

UMA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ALTO VÁCUO: CONSTRUÇÃO DE CONTADORES GEIGER-MUELLER E MEDIDAS DA RADIOATIVIDADE DO "FALLOUT" NO RIO DE JANEIRO ENTRE 1950 e 1960.

BERNHARD GROSS

INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS
USP, C.P. 369 - CEP.13.560 - SÃO CARLOS

O trabalho descreve o desenvolvimento inicial, no País, da tecnologia de vácuo, especialmente citando a construção do contador Geiger-Mueller no Instituto Nacional de Tecnologia, no período de 1950-60 e os resultados obtidos através da sua utilização nas medidas de radioatividade produzida pelas explosões de bombas de hidrogênio na atmosfera.

Tecnologia de Vácuo, Atividades Iniciais.

1. INTRODUÇÃO

Trabalhos de física experimental começaram no país em torno de 1934 quando foram criadas as primeiras faculdades de Filosofia, em São Paulo e no Rio de Janeiro. Em São Paulo dispunha-se de verbas mais elevadas e de maiores facilidades do que no Rio. A situação começou sofrer uma mudança quando no fim da guerra o Governo reconheceu o papel principal da ciência, em particular da física, para o desenvolvimento de uma tecnologia autenticamente nacional. Iniciaram-se os preparativos para a fundação do CNPq e foram postas a disposição de alguns pesquisadores verbas destinadas à iniciação de trabalhos de pesquisa em física atômica.

Estas verbas foram conseguidas graças aos esforços do Gel. Bernardino de Mattos, pai do ex-ministro das Comunicações, Haroldo de Mattos. Naquela ocasião eu trabalhava no Instituto Nacional de Tecnologia como diretor da Divisão de Eletricidade, e então fui um dos contemplados. A quantia recebida de 350.000 mil reis que hoje seriam 0,35 centavos, na aquele tempo valia uns 10.000 dólares e estava a nossa livre disposição.

2. INSTALAÇÃO DE ALTO VÁCUO

Achamos que a melhor maneira de empregar esta quantia seria na construção de equipamento básico indispensável para medidas atômicas, tais como equipamento eletrônico especializado e principalmente construção de contadores Geiger-Mueller. Somente desta maneira iríamos adquirir o Know-how das técnicas experimentais.

Estava já na divisão um físico da velha escola, o Dr. Artur Aron, acostumado a fazer dentro do laboratório os equipamentos de que necessitava. Conseguimos, ainda, contratar um excelente soprador de vidro, que nos construiu uma completa instalação de alto vácuo, incluindo bombas de difusão, válvulas de alto vácuo, manômetros especiais, e tudo mais. Era um verdadeiro abnegado da arte; lamento que nunca consegui obter para ele uma remuneração que compensasse os seus serviços, em uma época em que os engenheiros ainda

se recusavam a "sujar as mãos" e não se reconhecia devidamente o valor do técnico especializado.

3. CONSTRUÇÃO DE TUBOS CONTADORES GEIGER-MUELLER

Desenvolvemos em particular a técnica da construção de contadores Geiger-Mueller. Construímos o primeiro contador "clássico" em que o fio se encontra dentro de um tubo de vidro. Passamos em seguida à construção de contadores de Maze, como mostra a Fig.1, em que o catodo é externo, sendo constituído por um depósito condutor aplicado ao vidro (em geral feito de Aquadag, uma mistura de grafite coloidal e água). Estes contadores são muito robustos e possuem um patamar de funcionamento bastante grande, estendendo-se em geral sobre 250V. A tensão limite inferior é de 1.000V.

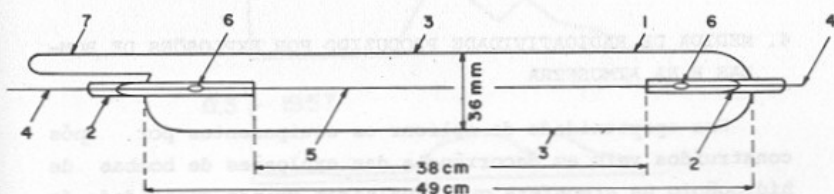


Fig. 1 - Contador Geiger-Mueller tipo Maze

- 1 - tubo de vidro, de vidro alcalino. 2 - tubo de proteção, vidro de chumbo. 3 - catodo externo de "Aquadag". 4 - fio "copperclad" ("feed.through") de 0,7 mm de diâmetro
- 5 - anodo de cromo-níquel, 0,1 mm de diâmetro 6 - peça de conexão, de latão. 7 - tubo de conexão para a instalação de alto vácuo.

