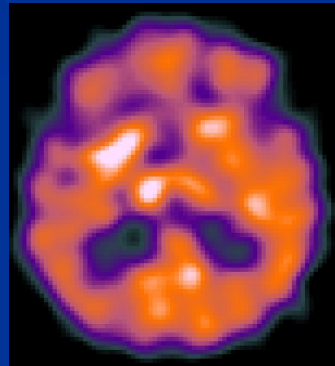


Aumento da resolução em SPECT através de pequenos movimentos



Instituto de Biofísica e Biomatemática - IBILI



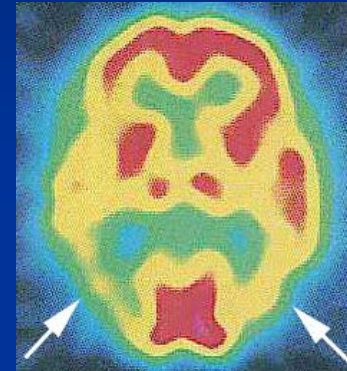
Orientador: Engenheiro Nuno Ferreira
Supervisor: Engenheiro Francisco Caramelo

Gilberto Almeida

Projecto

SPECT

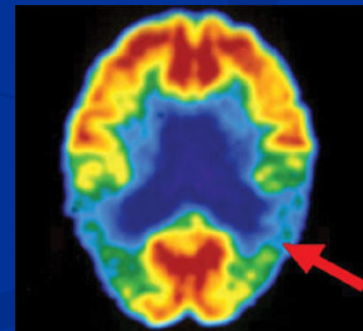
- resolução espacial de 10mm



in <http://www.alzheimer-montpellier.org/images/spect.jpg>

PET

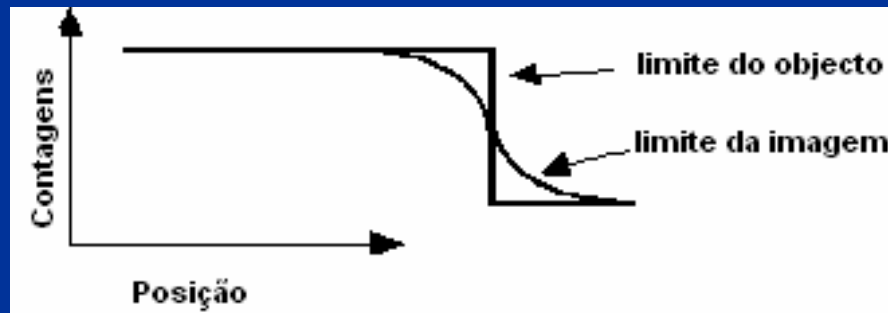
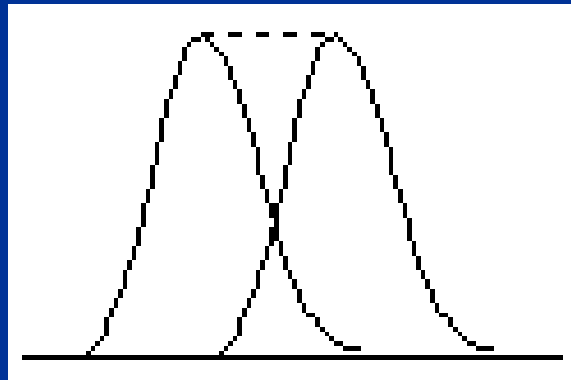
- resolução espacial de 4mm



in <http://cerncourier.com/main/article/41/8/15/1/cernimag2-10-01>

Resolução

A resolução espacial é a capacidade de distinguir dois pontos muito próximos.



Resolução refere-se ao grau de esborratamento ao longo das fronteiras entre as diferentes regiões da imagem.

Propostas de solução

Órbitas Não Circulares

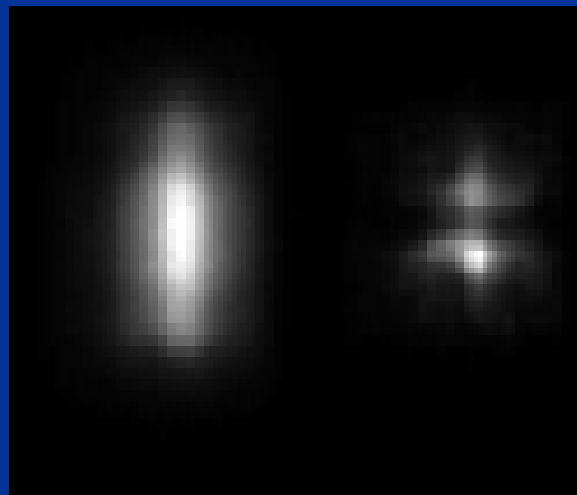
SPECT-CT

Detectores CZT

Colimadores RPHC

Colimadores *Pinhole*

- Aplicação de uma técnica usada com sucesso em astronomia

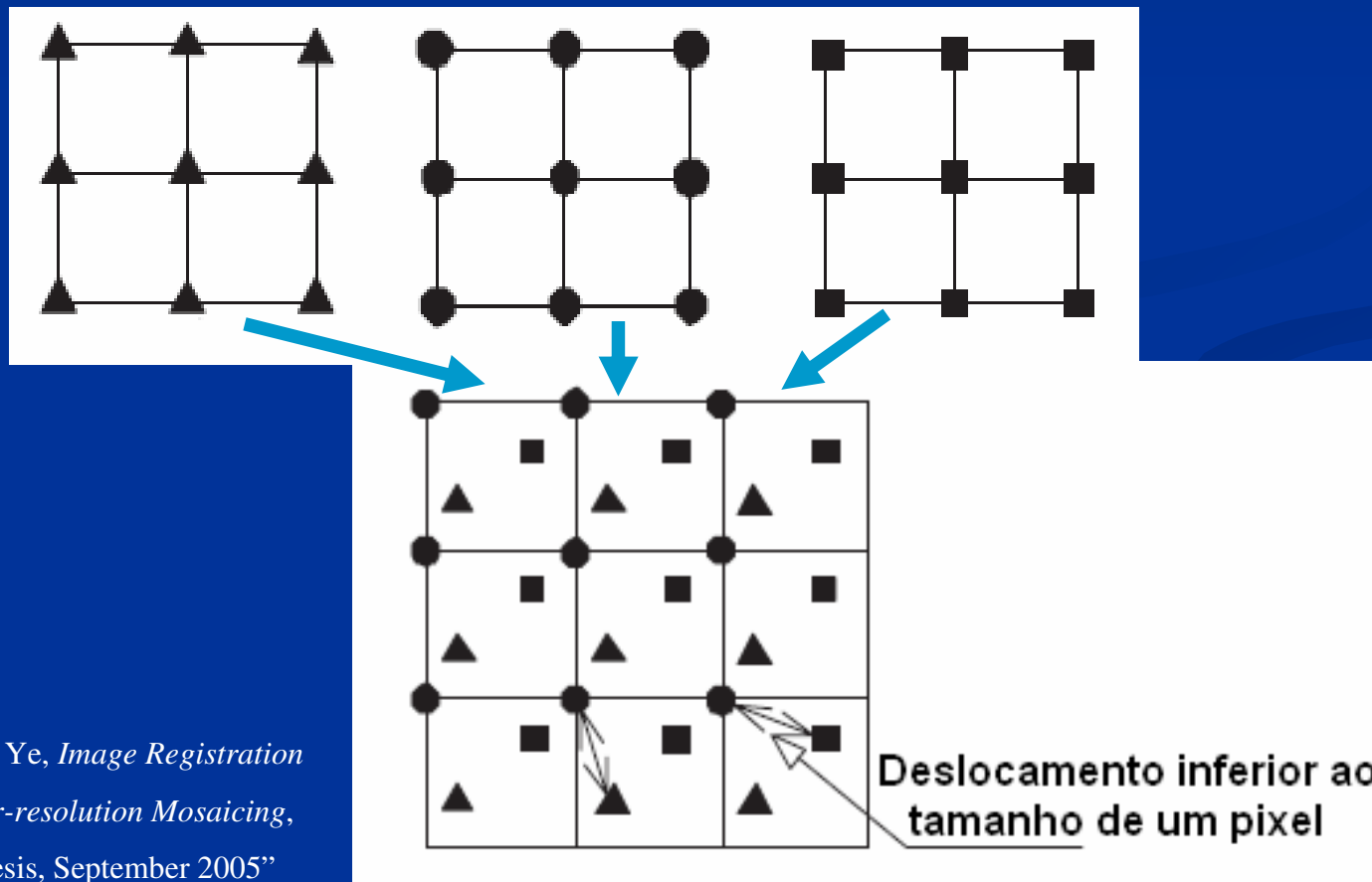


SUBSTEPPING
Super-Resolução

in “Nailong Wu and John Caldwell, “Substepping and its Application to HST Imaging”, *Astronomical Data Analysis Software and Systems VII ASP Conference Series*, Volume 145, pp. 82-85, 1998”

Super-resolução

A restauração por Super-resolução pretende estimar uma imagem de maior resolução a partir de um conjunto de imagens individuais de menor resolução.



