Física da Radiología-F852. Aulas Cap. 8-2.

Mário Antônio Bernal Rodríguez [1]

[1] Departamento de Física Aplicada-DFA
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP Local-DFA 68
email: mabernal@ifi.unicamp.br
url pessoal: www.ifi.unicamp.br\ ∼mabernal

Livro de texto fonte: J. T. Bushberg et al. The essential physics of medical imaging.

Resumo

1. Mamografia
   - Geradores e controle de exposição
   - Compressão, dispersão e magnificação
   - Controle de qualidade
   - Dose na mama

Resumo

1 Mamografia

Geradores e controle de exposição

Compressão, dispersão e magnificação

Controle de qualidade

Dose na mama

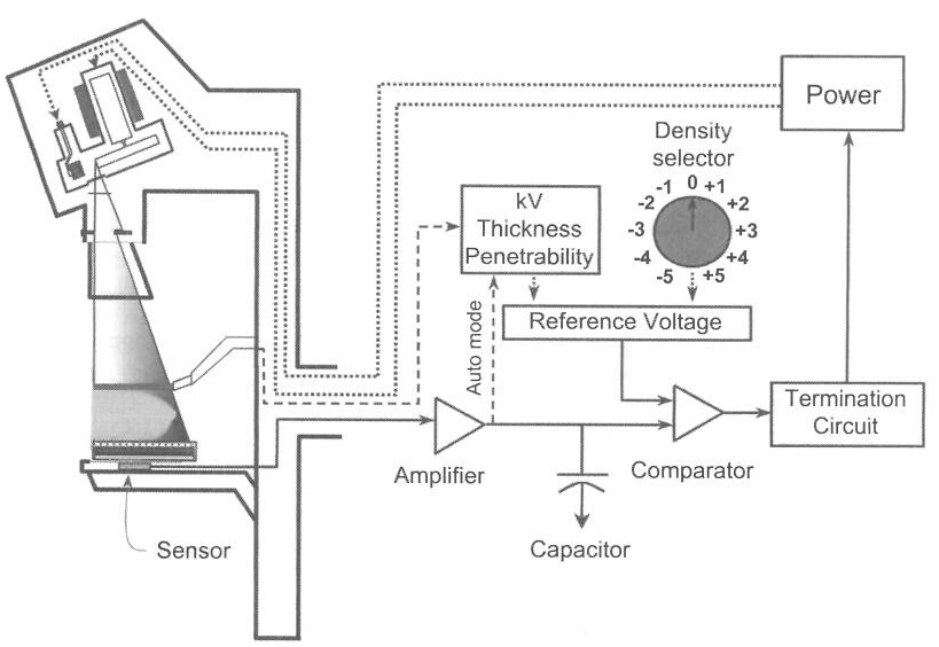
Gerador

Características

- Usam geradores de alta frequência
- Baixo ripple
- São compactos
- Estabilidade a longo prazo

Control de exposição

Diagrama do sistema



- D.O. produzida pelo tecido glandular: mínimo 1.0
- Detetor pequeno pode ser afetado por heterogeneidades na mama
- Detetor muito grande pode sair fora da área de interesse

Potencial do tubo

Carta de kVp

TABLE 8-4. RECOMMENDED kVp TECHNIQUES, AS A FUNCTION OF BREAST COMPOSITION AND THICKNESS IS DETERMINED WITH COMPUTER SIMULATIONS AND CLINICAL MEASUREMENT[a]

	Breast Thickness (cm)						
Breast Composition	2	3	4	5	6	7	8
Fatty	24	24	24	24	25	27	30
50/50	24	24	24	25	28	30	32
Glandular	24	24	26	28	31	33	35

Resumo

1 Mamografia

Geradores e controle de exposição

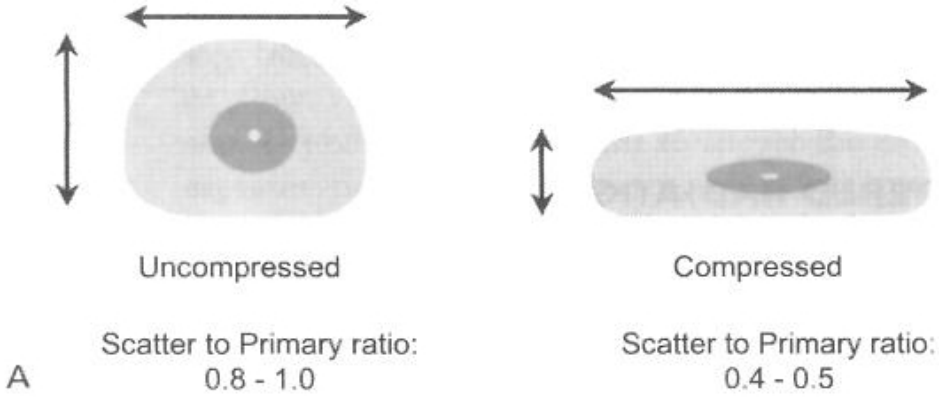
Compressão, dispersão e magnificação

Controle de qualidade

Dose na mama

Compresão

Diagrama

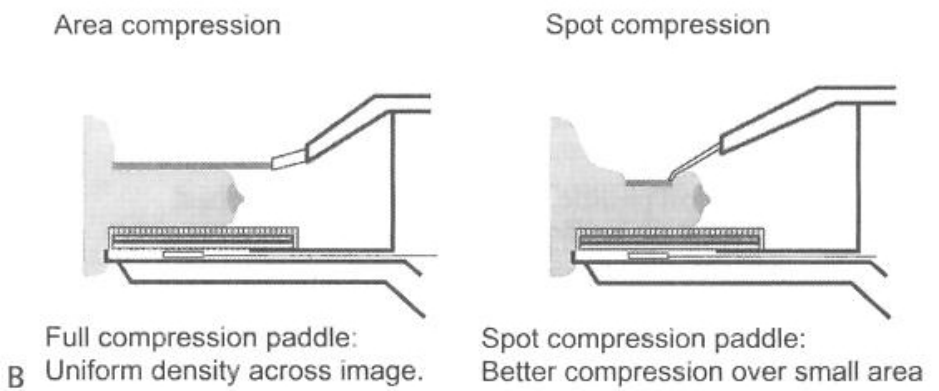


Efeitos

- Homogeneizar a espessura da mama
- Reduz superposição de estruturas
- Diminui a dispersão
- Diminui a magnificação
- Melhora a resolução espacial