O vidro do tubo deve possuir resistividade elétrica razoavelmente baixa para não se carregar durante o funcionamento. Verificamos que vidro alcalino comercial, possuindo uma resistividade de $4,5 \times 10^4 \text{ M}\Omega\text{cm}^2$, satisfazia esta condição.

A resistência entre anodo e terra era devido ao fio anódico ser um fio de cromoníquel de 0,1 mm de espessura, ligado à terra através de uma resistência de 5 Ω . Resistência tão baixa podia ser empregada porque os contadores eram do tipo auto-extintor: estavam cheios de uma mistura Argônio-álcool etílico, a pressão de 1 cm de vapor de álcool e 9 cm de Argônio.

Era importante conseguir-se uma completa desgaseificação do tubo contador antes do enchimento com a mistura álcool-argônio. Para este fim, com o contador ligado à instalação de alto vácuo, reduziu-se a pressão a 10^{-3} mm e aqueceu-se durante 2 horas o contador inteiro, passando-se ao mesmo tempo uma corrente elétrica através do fio de cromoníquel que ficou incandescente. No fim da operação, o vácuo tinha caído para 5×10^{-5} mm. Desligou-se o contador da instalação durante 16 horas. Quando, recolôcamos o mesmo, o vácuo tinha se mantido baixo e procedeu-se ao enchimento.

4. MEDIDA DE RADIOATIVIDADE PRODUZIDO POR EXPLOSÕES DE BOMBAS H NA ATMOSFERA

Uma oportunidade de aplicar os equipamentos por nós construídos veio em decorrência das explosões de bombas de hidrogênio na atmosfera que espalharam grande quantidade de material radioativo no mundo inteiro. Aparecia então a oportunidade de medir a contaminação radioativa, denominada de "fallout" ou recaída radioativa, em nosso país.

A medida é realmente bastante simples. Coloca-se no tubo de entrada uma bomba aspiradora, não muito diferente de um aspirador de pó, um filtro especial capaz de capturar o material particular contido no ar. Filtra-se o ar através do filtro durante 24 horas e mede-se a quantidade total do ar passado através do filtro. O filtro é retirado e enrolado em torno de um tubo contador colocado dentro um castelo de chumbo como proteção contra a radiação ambiental; procede-se à medida da radioatividade do filtro 3 dias após a sua exposição, tempo necessário para se deixar cair a atividade dos produtos radioativos naturais sempre contidos no ar. O resultado da contagem é expresso em picroCurie/cm³, sen

do 1 Curie equivalente a $3,7 \times 10^{10}$ desintegrações.

5. RESULTADOS

Os resultados das medidas feitas nos anos de 1956, 1957, 1958 e parte de 1959 (janeiro a abril) estão representados na figura 2. Nota-se que a atividade varia entre limites muito grandes, podendo, de um dia para outro, aumentar ou diminuir de até 10 vezes. Estas variações são provavelmente causadas por fatores meteorológicos e pelo fato de que o "fallout" é formado de partículas ativas, de maior ou menor intensidade, cuja distribuição sofre grandes flutuações. Somente têm significação física os valores médios, mensais e anuais, e o caráter geral das curvas medidas.