*in "Getian Ye, Image Registration
and Super-resolution Mosaicing,
Ph.D thesis, September 2005"*

Método

Processo de Aquisição de Imagem:

$$y = Ax + N$$

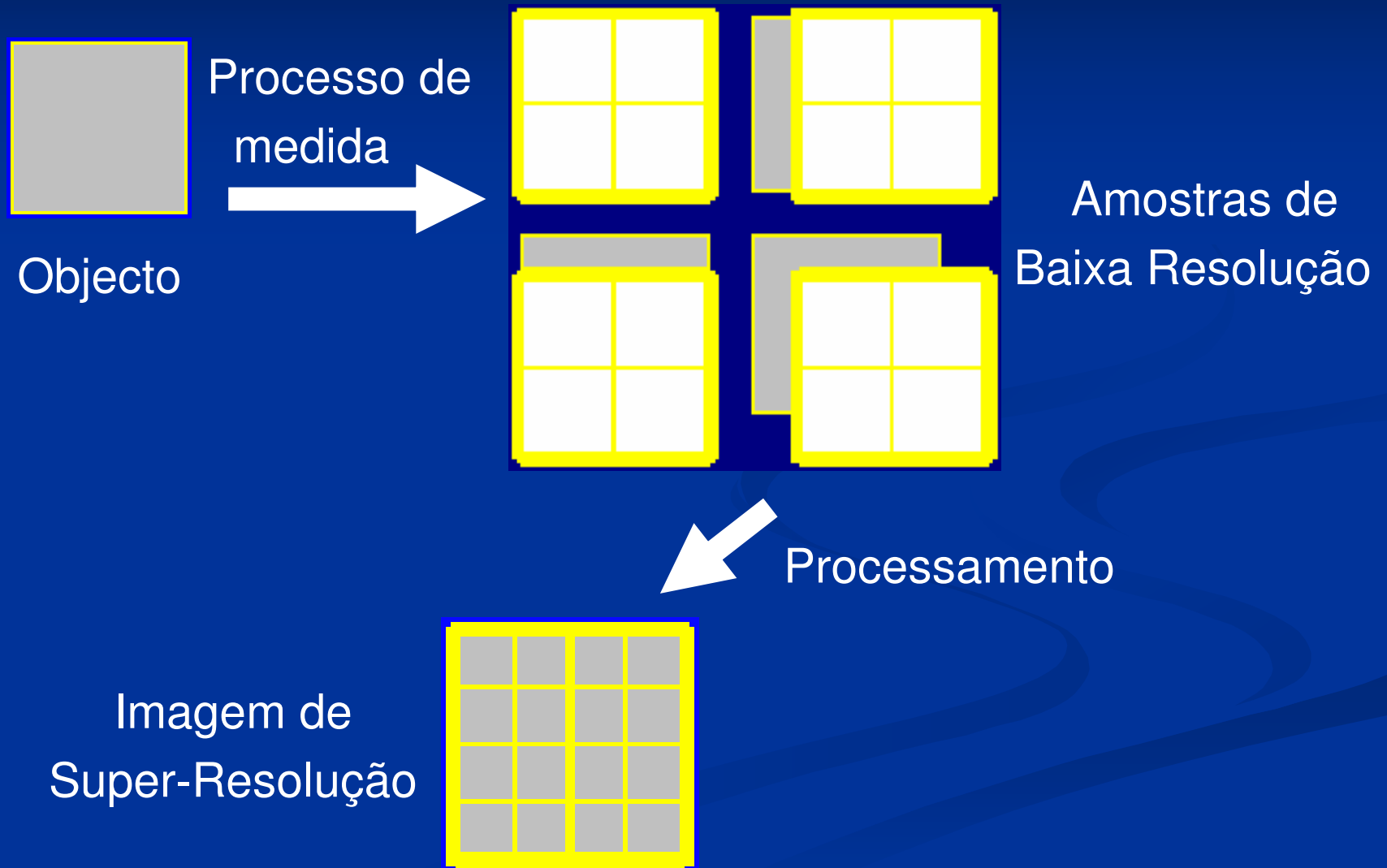
y – imagem subamostrada

A – processo de medida

x – imagem de alta resolução

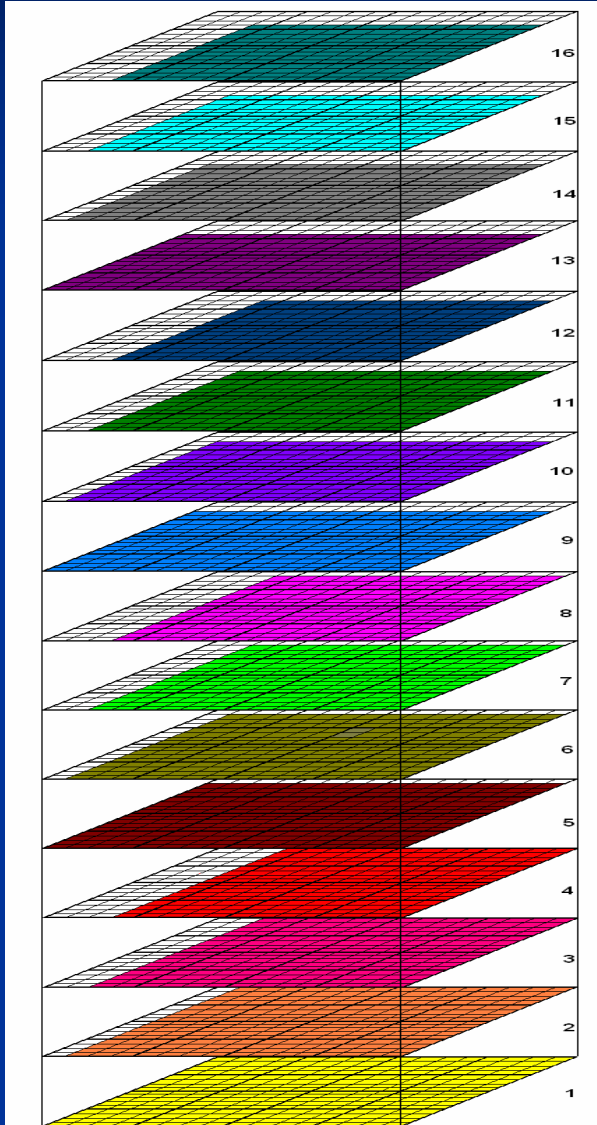
N – ruído associado ao processo de medida

Método



Método

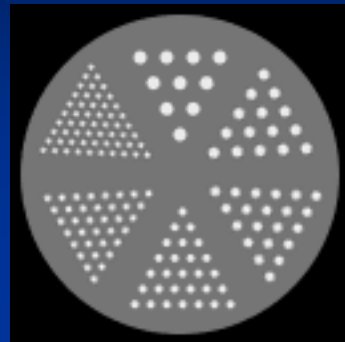
Processamento



- Os valores dos pixels das amostras são distribuídos pelos pixels da super-imagem;
- A distribuição é pesada pelos valores dos super-pixels correspondentes, que na primeira iteração são todos iguais à unidade;
- Um conjunto de valores (estimativas de super-pixel) é criado, pela média ponderada feita pixel a pixel;
- A super-imagem é obtida pela média das estimativas;
- Uma nova iteração pode ser executada, usando esta nova super-imagem e repetindo novamente o processo.

