronha, F. (1992). Carta geológica de Portugal à escala 1:50 000 - Folha 06-C –
Cabeceira de Basto.

Anexo A

Tabela A.1 – Dados da taxa de dose absorvida por exposição a radiação gama

ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama	ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama
1	-7,97609	41,65050	135,4	35	-7,97550	41,65049	172,5
2	-7,97611	41,65046	134,9	36	-7,97538	41,65048	150,2
3	-7,97619	41,65041	133,4	37	-7,97540	41,65038	154,3
4	-7,97630	41,65032	149,6	38	-7,97537	41,65030	156,5
5	-7,97632	41,65025	145,2	39	-7,97532	41,65017	150,1
6	-7,97643	41,65019	147,7	40	-7,97530	41,65010	151,3
7	-7,97648	41,65016	141,8	41	-7,97529	41,65002	155,3
8	-7,97646	41,65011	147,9	42	-7,97547	41,65007	146,2
9	-7,97654	41,65008	129,6	43	-7,97549	41,65000	144,2
10	-7,97652	41,65002	148,9	44	-7,97550	41,64991	152,8
11	-7,97645	41,64998	138,5	45	-7,97544	41,64986	139,4
12	-7,97642	41,64992	146,9	46	-7,97533	41,64979	153,6
13	-7,97636	41,64987	152,5	47	-7,97530	41,64969	144,0
14	-7,97633	41,64979	156,0	48	-7,97520	41,64958	147,6
15	-7,97628	41,64972	157,9	49	-7,97511	41,64956	139,6
16	-7,97618	41,64968	163,1	50	-7,97501	41,64955	129,7
17	-7,97607	41,64968	161,5	51	-7,97486	41,64957	148,9
18	-7,97602	41,64979	162,8	52	-7,97473	41,64958	142,5
19	-7,97607	41,64981	146,8	53	-7,97459	41,64954	147,5
20	-7,97617	41,64987	149,7	54	-7,97445	41,64953	147,5
21	-7,97620	41,64990	160,3	55	-7,97431	41,64955	127,4
22	-7,97623	41,64995	147,3	56	-7,97419	41,64946	134,7
23	-7,97624	41,65002	150,0	57	-7,97416	41,64935	128,0
24	-7,97626	41,65011	137,7	58	-7,97403	41,64940	168,2
25	-7,97629	41,65018	132,2	59	-7,97399	41,64950	144,8
26	-7,97622	41,65023	138,1	60	-7,97398	41,64960	151,0
27	-7,97615	41,65027	146,3	61	-7,97378	41,64969	139,5
28	-7,97607	41,65032	147,8	62	-7,97394	41,64935	142,7
29	-7,97596	41,65030	151,0	63	-7,97391	41,64921	137,0
30	-7,97592	41,65033	156,6	64	-7,97397	41,64910	123,3
31	-7,97584	41,65036	169,1	65	-7,97413	41,64905	154,0
32	-7,97575	41,65040	165,8	66	-7,97423	41,64901	150,0
33	-7,97568	41,65044	180,5	67	-7,97436	41,64898	236,2
34	-7,97560	41,65047	164,4	68	-7,97428	41,64900	175,9

ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama	ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama
69	-7,97444	41,64909	195,3	108	-7,97502	41,64974	136,4
70	-7,97457	41,64913	188,0	109	-7,97510	41,64984	142,8
71	-7,97470	41,64915	190,2	110	-7,97509	41,64993	128,9
72	-7,97473	41,64898	188,7	111	-7,97501	41,65000	140,5
73	-7,97454	41,64897	171,1	112	-7,97491	41,64995	137,9
74	-7,97491	41,64898	166,0	113	-7,97480	41,64856	162,9
75	-7,97504	41,64902	175,7	114	-7,97484	41,64864	166,2
76	-7,97504	41,64910	170,3	115	-7,97487	41,64875	159,8
77	-7,97509	41,64920	164,3	116	-7,97467	41,64885	163,8
78	-7,97516	41,64931	165,3	117	-7,97452	41,64874	135,4
79	-7,97525	41,64940	139,8	118	-7,97428	41,64882	157,6
80	-7,97531	41,64923	151,7	119	-7,97407	41,64883	162,5
81	-7,97525	41,64909	161,8	120	-7,97374	41,64884	166,6
82	-7,97526	41,64895	170,3	121	-7,97364	41,64869	172,6
83	-7,97543	41,64906	158,7	122	-7,97456	41,64861	132,5
84	-7,97555	41,64911	166,8	123	-7,97507	41,64865	167,2
85	-7,97558	41,64900	160,7	124	-7,97304	41,65146	146,8
86	-7,97551	41,64920	162,1	125	-7,97291	41,65144	133,7
87	-7,97552	41,64934	155,2	126	-7,97274	41,65146	130,7
88	-7,97573	41,64918	179,0	127	-7,97261	41,65147	125,0
89	-7,97583	41,64926	186,8	128	-7,97247	41,65150	133,3
90	-7,97588	41,64914	244,7	129	-7,97233	41,65141	144,0
91	-7,97577	41,64908	226,3	130	-7,97224	41,65131	140,8
92	-7,97571	41,64898	185,2	131	-7,97242	41,65158	137,0
93	-7,97601	41,64923	201,0	132	-7,97239	41,65171	149,1
94	-7,97599	41,64933	180,8	133	-7,97228	41,65176	153,8
95	-7,97598	41,64947	165,9	134	-7,97241	41,65180	154,2
96	-7,97613	41,64957	154,1	135	-7,97254	41,65167	123,2
97	-7,97630	41,64960	148,8	136	-7,97207	41,65118	145,7
98	-7,97620	41,64940	166,1	137	-7,97194	41,65115	138,6
99	-7,97658	41,64975	148,3	138	-7,97239	41,65119	141,5
100	-7,97591	41,65010	161,4	139	-7,97235	41,65114	147,2
101	-7,97572	41,65006	145,7	140	-7,97235	41,65099	143,9
102	-7,97561	41,64997	140,4	141	-7,97237	41,65088	149,1
103	-7,97549	41,64986	145,9	142	-7,97242	41,65076	165,5
104	-7,97554	41,64973	153,9	143	-7,97245	41,65068	176,3
105	-7,97574	41,64965	150,9	144	-7,97254	41,65058	178,6
106	-7,97584	41,64964	172,7	145	-7,97270	41,65050	169,1
107	-7,97485	41,64967	124,2	146	-7,97284	41,65054	157,4

ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama	ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama
147	-7,97272	41,65063	156,1	186	-7,97173	41,64965	155,5
148	-7,97269	41,65071	174,2	187	-7,97191	41,64962	159,6
149	-7,97268	41,65088	155,6	188	-7,97205	41,64957	187,7
150	-7,97280	41,65100	154,9	189	-7,97221	41,64958	160,0
151	-7,97272	41,65115	162,4	190	-7,97319	41,65136	145,3
152	-7,97272	41,65130	171,1	191	-7,97111	41,64747	116,1
153	-7,97222	41,65086	136,6	192	-7,97117	41,64755	98,1
154	-7,97212	41,65078	145,6	193	-7,97126	41,64763	110,5
155	-7,97198	41,65068	135,6	194	-7,97138	41,64770	110,2
156	-7,97192	41,65079	159,3	195	-7,97147	41,64776	114,7
157	-7,97170	41,65079	145,4	196	-7,97159	41,64783	122,3
158	-7,97184	41,65059	152,6	197	-7,97169	41,64789	101,4
159	-7,97166	41,65054	148,8	198	-7,97182	41,64794	114,2
160	-7,97144	41,65066	131,6	199	-7,97194	41,64799	142,2
161	-7,97130	41,65064	136,1	200	-7,97206	41,64805	133,0
162	-7,97113	41,65061	122,6	201	-7,97216	41,64803	142,3
163	-7,97196	41,65050	160,6	202	-7,97227	41,64797	115,9
164	-7,97188	41,65034	156,6	203	-7,97239	41,64789	109,2
165	-7,97161	41,65037	160,6	204	-7,97245	41,64780	109,5
166	-7,97169	41,65026	188,0	205	-7,97248	41,64771	110,0
167	-7,97175	41,65015	203,4	206	-7,97255	41,64764	114,1
168	-7,97182	41,65008	191,1	207	-7,97265	41,64770	113,0
169	-7,97199	41,65007	191,5	208	-7,97271	41,64777	120,0
170	-7,97210	41,65020	155,9	209	-7,97280	41,64788	114,6
171	-7,97213	41,65007	201,4	210	-7,97286	41,64795	114,2
172	-7,97186	41,64998	211,6	211	-7,97244	41,64756	124,3
173	-7,97169	41,64996	172,5	212	-7,97217	41,64813	142,6
174	-7,97155	41,64998	209,2	213	-7,97222	41,64820	132,8
175	-7,97138	41,64999	172,2	214	-7,97229	41,64823	141,2
176	-7,97124	41,65003	194,3	215	-7,97238	41,64827	118,8
177	-7,97111	41,65003	133,6	216	-7,97247	41,64833	116,7
178	-7,97097	41,64995	123,2	217	-7,97258	41,64834	123,5
179	-7,97092	41,64982	136,6	218	-7,97271	41,64830	126,0
180	-7,97092	41,64972	171,4	219	-7,97286	41,64823	130,1
181	-7,97106	41,64968	119,5	220	-7,97255	41,64843	101,4
182	-7,97110	41,64975	138,6	221	-7,97247	41,64855	141,0
183	-7,97125	41,64971	139,5	222	-7,97135	41,64732	129,7
184	-7,97142	41,64968	143,7	223	-7,97150	41,64730	121,6
185	-7,97156	41,64970	162,2	224	-7,97169	41,64727	137,8

ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama	ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama
225	-7,97188	41,64727	146,9	264	-7,96364	41,64790	128,5
226	-7,97209	41,64726	142,2	265	-7,96351	41,64788	139,4
227	-7,97233	41,64726	130,4	266	-7,96340	41,64790	148,3
228	-7,97253	41,64721	137,8	267	-7,96343	41,64795	120,2
229	-7,97270	41,64722	165,6	268	-7,96337	41,64805	132,3
230	-7,97295	41,64716	167,0	269	-7,96331	41,64815	114,1
231	-7,97322	41,64712	160,5	270	-7,96328	41,64821	123,0
232	-7,96598	41,64973	116,9	271	-7,96327	41,64831	111,5
233	-7,96598	41,64959	112,7	272	-7,96322	41,64842	117,2
234	-7,96599	41,64950	119,2	273	-7,96316	41,64851	111,6
235	-7,96611	41,64945	109,3	274	-7,96313	41,64862	114,2
236	-7,96621	41,64938	121,5	275	-7,96350	41,64777	157,2
237	-7,96632	41,64932	119,0	276	-7,96353	41,64772	140,4
238	-7,96642	41,64928	121,6	277	-7,96359	41,64763	131,3
239	-7,96597	41,64938	112,4	278	-7,96364	41,64757	116,4
240	-7,96584	41,64930	113,3	279	-7,96369	41,64747	133,3
241	-7,96575	41,64926	124,6	280	-7,96370	41,64739	122,5
242	-7,96567	41,64919	118,2	281	-7,96373	41,64728	131,4
243	-7,96562	41,64912	162,5	282	-7,96379	41,64717	112,8
244	-7,96552	41,64906	126,1	283	-7,96380	41,64704	112,6
245	-7,96545	41,64901	120,3	284	-7,96385	41,64687	128,4
246	-7,96535	41,64895	129,8	285	-7,96387	41,64673	109,2
247	-7,96528	41,64888	129,5	286	-7,96392	41,64658	94,7
248	-7,96519	41,64883	128,3	287	-7,96398	41,64643	91,1
249	-7,96513	41,64876	127,3	288	-7,96399	41,64625	100,4
250	-7,96504	41,64872	130,0	289	-7,96406	41,64609	110,4
251	-7,96500	41,64865	139,9	290	-7,96412	41,64596	106,8
252	-7,96488	41,64860	139,3	291	-7,96421	41,64579	108,8
253	-7,96479	41,64851	122,7	292	-7,96433	41,64556	89,1
254	-7,96472	41,64844	118,6	293	-7,96433	41,64541	98,4
255	-7,96459	41,64837	128,4	294	-7,96447	41,64516	96,6
256	-7,96448	41,64829	137,8	295	-7,96469	41,64523	93,6
257	-7,96439	41,64826	136,0	296	-7,96482	41,64528	101,4
258	-7,96428	41,64820	134,4	297	-7,96492	41,64541	94,9
259	-7,96418	41,64815	152,0	298	-7,96498	41,64556	98,4
260	-7,96409	41,64807	142,6	299	-7,96505	41,64577	110,3
261	-7,96399	41,64800	145,5	300	-7,96514	41,64591	107,1
262	-7,96388	41,64793	144,4	301	-7,96522	41,64604	111,3
263	-7,96377	41,64792	139,0	302	-7,96536	41,64616	100,9

ID	X	Y	Taxa de dose absorvida por exposição à radiação gama
303	-7,96550	41,64624	104,8
304	-7,96569	41,64633	130,7
305	-7,96586	41,64643	119,2
306	-7,96605	41,64652	94,3
307	-7,96623	41,64658	99,3
308	-7,96635	41,64671	104,3
309	-7,96597	41,64930	109,0
310	-7,96593	41,64918	104,3
311	-7,96590	41,64906	107,4
312	-7,96578	41,64896	101,3
313	-7,96649	41,64684	100,8
314	-7,96656	41,64705	105,3
315	-7,96560	41,64887	102,9
316	-7,96663	41,64726	98,9
317	-7,96664	41,64742	96,4
318	-7,96548	41,64880	106,3
319	-7,96535	41,64865	87,3
320	-7,96529	41,64844	136,6
321	-7,96524	41,64821	110,3
322	-7,96523	41,64808	126,6
323	-7,96495	41,64812	112,7
324	-7,96476	41,64807	116,4
325	-7,96448	41,64813	115,0
326	-7,96430	41,64814	153,1
327	-7,96663	41,64760	105,3
328	-7,96682	41,64771	92,4
329	-7,96685	41,64796	100,8
330	-7,96685	41,64822	106,8
331	-7,96698	41,64840	97,3
332	-7,96706	41,64862	95,6
333	-7,96715	41,64883	114,1
334	-7,96712	41,64900	144,1
335	-7,96689	41,64909	130,4
336	-7,96666	41,64913	136,1