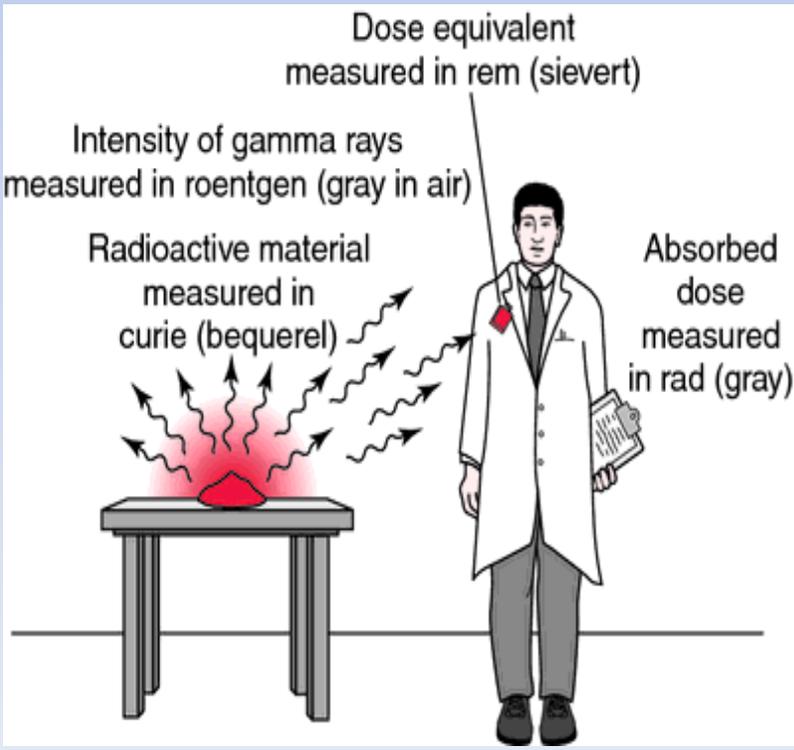


Unidades de Medição de Dose de Radiação



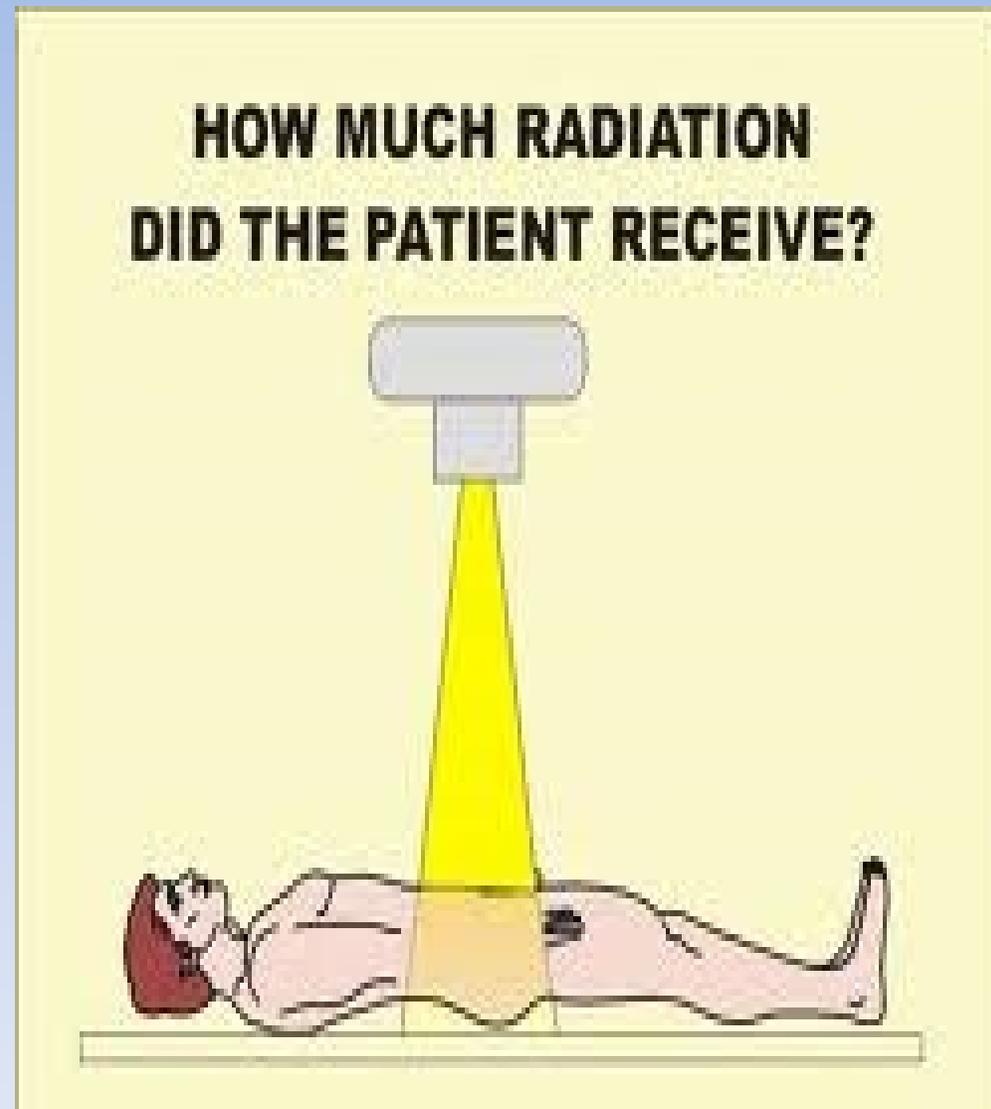
Prof. Sanjay Arya



Introdução às Quantidades de Radiação

- **Por que Medir a Radiação?**

- Para entender e controlar a exposição à radiação ionizante, que pode afetar a saúde.
- Usado em radiologia, medicina nuclear e radioterapia para garantir níveis seguros de radiação.



Exposição

- **Definição:** Mede o potencial ionizante da radiação atingindo uma superfície, como um raio-X atingindo um paciente.
- **Unidades:**
 - Tradicional (Unidade antiga): Roentgen (R)
 - Unidade Internacional Padrão (SI) (Unidade nova): Coulomb por quilograma (C/kg),
 - onde $1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$.
- **Exemplos de Uso:**
 - Calibração de máquinas de raio-X para garantir uma saída precisa.
 - Teste de dispositivos de detecção de radiação para medir a exposição ambiental.

KERMA (Energia Cinética Liberada no Material)

- **Definição:** Mede a quantidade de energia depositada pela radiação por quilograma de material.
 - **Unidade:** Joule por quilograma (J/kg), também conhecido como Gray (Gya) ao medir no ar.
 - **Kerma no Ar:** Usado especificamente para doses medidas no ar.
- **Onde é Usado:**
 - Quantificação da dose que afeta a superfície da pele de um paciente.