Método

Simulações efectuadas ao algoritmo



Fantoma de Derenzo



Fantoma de Utah

Fantoma:

Tamanho da super-imagem
(em pixels):

64x64

128x128

Factor de resolução:

2x

4x

N.º de contagens:

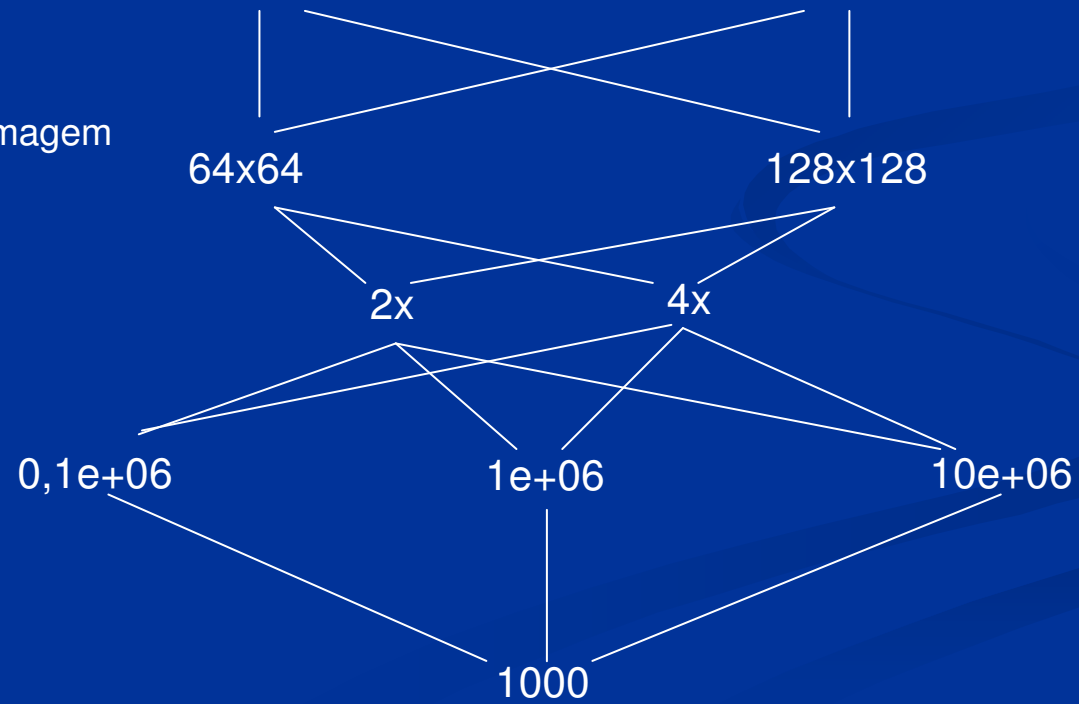
0,1e+06

1e+06

10e+06

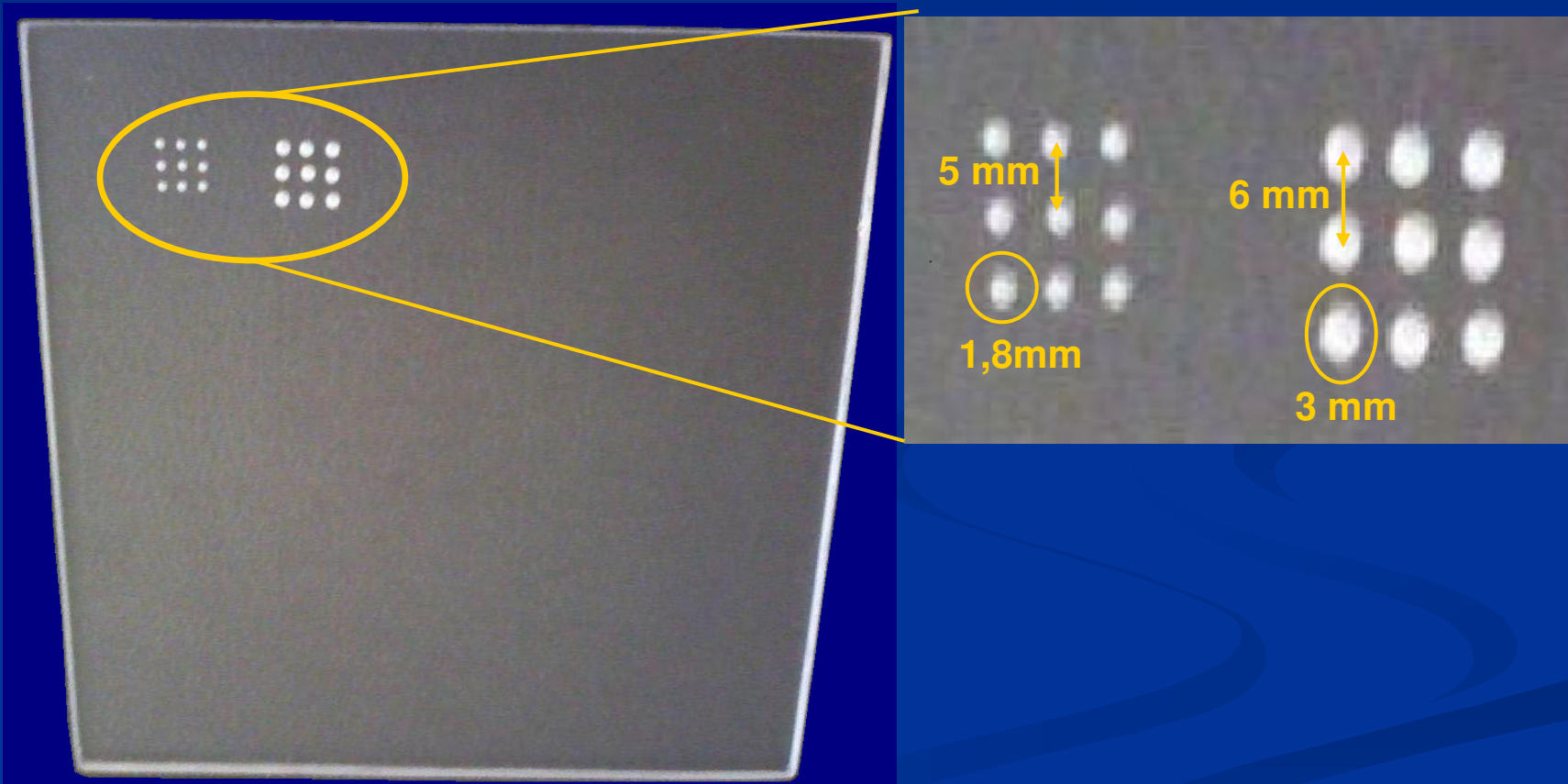
N.º de iterações:

1000



Método

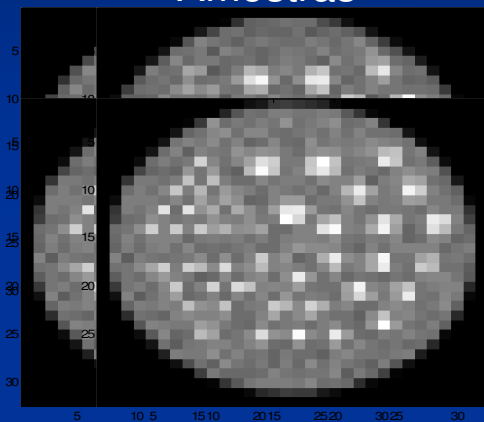
Teste real efectuado ao algoritmo



Fantoma de Super-resolução

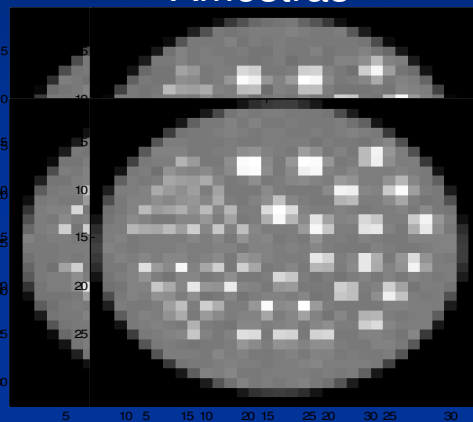
Resultados das simulações Fantoma de Derenzo 64x64 FR 2x

Amostras



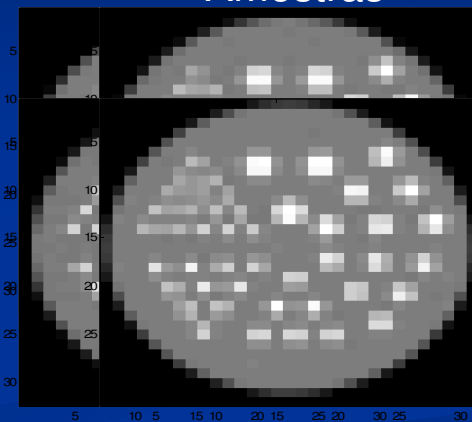
Super-imagem

Amostras

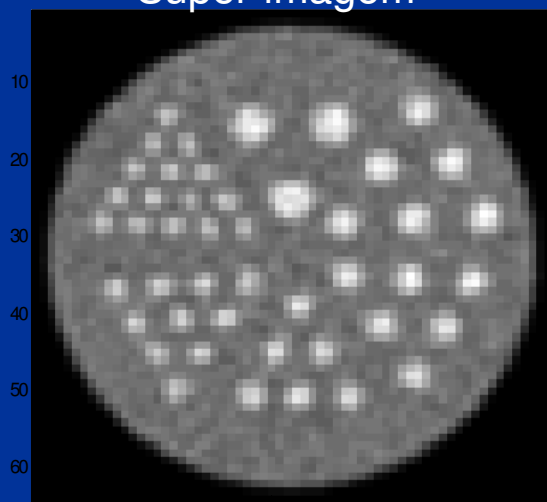


Super-imagem

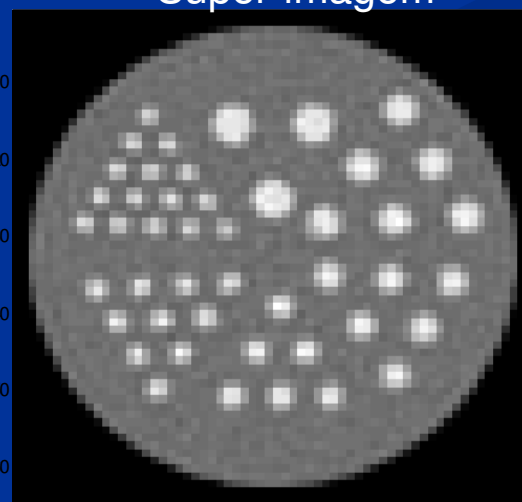
Amostras



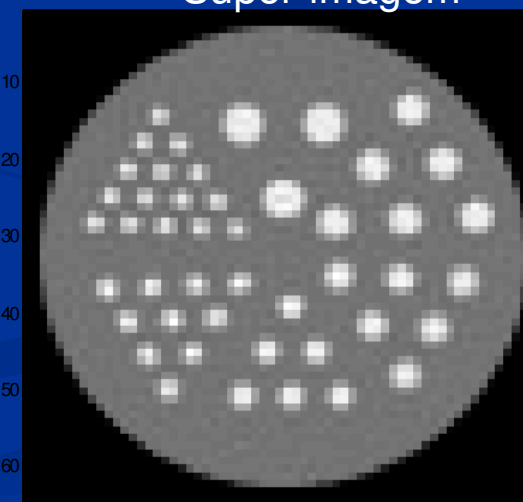
Super-imagem



0,1e+06 Contagens



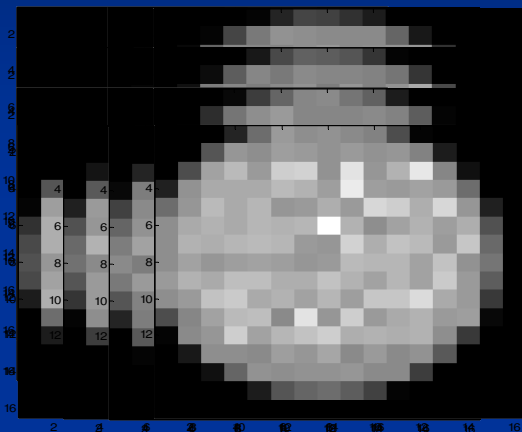
1e+06 Contagens



10e+06 Contagens

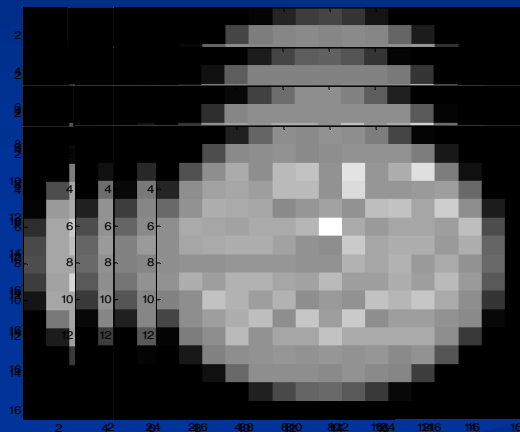
Resultados das simulações Fantoma de Derenzo 64x64 FR 4x