Compresão

Diagrama

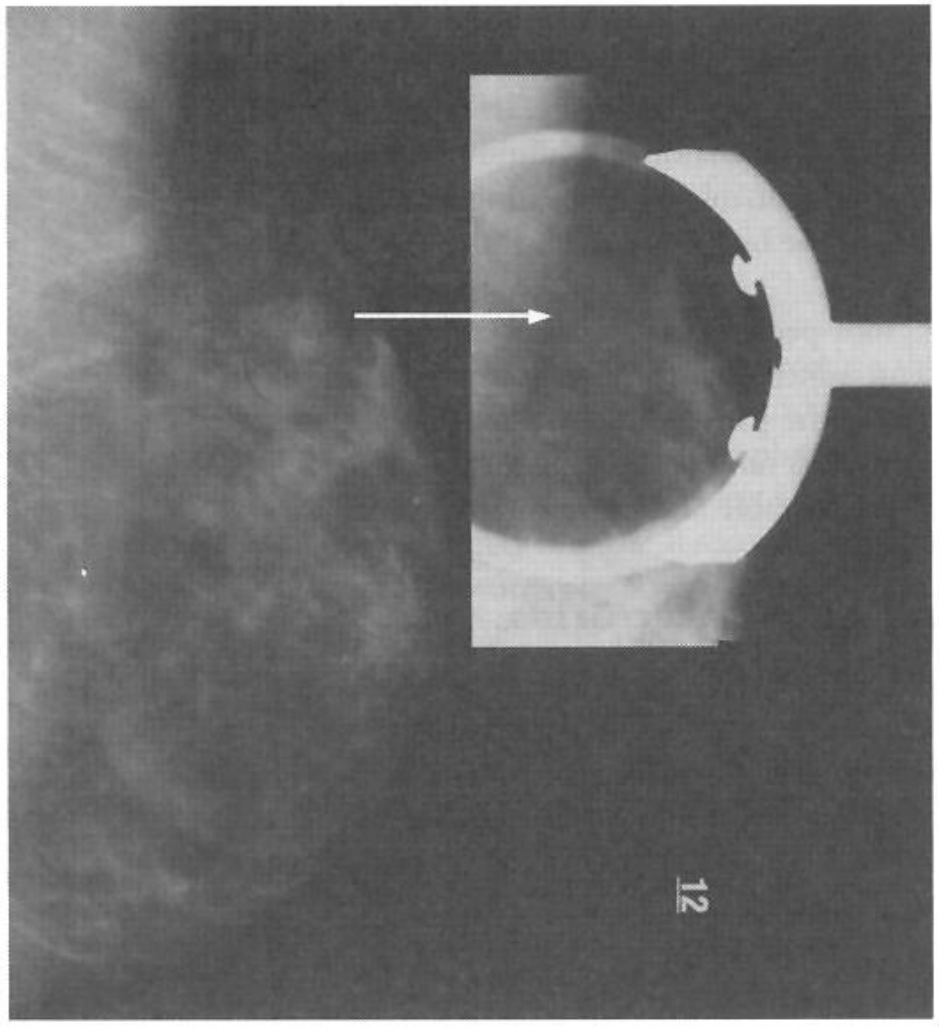


Tipos de comprsão

- Global
- Enfocada

Compresão

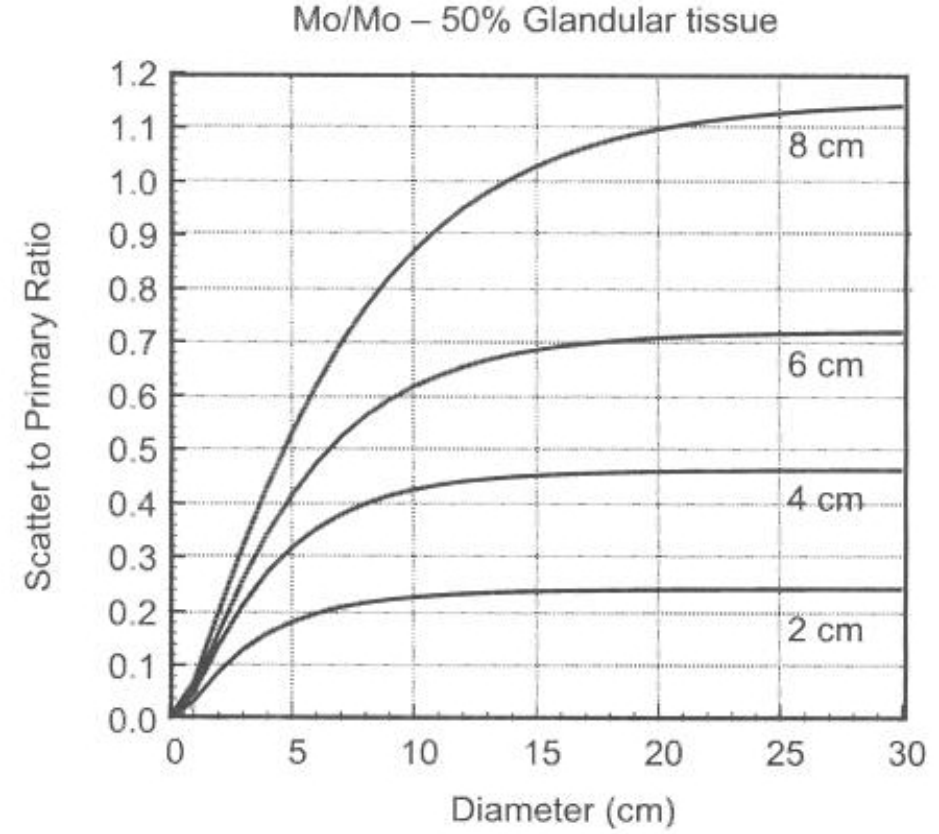
Imagem com zoom



- Exemplo do uso da compressão enfocada.
- Eliminou-se imagem suspeita

Dispersão

S/P ratio

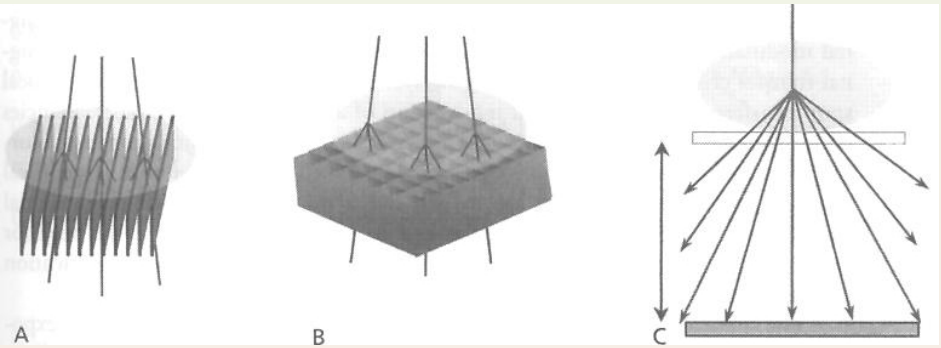


Dependência

- Aumenta com a espessura da mama
- Aumenta com o tamanho do campo
- Maior compressão
- Apresenta saturação com o diâmetro do campo

Dispersão

Grades