 - Determinação da quantidade de energia transferida por raios-X para o corpo do paciente ou para o equipamento do radiologista.
- **Conversão de Unidade:** 1 Gray (Gya) \approx 100 Roentgens (R).

Produto Dose-Área (DAP)

- **Definição:** Energia total (kerma no ar) sobre uma área exposta na pele do paciente.
 - **Unidade:** mGy-cm² (miligray-centímetro quadrado).
- **Importância:** Ajuda a avaliar a exposição total de energia que um paciente recebe durante os procedimentos.
- **Cálculo de Exemplo:**
 - Se o kerma no ar é de 20 mGy em uma área de 100 cm², o DAP é $20 \times 100 = 2000$ mGy-cm².
- **Aplicações:** Comumente usado em fluoroscopia e imagem radiográfica para estimar a dose do paciente.

Dose Absorvida

- **Definição:** Mede quanto da energia da radiação é absorvida pelo tecido (por exemplo, órgãos ou pele).
- **Unidades:**
 - Tradicional (Unidade antiga): rad (dose absorvida de radiação)
 - Unidade Internacional Padrão (SI) (Unidade nova): Gray (Gy),
 - onde $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.
- **Por Que Isso Importa:** Doses absorvidas mais altas podem levar a maiores efeitos biológicos e potenciais danos aos tecidos.
- **Fatores que Afetam a Absorção:**
 - Tipo de tecido: Tecidos densos absorvem mais radiação.
 - de energia da radiação: Energias mais altas podem penetrar mais fundo, mas energias mais baixas podem ser mais absorvidas por tecidos superficiais.