Amostras



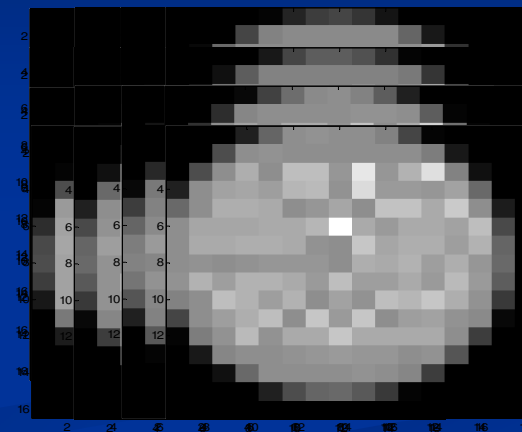
Super-imagem

Amostras

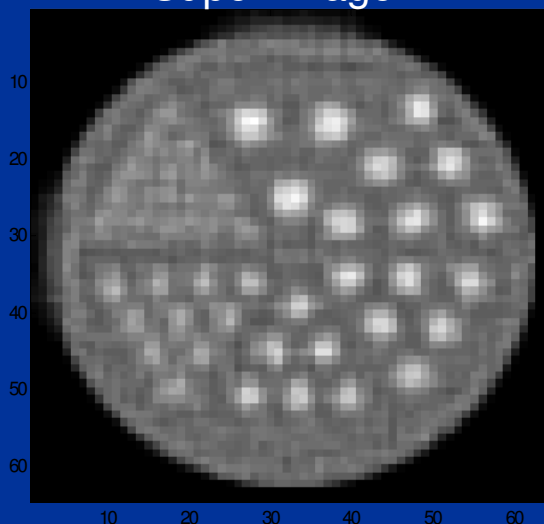


Super-imagem

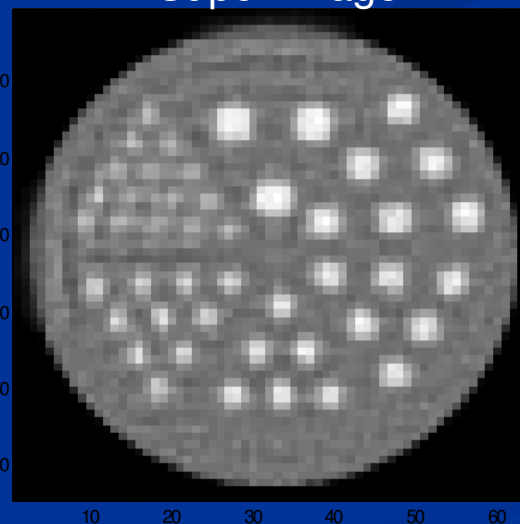
Amostras



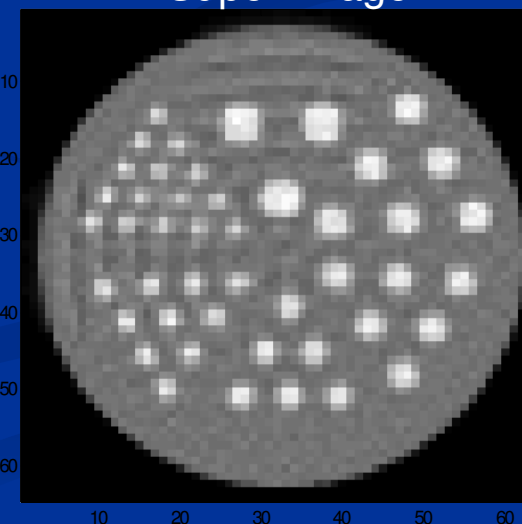
Super-imagem



0,1e+06 Contagens



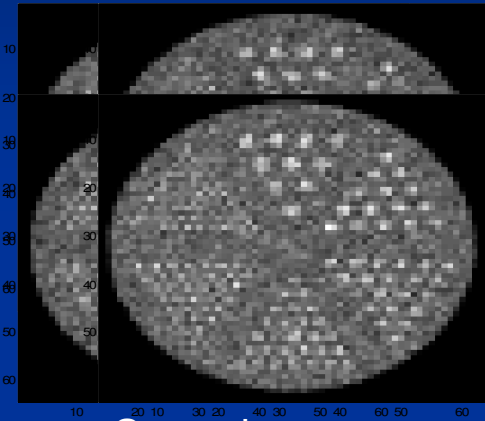
1e+06 Contagens



10e+06 Contagens

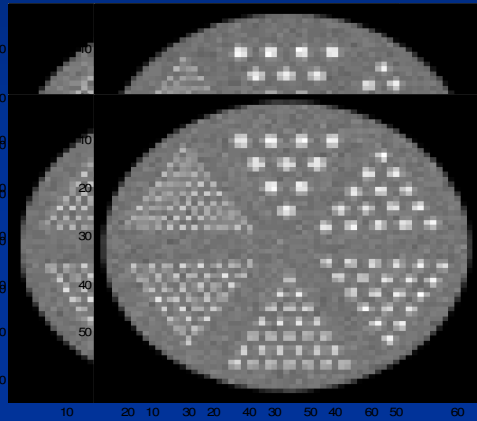
Resultados das simulações Fantoma de Derenzo 128x128 FR 2x

Amostras



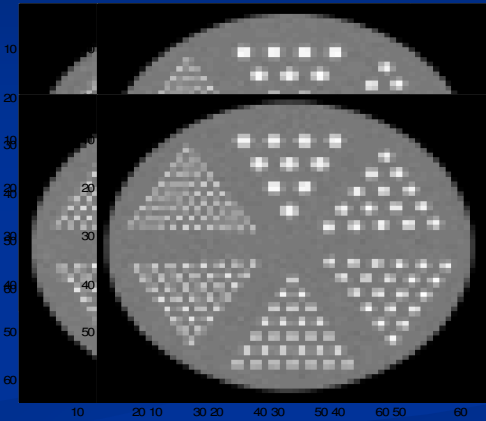
Super-imagem

Amostras

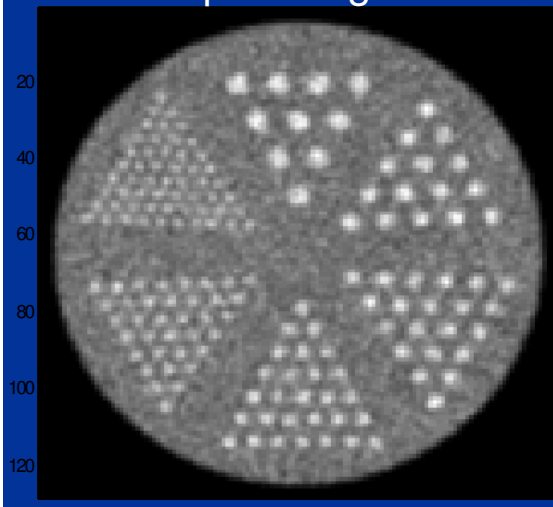


Super-imagem

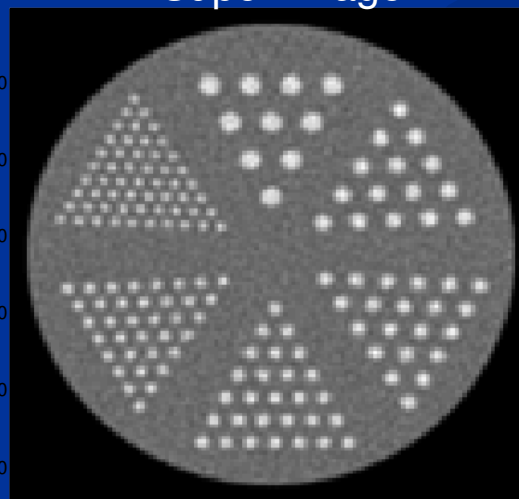
Amostras



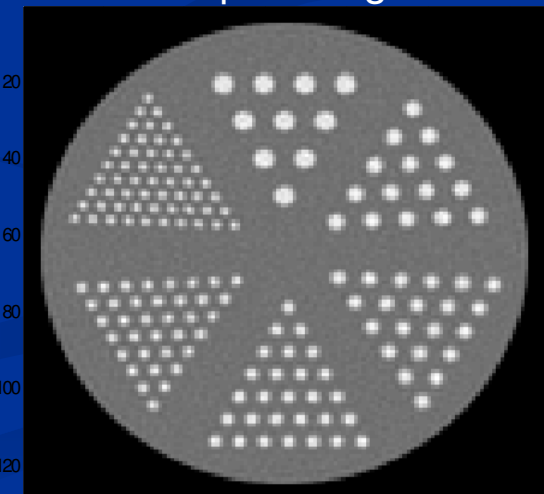
Super-imagem



0,1e+06 Contagens



1e+06 Contagens

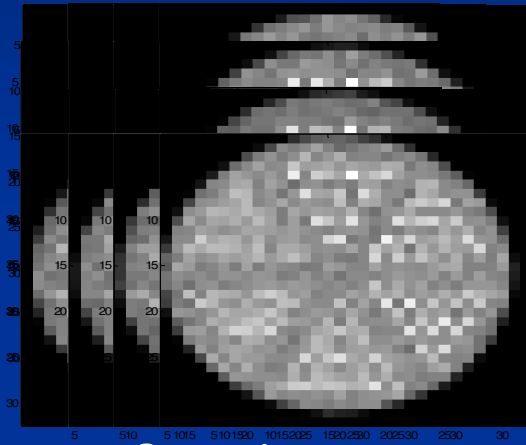


10e+06 Contagens

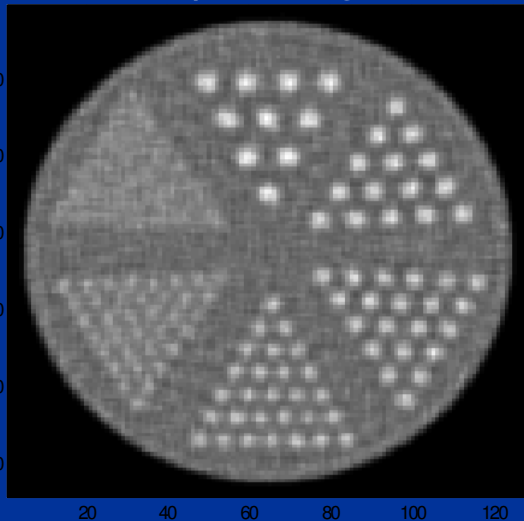
Resultados das simulações Fantoma de Derenzo