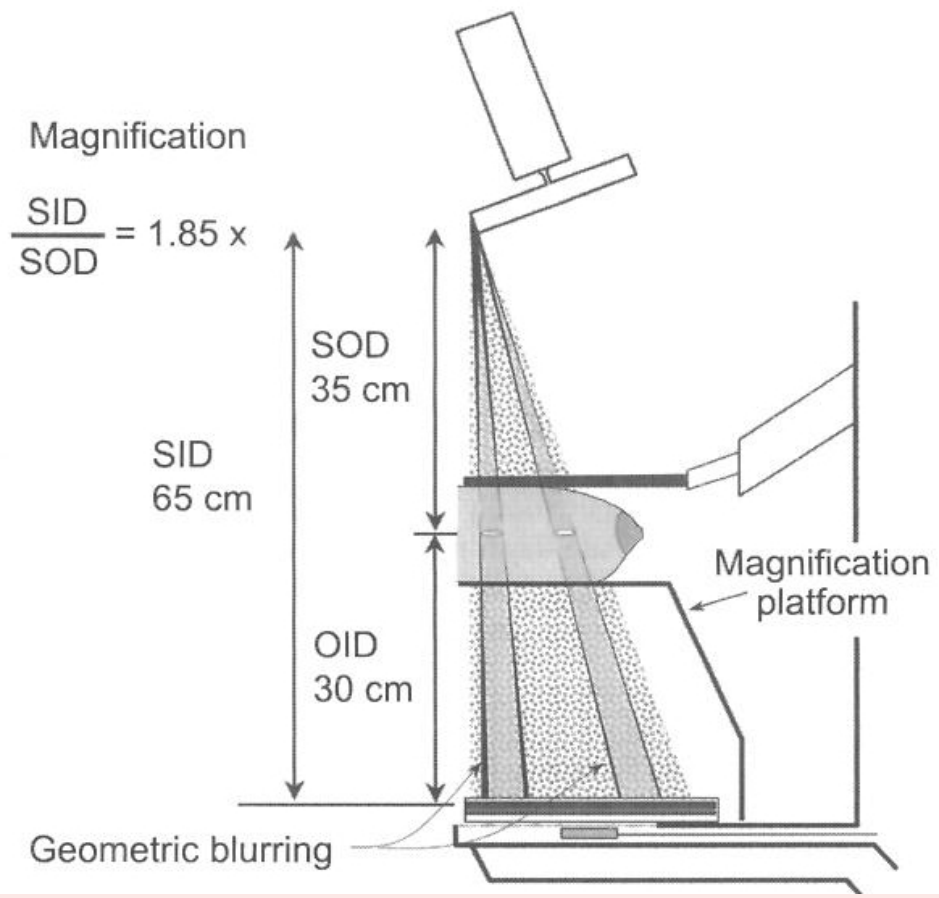


Funcionamento da grade

- Diminui a razão S/P
- Melhora o contraste
- Atenua o feixe
- Aumenta a dose na mama
- A brecha de ar diminui S/P

Magnificação

Configuração geométrica

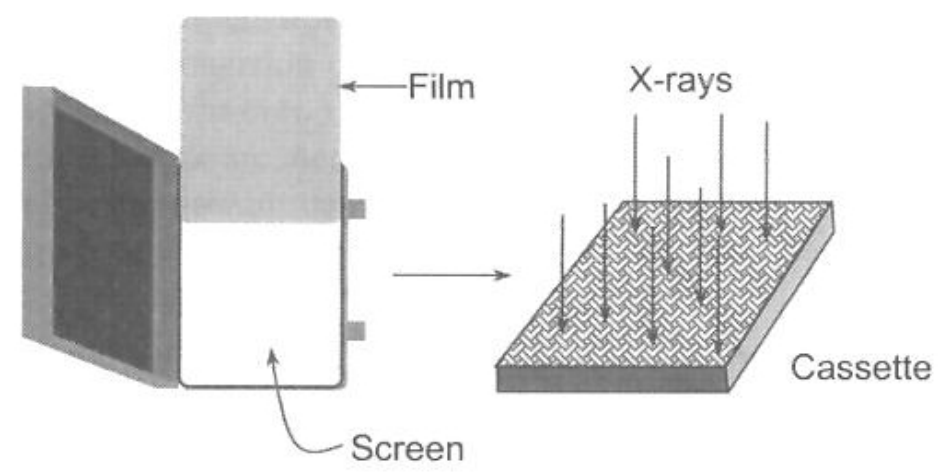


Dados de interesse

- Ê necessária em alguns casos
- M=1.5, 1.8, 2.0
- Retira-se a grade
- Usa-se ponto focal pequeno (0.1mm)
- Reduz S/P pela brecha de ar
- O blurring diminui na direção cátodo-ânodo
- Piora a resolução espacial