Dose Equivalente

- **Definição:** Diferentes tipos de radiação causam níveis variados de danos biológicos, com alguns sendo mais prejudiciais que outros.
 - Cada tipo de radiação recebeu um fator de ponderação (WR) para refletir as diferenças no impacto biológico.
 - Isso significa que ajusta a dose absorvida pelo tipo de radiação recebida para refletir seu impacto biológico.
- **Fórmula:**
 - Dose Equivalente (EqD) = Dose Absorvida \times Fator de Ponderação de Radiação (WR).
- **Unidades:**
 - Tradicional (Unidade antiga): rem (equivalente de roentgen no homem)
 - Unidade Internacional Padrão (SI) (Unidade nova): Sievert (Sv),
 - onde $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.
- **Exemplos de Fatores de Ponderação de Radiação:**
 - Raios-X, Raios Gama, Partículas Beta: WR = 1 (padrão para radiologia diagnóstica).
 - Partículas Alfa: WR = 20 (20 vezes mais prejudicial do que os raios-X).
- **Aplicação:** Usado para quantificar níveis de exposição para trabalhadores com radiação e populações em geral.

Dose Efetiva

- **Definição:** Diferentes tecidos têm sensibilidades variadas à radiação ionizante, sendo alguns mais sensíveis que outros.
 - Isso significa que ajusta ainda mais a dose equivalente com base na sensibilidade do tecido ou órgão exposto.
- **Fórmula:**
 - Dose Efetiva (EfD) = Dose Absorvida \times Fator de Ponderação de Radiação (WR) \times Fator de Ponderação de Tecido (WT).
- **Unidades:** Mesma da dose equivalente, Sievert (Sv).
- **Exemplos de Sensibilidade de Tecido (WT):**
 - Gônadas: WT = 0,20 (muito sensíveis à radiação).
 - Pulmões, Medula Óssea: WT = 0,12.
 - Pele: WT = 0,01 (menos sensível).
- **Por Que é Importante:** Diferentes tecidos têm sensibilidades variadas à radiação; esta medida fornece uma avaliação de risco mais precisa.

Radioatividade

- **Definição:** Mede quantos núcleos atômicos decaem (desintegram) por segundo, comumente relevante em medicina nuclear, mas não tipicamente para raios-X.
- **Unidades:**
 - Tradicional (Unidade antiga): Curie (Ci)
 - Unidade Internacional Padrão (SI) (Unidade nova): Becquerel (Bq),
 - onde $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.
- **Aplicações:** Essencial para tratamentos e diagnósticos usando substâncias radioativas, como tratamentos de câncer com isótopos radioativos.
- **Exemplo de Conversão:**
 - Para converter 4 Ci para Bq: $4 \times 3,7 \times 10^{10} = 1,48 \times 10^{11} \text{ Bq}$.

Limites de Dose de Radiação

- **Para Diferentes Grupos:**

- Público Geral: 1 mSv/ano (100 mrem) para manter a exposição mínima.
- Estudantes: 1 mSv/ano (100 mrem).
- Tecnólogos Radiológicos:
 - Limite anual: 50 mSv (5000 mrem).
 - Durante a gravidez: Limitado a 5 mSv (500 mrem) durante a gestação para proteger o feto.

- **Por Que os Limites São Importantes:** Esses limites são estabelecidos para reduzir o risco de efeitos a longo prazo da exposição à radiação, protegendo tanto o público quanto os profissionais de saúde.

Resumo e Principais Conclusões

- **Compreendendo as Quantidades de Radiação:**
 - Essencial para o uso seguro em imagens médicas e terapia de radiação.
 - Permite a proteção de pacientes, profissionais de saúde e do público.
- **Principais Medidas:** Exposição, KERMA, Produto Dose-Área, Dose Absorvida, Dose Equivalente, Dose Efetiva e Radioatividade, cada uma com uma função específica na avaliação do impacto da radiação.

