

Curso de Verão 2018 – IF-USP

**INTRODUÇÃO À FÍSICA MÉDICA**

Elisabeth M. Yoshimura  
[e.yoshimura@if.usp.br](mailto:e.yoshimura@if.usp.br)

Paulo R. Costa  
[pcosta@if.usp.br](mailto:pcosta@if.usp.br)

e Ricardo A. Terini  
[rterini@if.usp.br](mailto:rterini@if.usp.br)

Bloco F – Conjunto Alessandro Volta  
 Grupo de Dosimetria das Radiações e Física Médica  
 GDRFM - IFUSP

Curso de Verão 2018 – IF-USP

**INTRODUÇÃO À FÍSICA MÉDICA**

Programa básico:

- Breve Histórico sobre a Física Médica
- Efeitos biológicos da radiação e Proteção Radiológica
- Diagnóstico por imagens: radiologia e medicina nuclear
- Radioterapia: Introdução, teleterapia e braquiterapia
- O Físico Médico: formação e campo de trabalho atual e futuro**

Curso de Verão 2018 – IF-USP

5ª. Aula: 23.02.2018

**O Físico Médico: formação e campo de trabalho atual e futuro**

Paulo Roberto Costa  
[pcosta@if.usp.br](mailto:pcosta@if.usp.br)

Bloco F – Conjunto Alessandro Volta – sl. 109  
 GDRFM - IFUSP

Curso de Verão 2018 – IF-USP

**Sumário – 5ª. aula**

- O que...**
  - É Física Médica
  - É um Físico Médico
  - Faz um Físico Médico
- Física médica no Brasil**
- Carreira de Física Médica**
  - Ensino
  - Certificações
- O Grupo de Dosimetria das Radiações e Física Médica do IFUSP**
- Tendências em Física Médica**

3

## O que é Física Médica?

Ramo da Física que compreende a aplicação dos conceitos, leis, modelos, agentes e métodos da Física para a prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças, desempenhando uma importante função na assistência médica, na pesquisa biomédica e na otimização da proteção radiológica.

## O que é um Físico Médico?

Profissional que se especializa na aplicação dos conceitos e métodos de física para o diagnóstico e tratamento de doenças

## ... e o que FAZ um Físico Médico

Físico Médico

Física

Medicina

## Organizações de FM no mundo

International Organization for Medical Physics (IOMP)

IAEA International Atomic Energy Agency

International Radiation Protection Association

+ muitas outras

ALFIM USA CE EFOMP

**Física Médica no Brasil**

GRUPO DE QUÍMICA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
IQSP - Instituto de Física da USP

www.abfm.org.br

**Portal da Associação Brasileira de Física Médica**

HOME | ABFM | BENEFÍCIOS | ESPECIALISTAS | PUBLICAÇÕES | CERTIFICAÇÃO ESPECIALISTA | EVENTOS | LINKS | CONTATO

ÁREA RESTRITA

NOTÍCIAS

WEBMAIL

Programa Nacional de Cooperação Técnica com a AIEA ciclo 2020/2021

O Programa de Cooperação Técnica da Agência Internacional de Energia Atômica (PCT/AIEA), coordenado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) por intermédio da Coordenação Geral de Assuntos Internacionais (CGAI), deu início ao processo de seleção de propostas para o biênio 2020/2021. Prazo: 16/03/2018. Fonte: CNEN.

**Física Médica no Brasil**

GRUPO DE QUÍMICA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
IQSP - Instituto de Física da USP

**XXIII CBFM**  
Congresso Brasileiro de Física Médica  
IX Encontro Gaúcho de Física Médica | IV Simpósio Sul Brasileiro de Física Médica

Barra Shopping, Porto Alegre, RS - 04 a 08 de setembro de 2018

**CBFM 2019 SANTOS**

**50 ANOS DA ABFM**

**Física Médica no Brasil**

GRUPO DE QUÍMICA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
IQSP - Instituto de Física da USP

**A carreira de Físico Médico**

Bananas are slightly radioactive







**Física Médica no Brasil**

GRUPO DE QUÍMICA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
IQSP - Instituto de Física da USP