Sistema tela-película

Ecrã

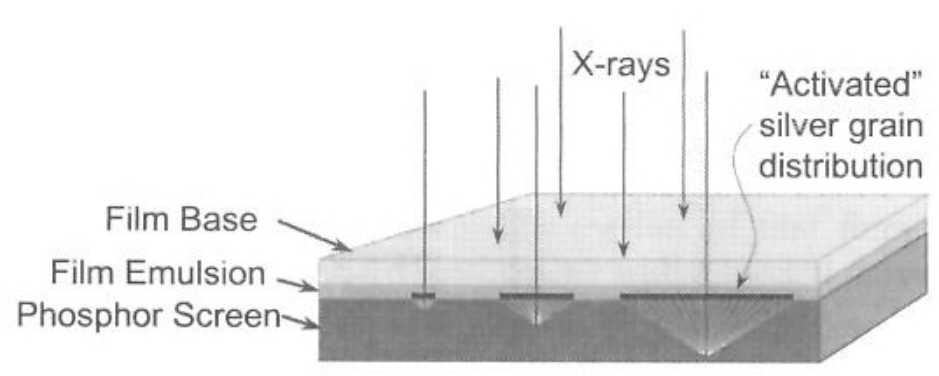


Características

- Feito de carbono
- Fósforo de Gd_2SO_2:Tb (luz verde)
- Só uma tela intensificadora
- Minimiza o blurring

Sistema tela-película

Película

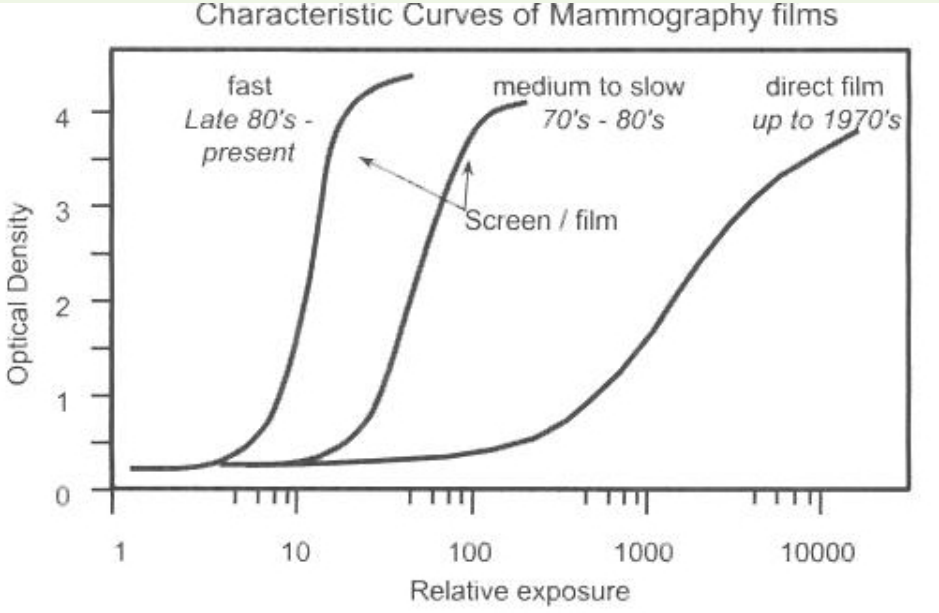


Características

- Película com só uma camada sensível
- Minimiza o blurring
- Os raios passam primeiro pela película do que pela tela

Sistema tela-película

Curvas de H&G



Mudanças principais

- Aumento do contraste e velocidade da película durante as últimas décadas

Resumo

1 Mamografia

Geradores e controle de exposição

Compressão, dispersão e magnificação

Controle de qualidade

Dose na mama

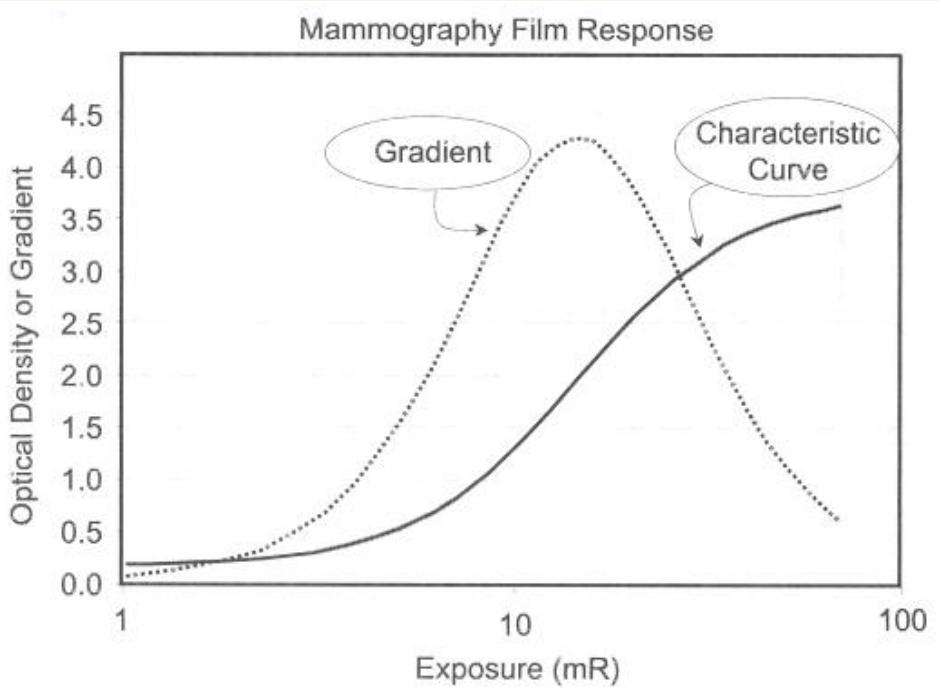
Controle de qualidade

Recomendações

- Seguir recomendações do fabricante da película para o revelado (tempo e temperatura do revelado e taxa de reposição dos produtos químicos).
- A curva sensitométrica característica deve ser medida todos os dias