Dispositivos de Monitorização de Dose de Radiação



Prof. Sanjay Arya



Dispositivos de Monitorização da Dose de Radiação

- **Propósito da Monitorização da Radiação:** Garante que a exposição à radiação permaneça dentro dos limites seguros para trabalhadores e para o público.
- **Tipos de Monitorização:**
 - **Monitorização de Pessoal:** Mede a exposição à radiação para trabalhadores individuais.
 - **Monitorização de Área:** Mede a radiação em áreas específicas onde a radiação está presente.

Compreendendo a Monitorização de Pessoal e Dosímetros

• O que é um Dosímetro?

- Um dispositivo que rastreia a exposição à radiação ao longo do tempo para indivíduos que trabalham com ou próximo à radiação.
- Obrigatório para trabalhadores que possam exceder 10% do limite anual de exposição (50 mSv ou 5 rem).

• Por Que os Dosímetros São Importantes:

- Ajudam a identificar práticas inseguras e melhorar a segurança.
- Não protegem o usuário; apenas medem a exposição.

• Colocação do Dosímetro:

- Sem Avental: Usado na frente, ao nível da gola.
- Com Avental: Colocado fora do avental ao nível da gola.
- Trabalhadoras Grávidas: Usar um dosímetro adicional sob o avental, na altura do abdômen, para segurança extra.

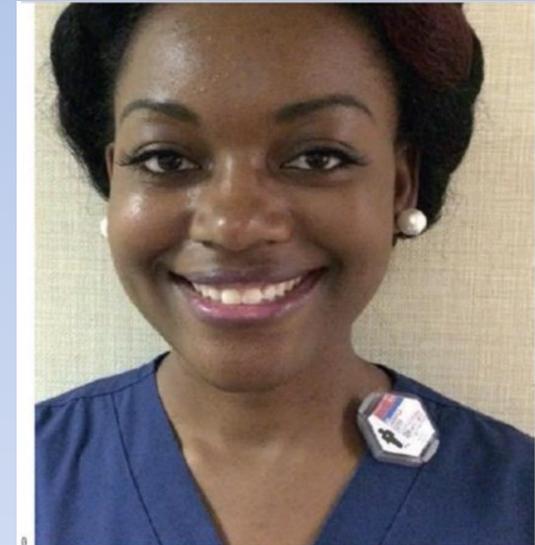


Figure 5-1 To approximate the maximum radiation dose to the thyroid and the head and neck during routine radiographic procedures, the primary personnel monitor should be attached to the clothing on the front of the body at collar level.

Tipos de Dosímetros de Pessoal: Uma Visão Geral

1. Dosímetro de Filme:

1. Como Funciona: O filme dentro do crachá escurece quando exposto à radiação.
2. Vantagens: Leve, barato e mecanicamente resistente.
3. Desvantagens: Sensível à umidade e às variações de temperatura, precisa ser processado para leituras e não fornece resultados imediatos.

2. Dosímetro Termoluminescente (TLD):

1. Material Utilizado: Geralmente Fluoreto de Lítio (LiF), que emite luz quando aquecido após exposição.
2. Vantagens:
 1. Reutilizável e durável; resistente à umidade e à temperatura.
 2. Mede a radiação com alta precisão.
3. Desvantagens: Custo inicial é mais alto do que o dos filmes, não fornece leituras imediatas.



Fig. 5-4. Disassembled film badge, demonstrating badge components: plastic holder, metal filters, and film packet.



Fig. 5-8. Thermoluminescent dosimeter (TLD) containing the sensing material lithium fluoride (LiF).

TLD

Tipos de Dosímetros de Pessoal: Uma Visão Geral

1. Câmara de Ionização de Bolso:

1. Aparência: Design semelhante a uma caneta, fácil de transportar.
2. Vantagens: Fornece leituras imediatas, altamente sensível, durável.
3. Desvantagens: Caro e requer reinicialização diária.

2. Dosímetro de Luminescência Estimulada Opticamente (OSL):

1. Material Utilizado: Óxido de Alumínio, processado com um laser para leitura.
2. Vantagens: Alta sensibilidade, pode ser usado por até um ano, resistente a mudanças ambientais.
3. Desvantagens: Precisa ser processado para obter leituras, não fornece resultado imediato.