128x128 FR 4x

Amostras

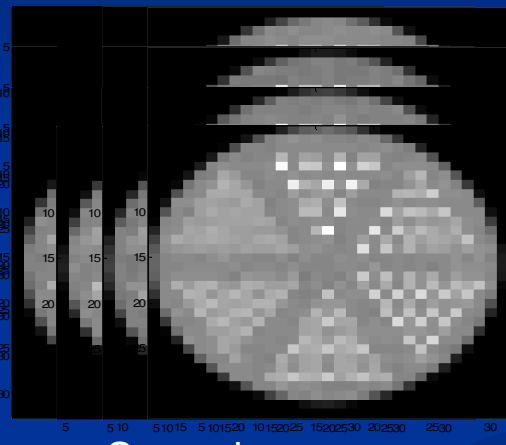


Super-imagem

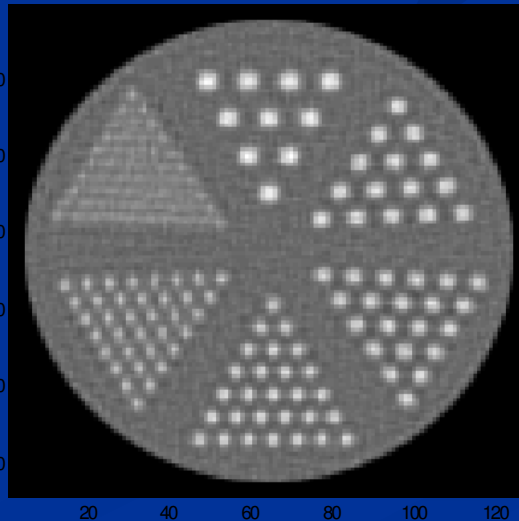


0,1e+06 Contagens

Amostras

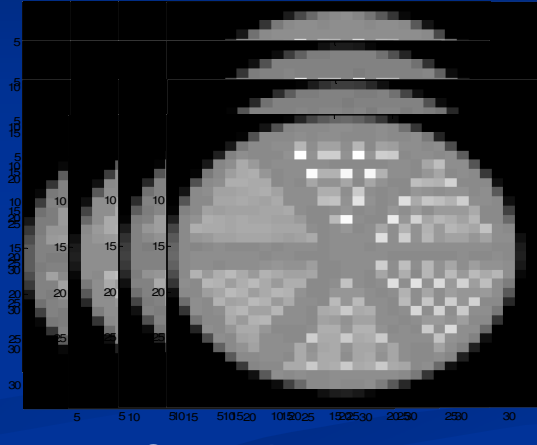


Super-imagem

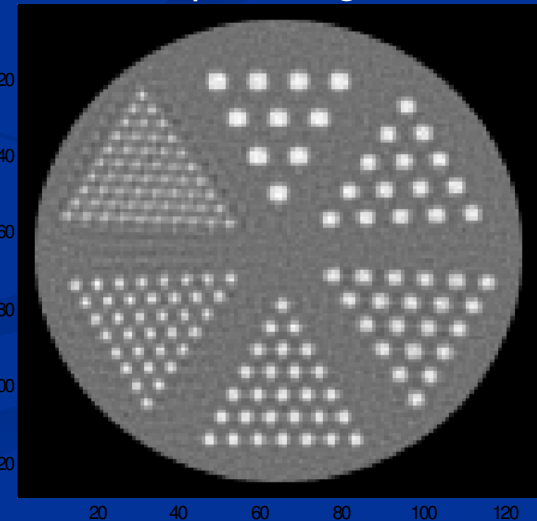


1e+06 Contagens

Amostras



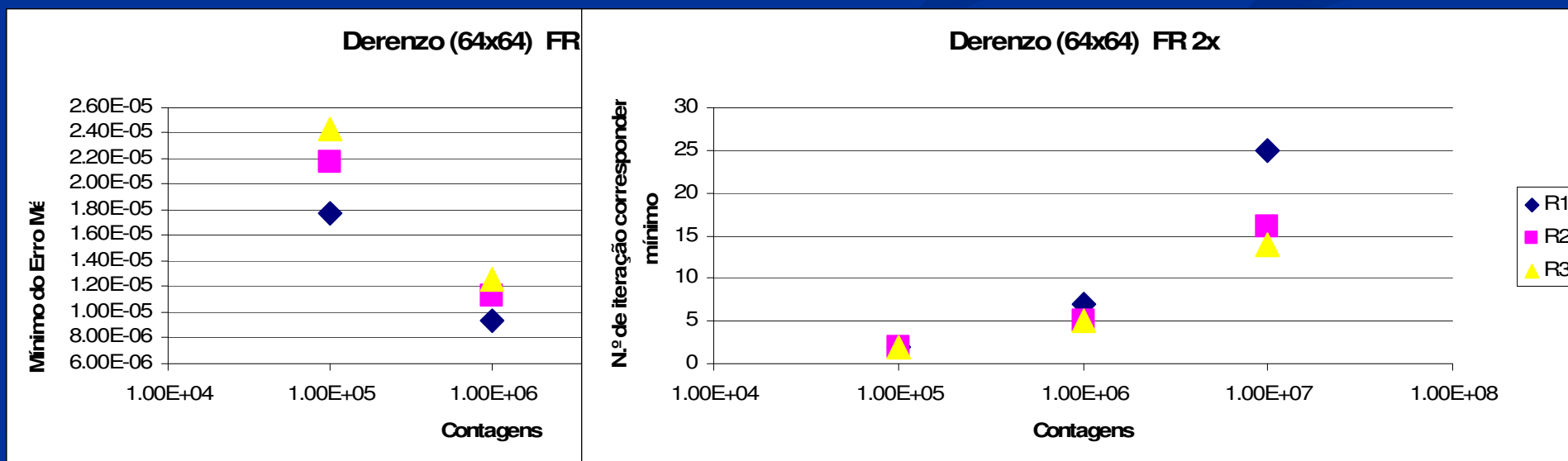
Super-imagem



10e+06 Contagens

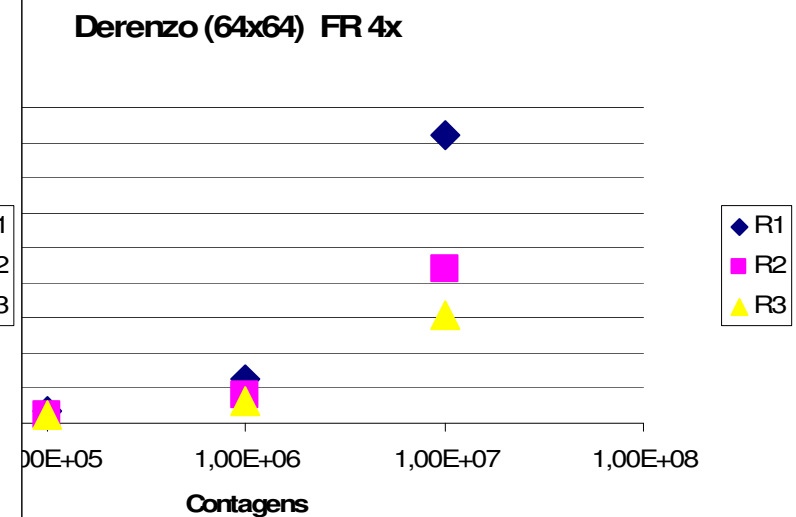
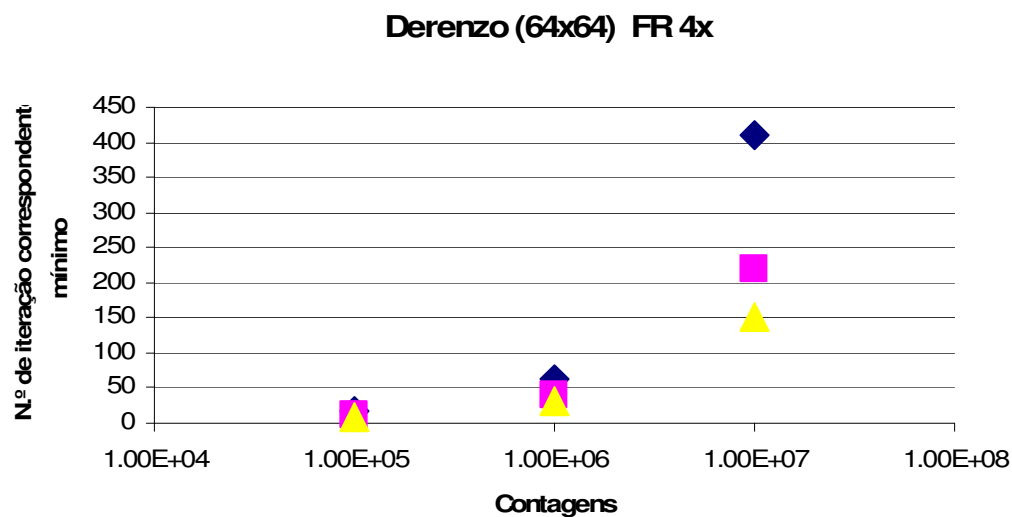
Análise dos Resultados das simulações Fantoma de Derenzo 64x64 FR 2x

Mínimo do Erro Médio	Contagens	Erro normalizado	N.º da iteração correspondente ao mínimo	Tempo (minutos)