Controle de qualidade

Curvas características

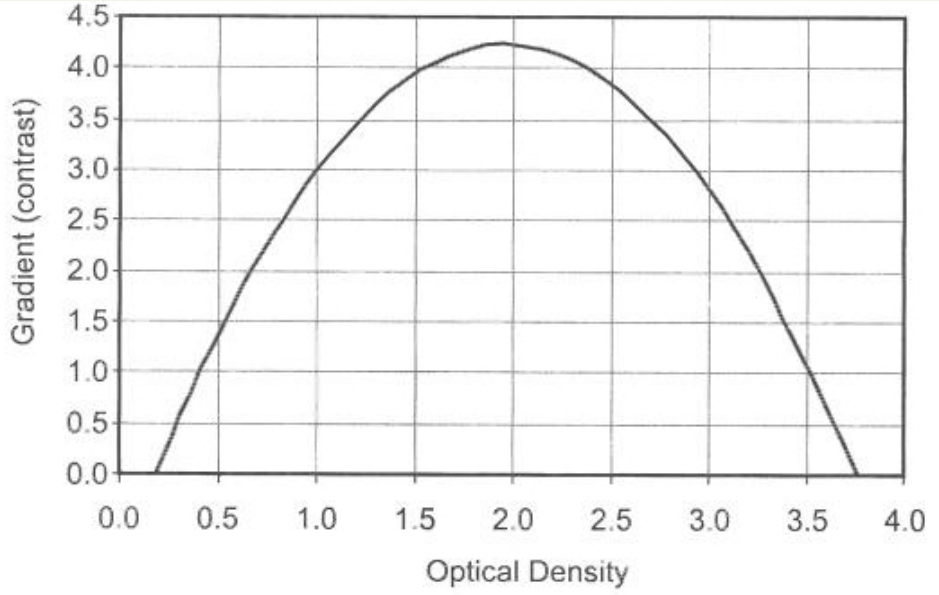


Procedimento

- Esta curva é construida a partir da placa irradiada no sensitómetro

Controle de qualidade

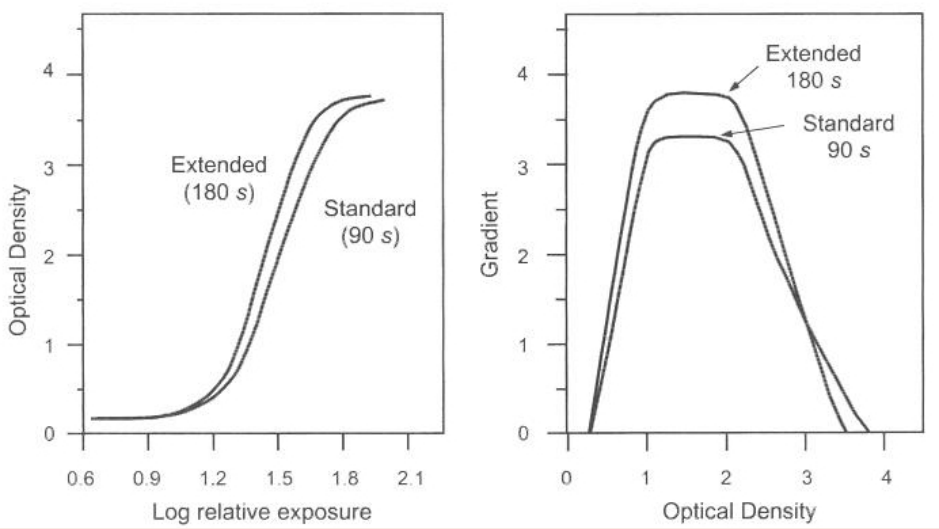
Contraste.vs.D.O



- Neste caso, o máximo de contraste é obtido para D.O.=2.0

Controle de qualidade

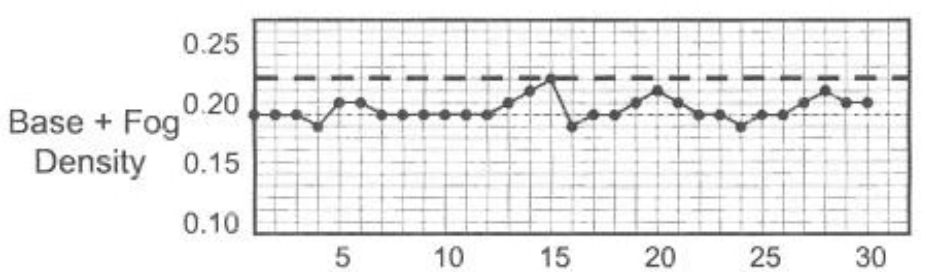
Curvas características para processos normal e extendido.



- Este processo é usado para aumentar a fixação de grãos na película
- O processo extendido aumenta a velocidade e contraste da película.