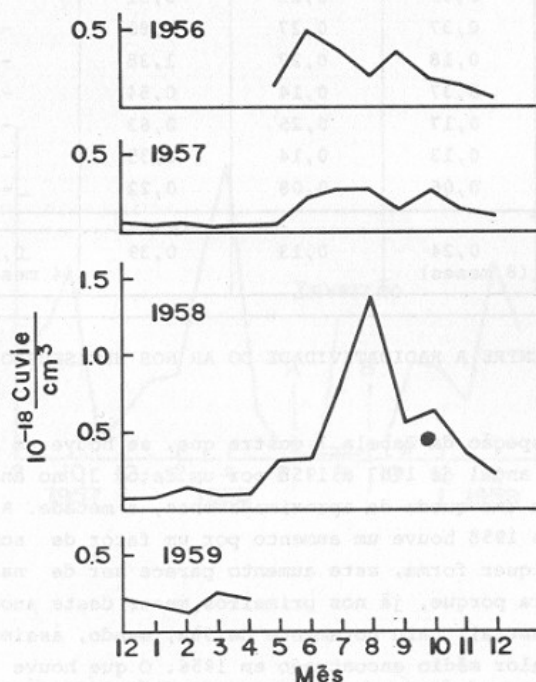


Fig. 2 - Radioatividade do ar no Rio de Janeiro

Os valores médios mensais e anuais estão indicados na tabela I, em pico curie por cm^3 de ar.

TABELA I

CONCENTRAÇÃO DE PRODUTOS DE FISSÃO NO AR

A N O				
MÊS	1956	1957	1958	1959
Janeiro	-	0,05	0,08	0,18
Fevereiro	-	0,05	0,14	0,13
Março	-	0,03	0,09	0,26
Abril	-	0,03	0,10	0,22
Mai	0,13	0,04	0,05	-
Junho	0,49	0,21	0,31	-
Julho	0,37	0,27	0,80	-
Agosto	0,18	0,27	1,38	-
Setembro	0,37	0,14	0,54	-
Outubro	0,17	0,25	0,63	-
Novembro	0,13	0,14	0,35	-
Dezembro	0,06	0,08	0,22	-
Média Anual	0,24 (8 meses)	0,13	0,39	0,20 (4 meses)

6. RELAÇÃO ENTRE A RADIOATIVIDADE DO AR NOS HEMISFÉRIOS NORTE E SUL

Uma inspeção da Tabela I mostra que, se houve um aumento da média anual de 1957 a 1958 por um fator 3, no ano anterior houve uma queda de aproximadamente, a metade. Assim, de 1956 para 1958 houve um aumento por um fator de somente 1,5. De qualquer forma, este aumento parece ser de natureza passageira porque, já nos primeiros meses deste ano, a média (trimestral) caiu novamente de 50%, sendo, assim, inferior ao valor médio encontrado em 1956. O que houve foi uma incursão de material radioativo proveniente do hemisfério Norte nos meses de junho a agosto de 1958. Carecemos de informações sobre a causa deste fenômeno. Admitimos, porém,

que tenha havido uma anomalia meteorológica na zona equatorial. Nesta zona, normalmente, existe uma barreira formada por ar quente em ascensão, que separa os hemisférios Norte e Sul e impede a passagem livre de massas de ar entre os dois hemisférios. Uma perturbação do regime meteorológico Normal desta zona pode ter permitido a passagem de massas de ar carregado de produtos radioativos do hemisfério Norte para o hemisfério Sul. Notou-se, aliás, que o aumento de radioatividade por nós observado foi um fenômeno geral, que se estendeu a quase todos os países do hemisfério Sul.

A figura 3 mostra a relação entre as atividades medidas nos hemisférios Norte e Sul, notando-se que em geral a atividade no hemisfério Norte é muitas vezes superior à do hemisfério Sul. Somente em agosto de 1958 houve uma inversão.