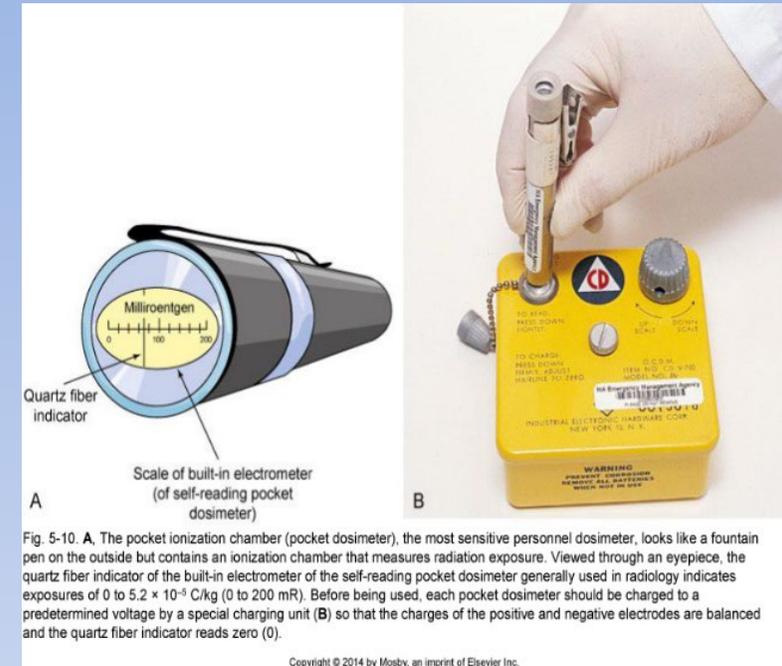


Fig. 5-10. A, The pocket ionization chamber (pocket dosimeter), the most sensitive personnel dosimeter, looks like a fountain pen on the outside but contains an ionization chamber that measures radiation exposure. Viewed through an eyepiece, the quartz fiber indicator of the built-in electrometer of the self-reading pocket dosimeter generally used in radiology indicates exposures of 0 to 5.2×10^{-4} C/kg (0 to 200 mR). Before being used, each pocket dosimeter should be charged to a predetermined voltage by a special charging unit (B) so that the charges of the positive and negative electrodes are balanced and the quartz fiber indicator reads zero (0).

Copyright © 2014 by Mosby, an imprint of Elsevier Inc.



Fig. 5-3. **Optically Stimulated Luminescence (OSL) Dosimeter.** Disassembled OSL dosimeter demonstrating components of the monitor: sensing material holder, preloaded packet incorporating an Al_2O_3 strip sandwiched within a three-element filter pack that is heat sealed within a light-tight black paper wrapper that has been laminated to the white paper label. The front of the white paper packet may also be color-coded to facilitate correct usage and placement of the dosimeter on the body of occupationally exposed personnel. (All components are sealed inside a tamperproof plastic blister pack.)

Relatórios de Radiação e Registo de Dados

- **Deve fazer parte do registo de emprego de todos os trabalhadores com radiação.**
- **Propósito dos Relatórios de Radiação:**
 - Essencial para rastrear a exposição de cada trabalhador ao longo do tempo.
 - Utilizado pelo Oficial de Segurança de Radiação (RSO) para garantir que os padrões de segurança sejam cumpridos.
- **O Que Está Incluído nos Relatórios:**
 - Nome do trabalhador, data de nascimento, tipo de dosímetro, qualidade/tipo de radiação, dose mensal atual e dose anual acumulada.
 - **Transferência de Registos:** Ao mudar de emprego, os trabalhadores devem fornecer seu histórico de radiação ao novo empregador para garantir o acompanhamento contínuo da segurança.