1,78E+00	1,00E+05	1,78E-05	2	20,8
9,39E+00	1,00E+06	9,39E-06	7	20,9
5,19E+01	1,00E+07	5,19E-06	27	20,8



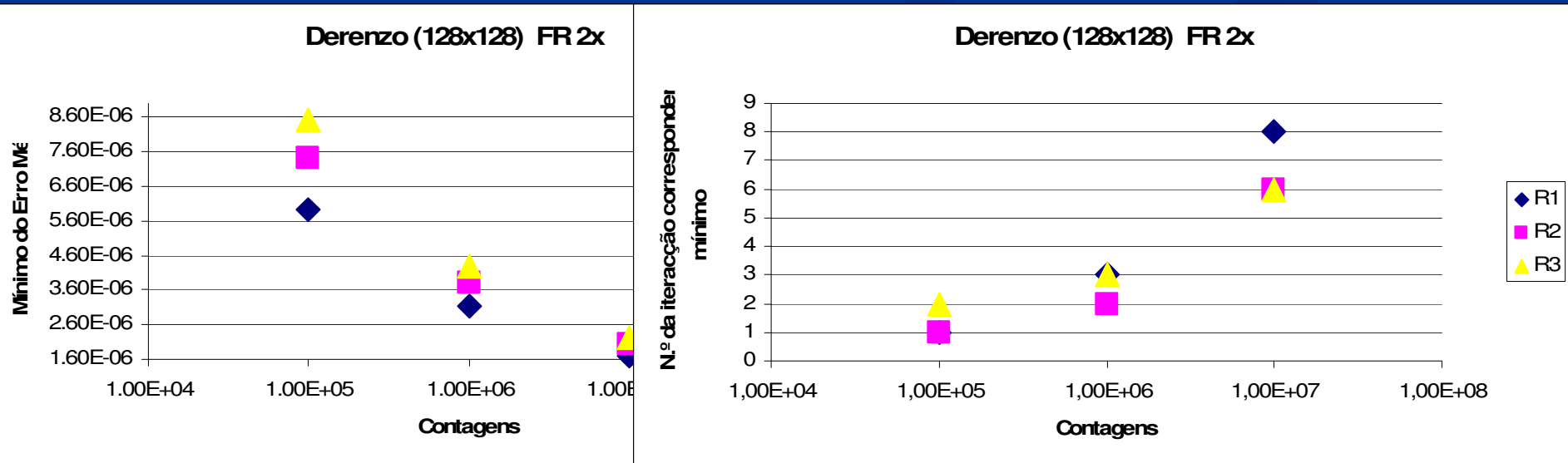
Análise dos Resultados das simulações Fantoma de Derenzo 64x64 FR 4x

Mínimo do Erro Médio	Contagens	Erro Normalizado	N.º da iteração correspondente ao mínimo	Tempo (horas)
2,49E+00	1,00E+05	2,49E-06	16	1,45
1,77E+01	1,00E+06	1,77E-05	64	1,48
1,24E+02	1,00E+07	1,24E-05	409	1,45



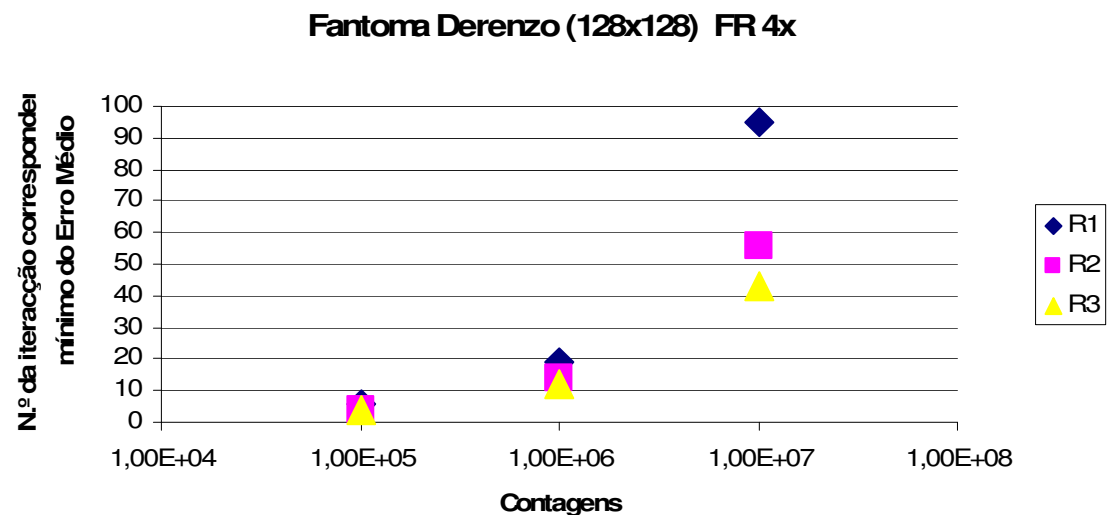
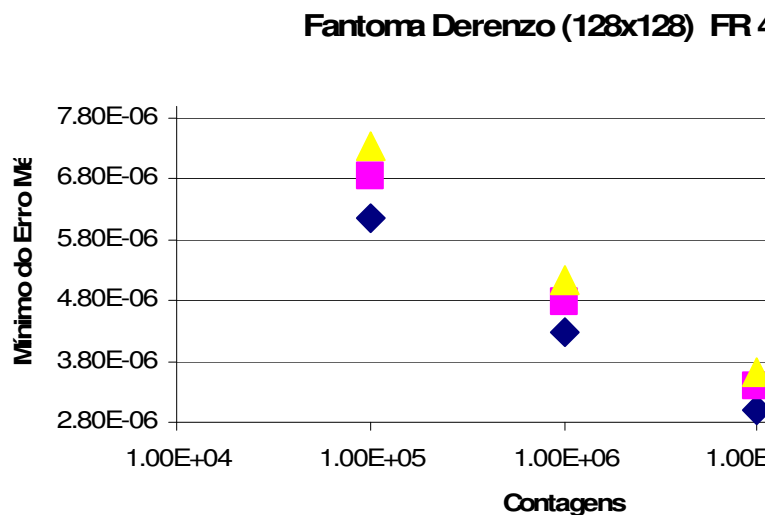
Análise dos Resultados das simulações Fantoma de Derenzo 128x128 FR 2x