Controle de qualidade

Base+fog

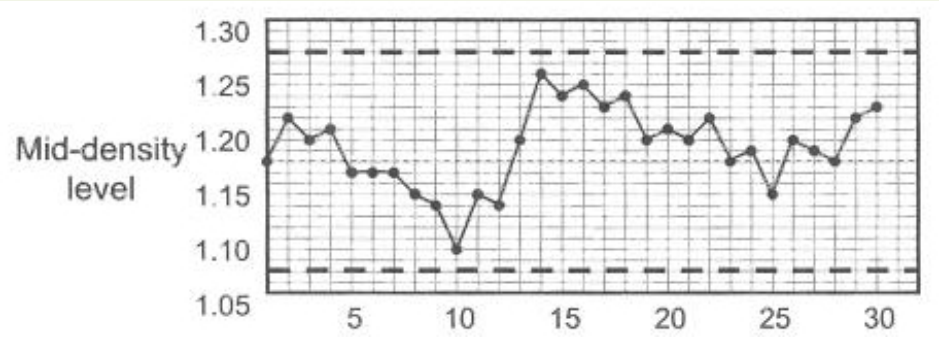


Tolerância

- Não debe passar de um valor limite

Controle de qualidade

Índice de velocidade

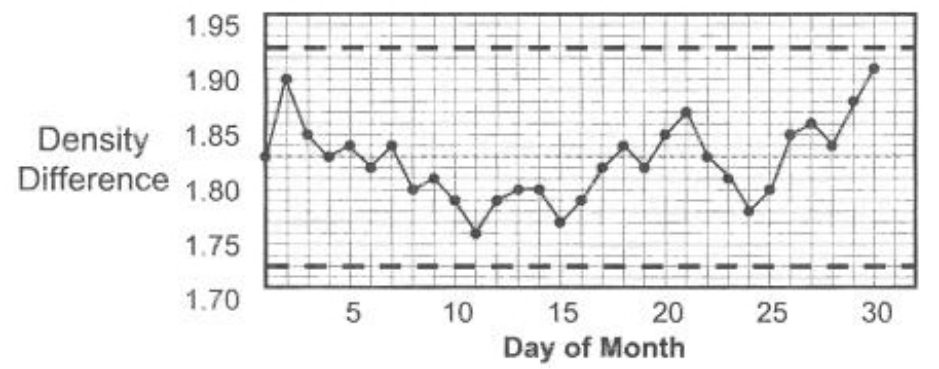


Procedimento

- Mede-se a D.O. em um degrau da curva fixo, perto de 1.0
- Melhor espectro energético
- Maior compressão

Controle de qualidade

Índice de contraste



Procedmiento

- Mede-se a diferença de D.O. entre dois degraus determinados ($\sim$0.5 e $\sim$2.0)

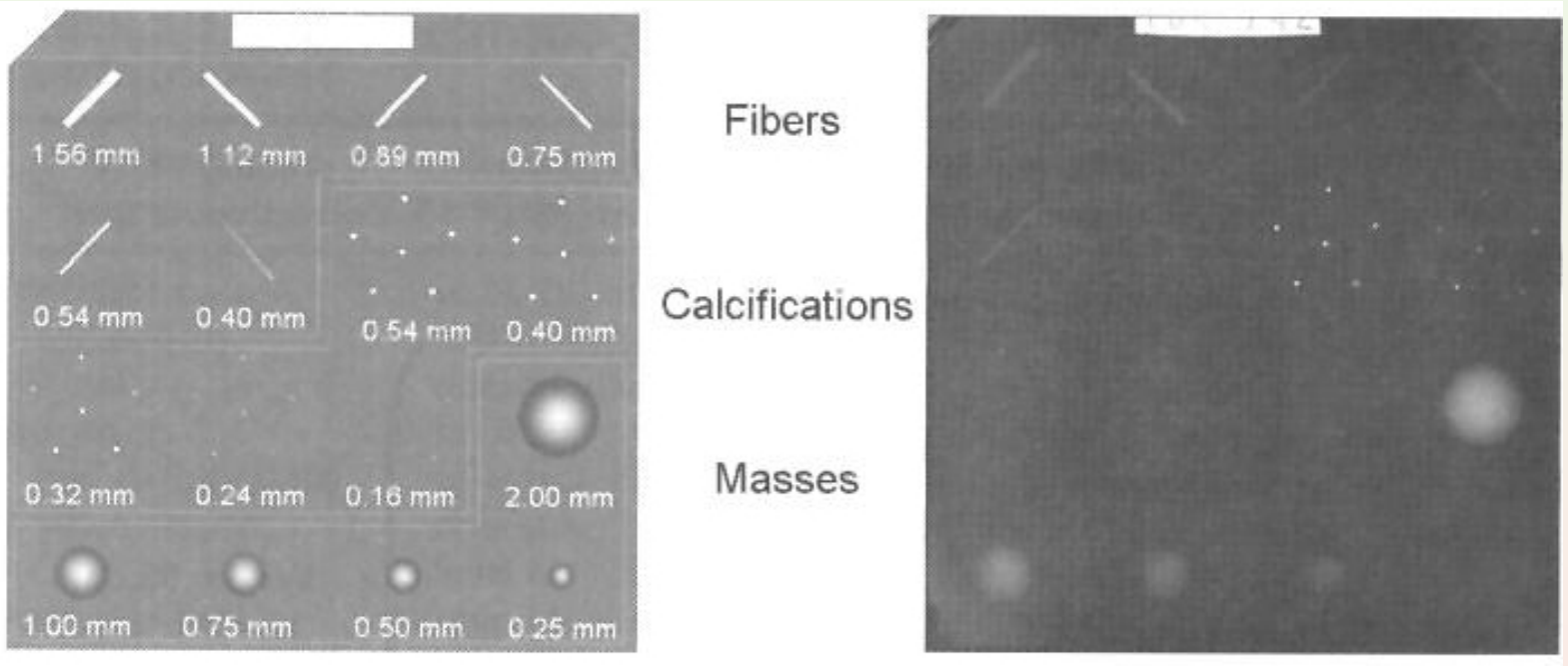
Controle de qualidade

Testes com fantoma

- Matriz de cera
- Vários corpos com densidade maior do que a cera são inseridos
- Simulam-se fibras, microcalcificações e massas
- Pode-se avaliar a resolução espacial e por contraste de forma combinada