Relatórios de Radiação e Registo de Dados

SAMPLE ORGANIZATION
RADIATION SAFETY OFFICER
1000 HIGH TECH AVENUE
GLENWOOD, IL 60425

LANDAUER®

Landauer, Inc. 2 Science Road Glenwood, Illinois 60425-1586
Telephone: (708) 755-7000 Facsimile: (708) 755-7016
www.landauerinc.com



RADIATION DOSIMETRY REPORT

ACCOUNT NO. 103702	SERIES CODE RAD	ANALYTICAL WORK ORDER 9520800151	REPORT DATE 06/11/04	DOSIMETER RECEIVED 06/07/04	REPORT TIME IN WORK DAYS 4	PAGE NO. 1
-----------------------	--------------------	-------------------------------------	-------------------------	--------------------------------	-------------------------------	---------------

PARTICIPANT NUMBER	NAME			DOSIMETER	USE	RADIATION QUALITY	DOSE EQUIVALENT (MREM) FOR PERIODS SHOWN BELOW			QUARTERLY ACCUMULATED DOSE EQUIVALENT (MREM)			YEAR TO DATE DOSE EQUIVALENT (MREM)			LIFETIME DOSE EQUIVALENT (MREM)			RECORDS FOR YEAR	INCEPTION DATE (MM/YY)
	ID NUMBER	BIRTH DATE	SEX				DEEP DOE	EYE LDE	SHALLOW SDE	DEEP DOE	EYE LDE	SHALLOW SDE	DEEP DOE	EYE LDE	SHALLOW SDE	DEEP DOE	EYE LDE	SHALLOW SDE		
FOR MONITORING PERIOD:							05/01/04 - 05/31/04			QTR 2			2004							
0000H	CONTROL CONTROL CONTROL			Jr Pa U	CNTRL CNTRL CNTRL		M M M	M M M	M M M										5	07/97 07/97 07/97
00191	ADDISON, JOHN		M	Jr	WHBCDY	PN P NF	90 60 30	90 60 30	90 60 30	90 60 30	90 60 30	100 70 30	100 70 30	100 70 30	200 170 30	200 170 30	200 170 30	5	07/97	
00192	JORGENSEN, MIKE		M	Pa U	WHBCDY RFINGR		M M	M M	M M	M M	M M	M M	M M	M M	M M	M M	M M	5	07/97 07/97	
00193	THOMAS, LEE		M	Pa U	WHBCDY RFINGR		ABSENT ABSENT			M M	M M	M M	M M	M M	M M	M M	M M	5	07/97 07/97	
00196	WALKER, JANE		F	Pa	WHBCDY		3	3	3	12	11	11	12	11	11	22	21	21	5	11/97
00197	EDWARD, CHRIS		M	Pa	WHBCDY		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	5	01/98
00198	ZERR, ROBERT		M	Pa	WHBCDY NOTE		40 CALCULATED	40	40	160	160	160	200	200	200	240	240	240	5	07/98
00199	ADAMS, JANE		F	Pa	WHBCDY		M	M	M	M	M	9	10	12	9	10	12	5	07/98	
00200	MEYER, STEVE		M	Pa Pa U	COLLAR WAIST ASSIGN NOTE RFINGR	PL	105 M 4	105 M 105	105 M 105	5	162	165	11	327	334	51	1247	1284	5	08/98 08/98
00202	HARRIS, KATHY		F	Pa U	WHBCDY RFINGR		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	4	02/99 02/99

M: MINIMAL REPORTING SERVICE OF 1 MREM
ELECTRONIC MEDIA TO FOLLOW THIS REPORT

QUALITY CONTROL RELEASE: VS

20 - PR 674 - RPT136 - N1

- 02013



NVLAP LAB CODE 100518-07*

Landauer, Inc. Glenwood, Ill.

A

Fig. 5-7. A, The personnel monitoring report must include the items of information shown here.