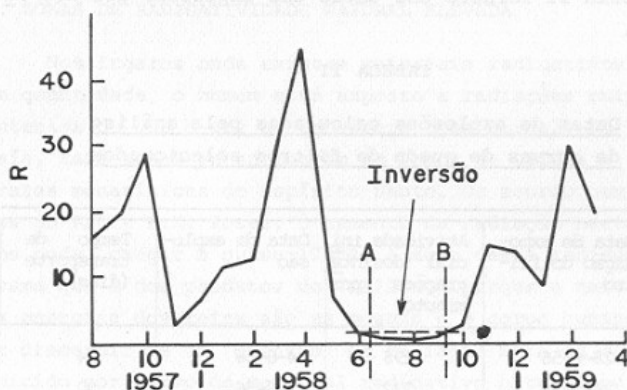


Fig. 3 - Relação entre as atividades hemisfério Norte versus hemisfério Sul

7. DATAS DE EXPLOSÕES

A atividade dos produtos capturados nos filtros diminui o tempo. A observação da curva de queda de atividade de um filtro permite calcular aproximadamente a data em que foram produzidas aquelas substâncias. Esta data pode, então, ser considerada como data da explosão responsável pela atividade medida. Uma série de filtros foi analisada desta forma. Verificou-se, assim, que os filtros medidos em meados e fins de junho de 1957 correspondiam a explosões inglesas realizadas em maio do mesmo ano, em latitudes equatoriais. Os filtros de 31 de julho e 1 de agosto de 1958 continham atividades provenientes de explosões realizadas em torno de 20 de junho de 1958. Várias outras datas de explosões foram ainda calculadas, usando o mesmo processo. Somente explosões de bombas de hidrogênio, com intensidades da ordem de 1 milhão de toneladas de TNT, ou mais, podiam ser registradas.

A Tabela II fornece das datas das explosões por nós registradas.

TABELA II

Datas de explosões calculadas pela análise
de curvas de queda de filtros selecionados

Filtro nº	Data de exposição do filtro	Atividade inicial (desintegrações por minuto)	Data da explosão	Tempo de transporte (dias)
1	28-6-56	196	4-6-56	24
2	29-7-56	722	9-6-56	50
3	13-6-57	83	24-5-57	20
4	25-6-57	768	5-5-57	51
5	10-7-57	90	31-5-57	40
6	8-8-57	70	19-6-57	50
7	26-8-57	65	27-6-57	32
8	11-6-58	287	1-6-58	10
9	31-7-58	638	21-6-58	40
10	1-8-58	596	22-6-58	40

8. PARTÍCULAS DE ALTA ATIVIDADE NO "FALLOUT"

Em um filtro exposto por nós no dia 25 de junho de constatou-se uma radioatividade fora do comum, cerca de 10 vezes maior que a dos outros filtros. Este filtro, até hoje, permanece o mais intenso jamais registrado no Rio de Janeiro. Um estudo mais pormenorizado revelou que a sua atividade provinha de uma única partícula. O aparecimento destas partículas, por nós descoberto e pela primeira vez discutido, chegou a ser uma das características importantes do "fallout". A partícula por nós isolada foi, em seguida, analisada em colaboração com o Padre F.X. Roser e os seus colaboradores da Faculdade Católica. Conforme as últimas notícias recebidas, o estudo destas partículas foi incluído como ponto importante no programa da Comissão de Radiações Atômicas das Nações Unidas. Partículas ainda muito maiores e provenientes de explosões soviéticas foram observadas pelo Professor Sievert, na Suécia.

9. ZONAS DE RADIOATIVIDADE NATURAL ELEVADA

Nos lugares onde existem materiais radioativos em grande quantidade, o homem está exposto a radiações muito mais intensas do que o que se considera como normal. No nosso país, tais zonas se encontram em Poços de Caldas e nas praias monazíticas do Espírito Santo. De acordo com os estudos do Padre F.X. Roser, o aumento da radiação nestes pontos pode chegar a quase 1000%. A ação desta radiação é a mesma que a dos produtos do "fallout" porque a natureza e as energias dos raios são as mesmas e o corpo humano não pode discernir se um "quantum" de radiação beta ou gamma foi emitido por átomo de material radioativo natural ou artificial. Estas zonas representam campos de experiência interestantíssimas, onde se pode estudar a ação, nociva ou não, das radiações atômicas sobre seres vivos, podendo os resultados obtidos ter aplicação direta ao problema do "fallout". De qualquer forma, se o perigo for tão grande como se tem afirmado algumas vezes, Poços de Caldas e as praias do Espírito Santo serão os primeiros lugares dos quais se deverá fugir. A grande intensidade de radiação existente nestes lugares

levou,, aliás, a Comissão de Radiações Atômicas das Nações Unidas, interessada nos efeitos nocivos das radiações naturais, também a programar estudos especiais sobre as condições reinantes naqueles lugares.

10. BIBLIOGRAFIA

1. G. Kegel, Anais Acad. Brasil. Ciên., 28 (1956) 447.
2. A. Aron, Anais Acad. Brasil. Ciên., 28 (1956) 508.
3. B. Gross, Z.F. Naturforschung, 12a (1957) 944.
4. B. Gross, F.X. Roser et al, Acta Physica Austriaca 12 (1958) 187.
5. B. Gross, E. Meyer e A. Aron, conferência de Genebra (1958)