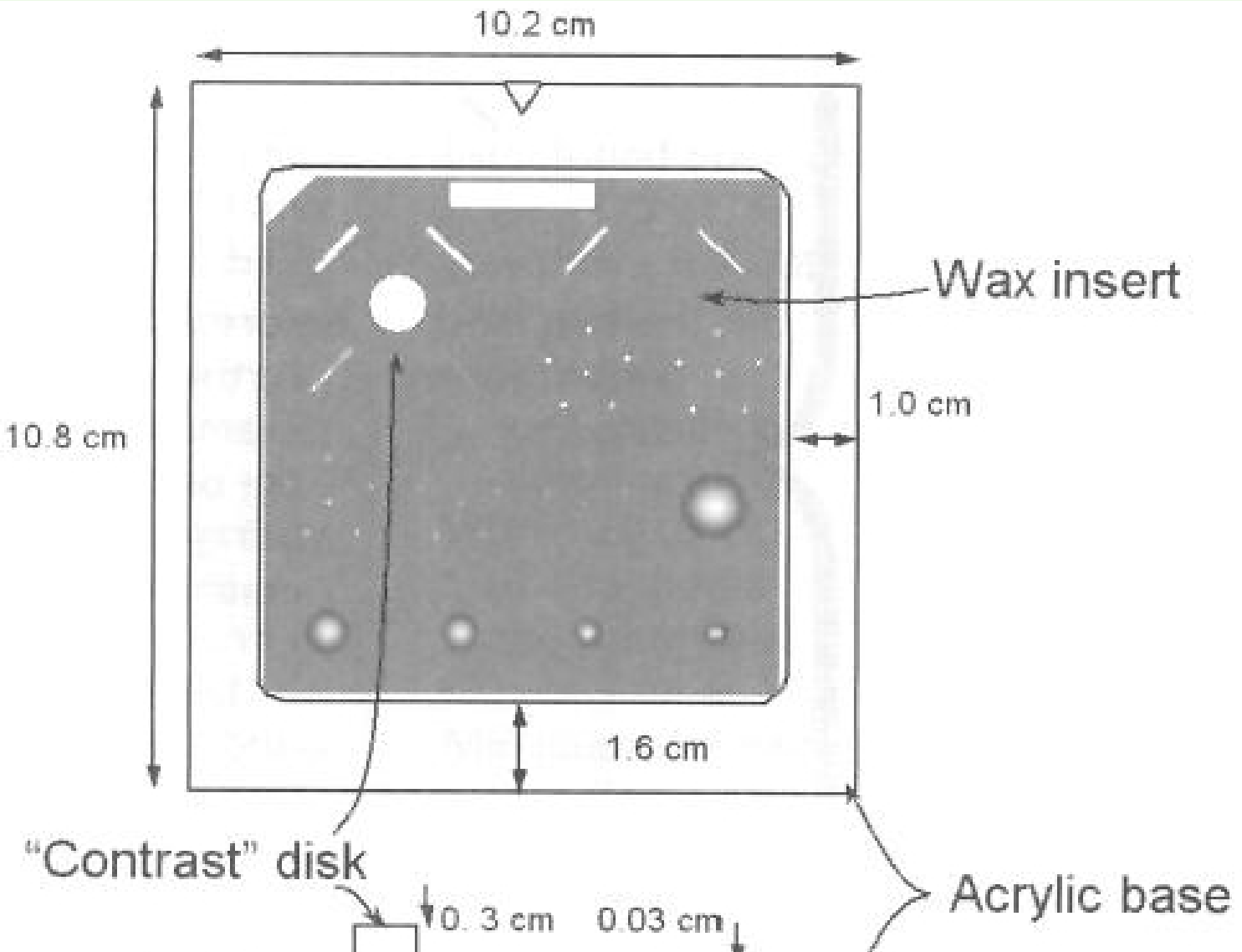
Controle de qualidade

Fantoma. Vista superior com imagem.



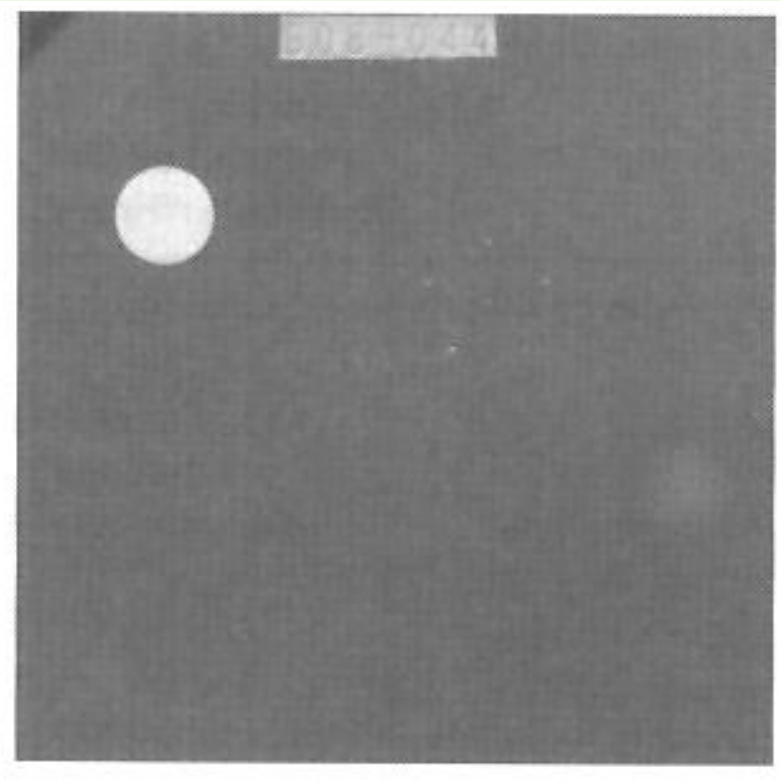
Controle de qualidade

Fantoma inserido em acrílico. Vista superior



Controle de qualidade

Fantoma inserido em acrílico



A imagem é degradada pelo acrílico (dispersão e ruído)

Controle de qualidade

Testes periódicos realizados pelo tecnólogo (I)

TABLE 8-8. PERIODIC TESTS PERFORMED BY THE QUALITY CONTROL (QC) TECHNOLOGIST

Test and Frequency	Requirements for Acceptable Operation	Documentation Guidance	Timing of Corrective Action
Processor base + fog density —daily	≤ +0.03 OD of established operating level	QC records and charts for last 12 months; QC films for 30 days	Before any further clinical films are processed
Processor mid-density (MD) value—daily	Within ±0.15 OD of established operating level for MD		
Processor density difference (DD) value—daily	Within ±0.15 OD of established operating level for DD		

Controle de qualidade

Testes periódicos realizados pelo tecnólogo (II)

Phantom image center OD and reproducibility —weekly	Established operating level OD ≥1.20 within ± 0.20 OD of established operating level at typical clinical setting	QC records and charts for last 12 months; phantom images for the last 12 weeks	Before any further exams are performed using the x-ray unit
Phantom density difference background and test object	Within ±0.05 OD of established operating level		
Phantom scoring—weekly	Minimum score of four fibers, three speck groups, three masses		

Controle de qualidade

Testes periódicos realizados pelo tecnólogo (III)