Relatórios de Radiação e Registo de Dados

OCCUPATIONAL DOSE RECORD FOR A MONITORING PERIOD				Prepared by					
This form is for use in place of certain reports required by NRC licensees, OSHA and state regulations. It reflects data provided to or by your account and contains information for NRC Form 5 and other equivalent forms.				LANDAUER®					
ACCOUNT NUMBER 103702		SERIES CODE A		PARTICIPANT NUMBER 00010		Landauer, Inc. 2 Science Road Glenwood, Illinois 60425-1586 Telephone: (708) 755-7000 Facsimile: (708) 755-7016			
1. NAME (LAST, FIRST, MIDDLE INITIAL)			2. IDENTIFICATION NUMBER XXX-XX-XXXX		3. ID TYPE SSN		4. SEX <input checked="" type="checkbox"/> MALE <input type="checkbox"/> FEMALE		
5. DATE OF BIRTH 06/18/56			6. MONITORING PERIOD 01/01/09 - 12/31/09		7. LICENSEE NAME SAMPLE		8. LICENSE NUMBER(S)		
				<input checked="" type="checkbox"/> RECORD		<input checked="" type="checkbox"/> ROUTINE			
				<input type="checkbox"/> ESTIMATE		<input type="checkbox"/> PSE			
INTAKES				DOSES (in rem)					
10A. RADIONUCLIDE	10B. CLASS	10C. MODE	10D. INTAKE IN μ Ci						
				DEEP DOSE EQUIVALENT (DDE)	11. 0.410				
				EYE DOSE EQUIVALENT TO THE LENS OF THE EYE (LDE)	12. 0.410				
				SHALLOW DOSE EQUIVALENT, WHOLE BODY (SDE, WB)	13. 0.410				
				SHALLOW DOSE EQUIVALENT, MAX EXTREMITY (SDE, ME)	14. ND				
				COMMITTED EFFECTIVE DOSE EQUIVALENT (CEDE)	15.				
				COMMITTED DOSE EQUIVALENT, MAXIMALLY EXPOSED ORGAN (CDE)	16.				
				TOTAL EFFECTIVE DOSE EQUIVALENT (BLOCKS 11 + 15) (TEDE)	17. 0.410				
				TOTAL ORGAN DOSE EQUIVALENT, MAX ORGAN (BLOCKS 11 + 16) (TODE)	18. 0.410				
				19. COMMENTS					
				PERMANENT TO DATE (IN REM)					
				DDE : 5.060					
				LDE : 5.390					
				SDE, WB : 5.160					
				SDE, ME : 4.960					
				TEDE : 5.060					
20. SIGNATURE - LICENSEE						DATE SIGNED		21. DATE PREPARED 03/24/09	

B - FORM 5 A NI L 1 17 M INCEPTION DATE: 01/01/87

Landauer, Inc, Glenwood, Ill.

Fig. 5-7. cont'd. B, Modified report showing a summary of occupational exposure.

Dispositivos de Monitorização de Área para a Segurança Radiológica

- **Por Que a Monitorização de Área é Importante:**
Garante que a radiação em locais específicos permaneça segura para trabalhadores e visitantes.
- **Principais Tipos de Monitores de Área:**
 - **Câmara de Ionização (Cutie Pie):**
 - Mede radiação de alto nível em grandes áreas.
 - Usada durante instalações de máquinas de raios-X e em oncologia de radiação.
 - **Contador Geiger-Muller (GM):**
 - Detecta radiação de baixo nível e emite um alerta sonoro para qualquer radiação ionizante.
 - Comum em medicina nuclear para localizar fontes radioativas ou contaminação.



Fig. 5-11. Ionization chamber-type survey meter, or "cutie pie."

Limites de Dose e Padrões de Dose Efetiva (EfD)

- **Limites de Dose Efetiva (EfD):**
 - Projetados para minimizar o risco de efeitos prejudiciais da exposição à radiação.
 - **Limites Ocupacionais:** Para aqueles regularmente expostos à radiação (como o pessoal de radiologia).
 - **Limites Não Ocupacionais:** Para o público em geral e trabalhadores não radiológicos.

Principais Conclusões para a Segurança Radiológica

- **Monitorização da Dose de Radiação:** Uma prática necessária para proteger tanto os trabalhadores quanto o público da exposição excessiva.
- **Tipos de Dosímetros:**
 - Diferentes dosímetros atendem a diferentes necessidades de monitorização e oferecem várias vantagens.
 - Leituras imediatas vs. atrasadas variam conforme o dispositivo.
- **Monitorização de Área:** Crucial para controlar a radiação nos ambientes de trabalho e garantir que a exposição permaneça dentro dos limites seguros.
- **Conformidade Regulamentar:** Os limites de segurança são obrigatórios para proteger todos os indivíduos em ambientes radiológicos.