Mínimo do Erro Médio	Contagens	Erro normalizado	N.º da iteração correspondente ao mínimo	Tempo (horas)
5,94E-01	1,00E+05	5,94E-06	1	5,41
3,12E+00	1,00E+06	3,12E-06	3	4,73
1,68E+01	1,00E+07	1,68E-06	8	4,67



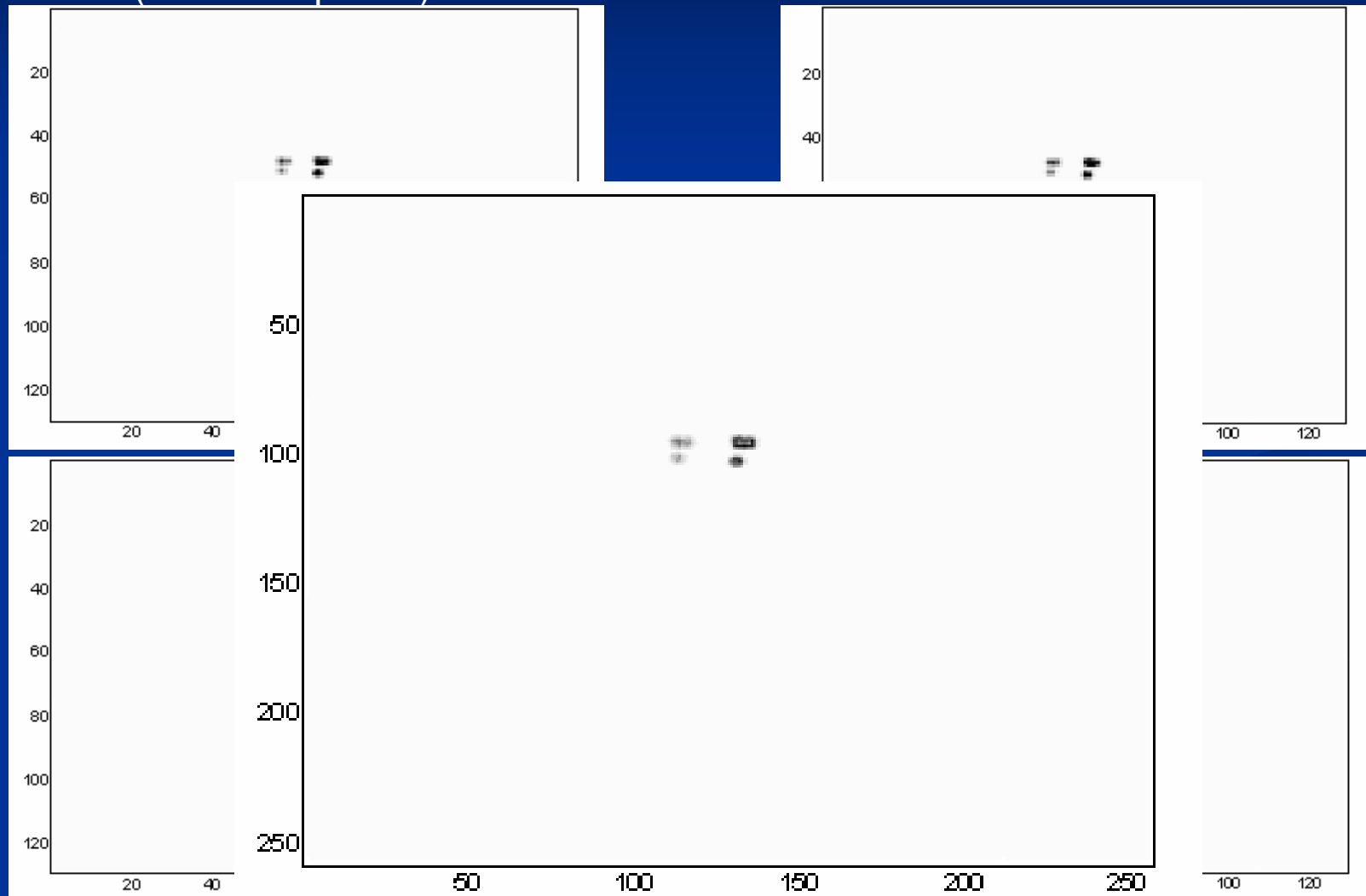
Análise dos Resultados das simulações Fantoma de Derenzo 128x128 FR 4x

Mínimo do Erro Médio	Contagens	Erro normalizado	N.º da iteração correspondente ao mínimo	Tempo (horas)
6,14E-01	1,00E+05	6,14E-06	6	36,3
4,28E+00	1,00E+06	4,28E-06	19	36,7
2,99E+01	1,00E+07	2,99E-06	95	35,9



Resultados do teste real

Amstras (128x128 pixels)

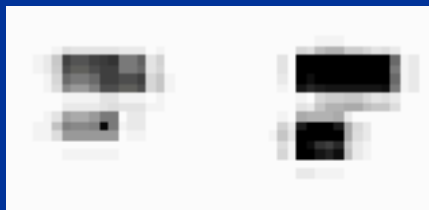
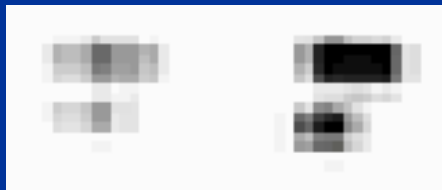
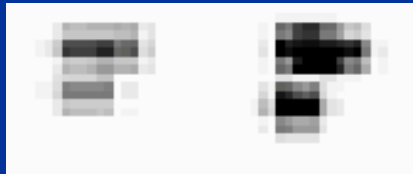
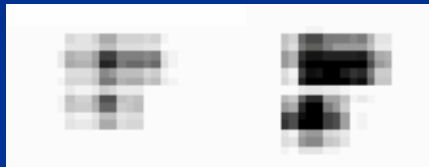


Super-Imagem (256x256 pixels)

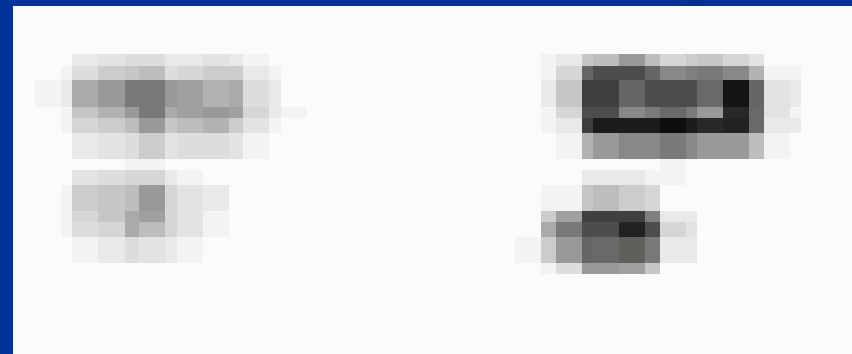
Resultados do teste real

(ampliação das zonas de interesse)

Amostras (128x128 pixels)



Super-imagem (256x256 pixels)



Conclusões

- É possível obter uma imagem de melhor resolução a partir de várias imagens de baixa resolução;
- Devido ao ruído, é necessário controlar o número de iterações;
- O tamanho e o factor de resolução da imagem a recuperar condicionam o tempo de processamento;
- Em testes reais, mesmo com erros, os resultados são satisfatórios.

Projecto

Futuramente:

- Optimizar o algoritmo;
- Estudar os compromissos entre capacidade de resolução, ruído, poder de computação e quantidade/qualidade de imagens através de simulações ;
- Aplicar o algoritmo a imagens SPECT;
- Este algoritmo tem grandes hipóteses de ser utilizado em outras áreas.