Fixer retention in film—quarterly	Residual fixer no greater than 5 $\mu g/cm^2$	QC records since the last inspection or the past three tests	Within 30 days of the date of the test
Repeat analysis—quarterly	Operating level for repeat rate <2% change (up or down) from previous rate		
Darkroom fog—semiannually	OD difference ≤0.05	QC records since last inspection or the past three tests; fog QC films from the previous three tests	Before any further clinical films are processed
Screen-film (S-F) contact—semiannually	All mammography cassettes tested with a 40-mesh copper screen, with no obvious artifacts	QC records since last inspection or the past three tests; S-F contact QC films from the previous three tests	Before any further examinations are performed using the cassettes
Compression device—semiannually	Compression force ≥11 newtons (25 pounds)	QC records since the last inspection or the past three tests	Before examinations are performed using the compression device

Controle de qualidade

Testes periódicos realizados pelo físico (I)

TABLE 8-9. SUMMARY TABLE OF ANNUAL QUALITY CONTROL TESTS PERFORMED BY THE PHYSICIST

Test	Regulatory Action Levels	Required Documentation	Timing of Corrective Action
AEC	OD exceeds the mean by more than 0.30 (over 2–6 cm range) or the phantom image density at the center is less than 1.20		
kVp	Exceeds 5% of indicated or selected kVp; C.O.V. exceeds 0.02		Within 30 days of the date of the test
Focal spot	See Table 8.1		
HVL	See Tables 8.2 and 8.3		
Air kerma (exposure) and AEC reproducibility	Reproducibility C.O.V.[a] exceeds 0.05		
Dose	Exceeds 3.0 mGy (0.3 rad) per exposure	The two most recent survey reports	Before any further examinations are performed using the x-ray machine

Controle de qualidade

Testes periódicos realizados pelo físico (II)

Dose	Exceeds 3.0 mGy (0.3 rad) per exposure	The two most recent survey reports	Before any further examinations are performed using the x-ray machine
X-ray field/light field/compression device alignment	Exceeds 2% SID at chest wall Paddle visible on image		
Screen speed uniformity	O.D. variation exceeds 0.30 from the maximum to the minimum		
System artifacts	Determined by physicist		Within 30 days of the date of the test
Radiation output	Less than 4.5 mGy/sec[b] (513 mR/sec)		
Automatic decompression control	Failure of override or manual release		
Any applicable annual new modality tests	To be determined		Before any further examinations are performed

Resumo

1 Mamografia

Geradores e controle de exposição

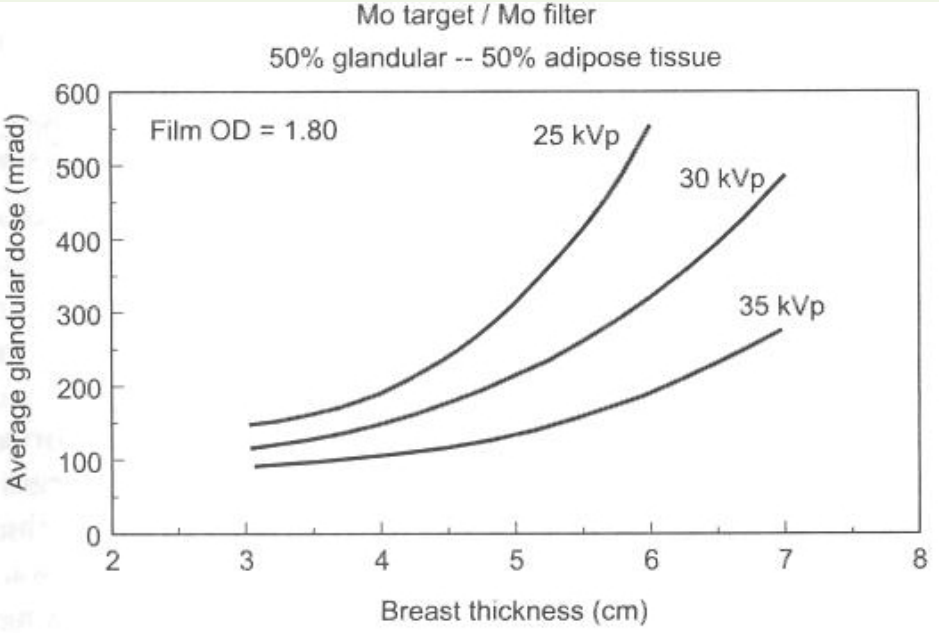
Compressão, dispersão e magnificação

Controle de qualidade

Dose na mama

Dosimetria em mamografia

Dose glandular média.vs.espessura da mama



Comportamento da dose

- As curvas estão determinadas para obter D.O.=1.8
- Para um kVp fixo, a dose aumenta com a espessura da mama
- Este aumento é maior quanto menor é o kVp
- A dose é menos sensível à espessura quanto maior é o kVp

Dosimetria em mamografia

Factores que influem na dose glandular média

- Taxa de exposição no ar à entrada do paciente
- HVL
- kVp
- Densidade da mama

Dosimetria en mamografia

Fatores de conversão ($D_g = D_{gN} X_{ESE}$)

TABLE 8-6. DgN CONVERSION FACTOR (mRAD PER ROENTGEN) AS A FUNCTION OF HVL AND kVp FOR Mo TARGET/FILTER: 4.5-CM BREAST THICKNESS OF 50% GLANDULAR AND 50% ADIPOSE BREAST TISSUE COMPOSITION*

	kVp							
HVL (mm)	25	26	27	28	29	30	31	32
0.25	122							
0.26	126	128						
0.27	130	132	134					
0.28	134	136	138	139				
0.29	139	141	142	143	144			
0.30	143	145	146	147	148	149		
0.31	147	149	150	151	152	153	154	
0.32	151	153	154	155	156	158	159	160
0.33	155	157	158	159	160	162	163	164
0.34	160	161	162	163	164	166	167	168
0.35	164	166	167	168	169	170	171	172
0.36	168	170	171	172	173	174	175	176
0.37		174	175	176	177	178	178	179
0.38			179	180	181	182	182	183
0.39				184	185	186	186	187
0.40					189	190	191	192