**Onde se trabalha em Física Médica?**





**Físico médico**

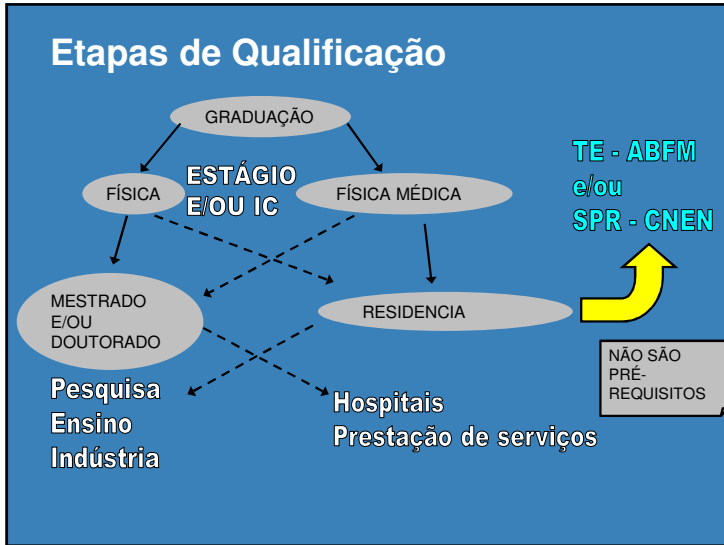
**Clínico**

- Hospitais
- Agências reguladoras

**P&D**

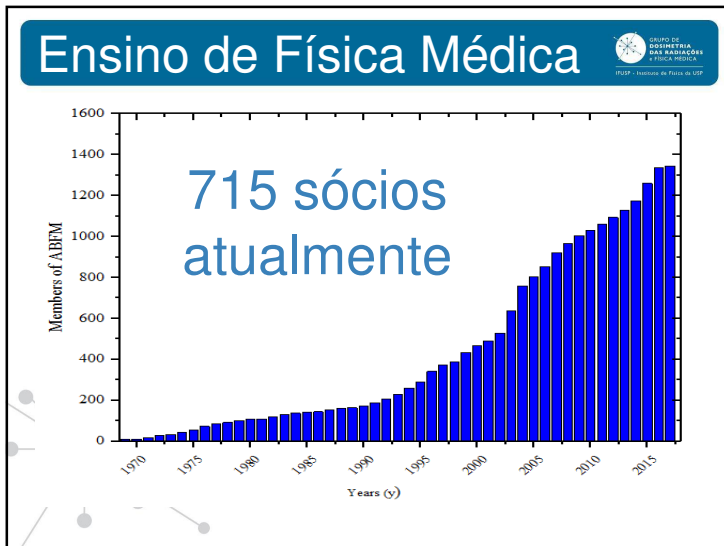
- Universidades
- Institutos de P&D
- Indústria

### Ensino de Física Médica

Universities with Medical Physics undergraduate courses	Region	Initial Year
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)	South	1990
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (USPRP)	Southeast	2000
Centro Universitário Franciscano (UNIFRA)	South	2000
Universidade Federal de Sergipe (UFS)	Northeast	2001
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Southeast	2002
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	Southeast	2003
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Botucatu (UNESP)	Southeast	2003
Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB)	Southeast	2008
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Southeast	2010
Universidade Federal de Goiás (UFG)	Midwest	2013
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)	South	2014



### Fontes das informações

RESEARCH ON BIOMEDICAL ENGINEERING  
Volume 31, Number 3, p. 249-256, 2015

Original Article  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2446-4740.0785>

Overview of medical physics teaching in Brazil  
Paulo Roberto Costa\*

MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.5, No.1, 2017

MEDICAL PHYSICS EDUCATION AND TRAINING IN BRAZIL: CURRENT SITUATION AND FUTURE DEVELOPMENT

Camila S. Melo<sup>1</sup>, Larissa C.G. Oliveira<sup>2</sup> and Paulo R. Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Grupo de Dosimetria das Radiações e Física Médica, São Paulo, Brazil  
<sup>2</sup>Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN), Rio de Janeiro, Brazil

**Físico Médico trabalhando em um ambiente clínico**



“profissional da **área da saúde**, com **educação especializada** e **treinamento** nos conceitos e técnicas de **aplicação da física na medicina**, e competências de atuar em uma ou mais subespecialidades da física médica”

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards — Interim Edition, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).

**Missão / Propósito**

Físico Médico Especialista em Radiodiagnóstico:

- ✓ Dedicar-se a proporcionar um **diagnóstico seguro e eficaz** aos **PACIENTES**, utilizando uma série de modalidades **diagnósticas (ionizantes e não-ionizantes)**

**Como ?**

Dosimetria	Qualidade de imagem	Otimização
Pesquisa e treinamento	Segurança radiológica	Garantia da qualidade
	Gestão de equipamentos	

**Como ?**

Medição de dose em exames diagn.	Parâmetros de Imagem (Ruído, Contraste, Resolução)	Dose vs QI
Conhecimento de novas tecnologias	Lev. Rad., Blindagens...	Testes CQ e sistemas de qualidade
	Acompanhamento, descritivo de compra...	

### Situação dos Programas de Residência no país

Programas atuais oferecem (anualmente):

- 23 vagas em Radioterapia
- 2 vagas em Medicina Nuclear
- 9 vagas em Radiologia Diagnóstica

Formação:

- 1152 h : aulas teóricas
- 4608 h : treinamento prático

**65 % - Região Sudeste**

**5760 h pré-determinadas por lei no país**

MEDICAL PHYSICS EDUCATION AND TRAINING IN BRAZIL: CURRENT SITUATION AND FUTURE DEVELOPMENT. Camila S. Melo, Larissa C.G. Oliveira and Paulo R. Costa, MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.5, No.1, 2017

### Certificações em Fis. Medica

Duas categorias:

- Supervisor de Proteção Radiológica
- Especialista Certificado

**CNEN** anos

**ABFM** Associação Brasileira de Física Médica



MEDICAL PHYSICS EDUCATION AND TRAINING IN BRAZIL: CURRENT SITUATION AND FUTURE DEVELOPMENT. Camila S. Melo, Larissa C.G. Oliveira and Paulo R. Costa, MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.5, No.1, 2017

### Certificações CNEN

CNEN:

- Supervisor de Proteção Radiológica (SPR)
- Regulamento CNEN NN 7.0110
- Experiência profissional:
- 350 h – Radioterapia
- 200 h – Medicina Nuclear

Atualmente o país possui:

**295 MN + 444 RT = 739 SPR**

MEDICAL PHYSICS EDUCATION AND TRAINING IN BRAZIL: CURRENT SITUATION AND FUTURE DEVELOPMENT. Camila S. Melo, Larissa C.G. Oliveira and Paulo R. Costa, MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.5, No.1, 2017

### SPR - CNEN




Figure 2: Regional distribution of Radiotherapy RPS<sup>1</sup>

Figure 3: Regional distribution of Nuclear Medicine RPS

**SPR - Radioterapia**      **SPR - Med. Nuclear**

MEDICAL PHYSICS EDUCATION AND TRAINING IN BRAZIL: CURRENT SITUATION AND FUTURE DEVELOPMENT. Camila S. Melo, Larissa C.G. Oliveira and Paulo R. Costa, MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.5, No.1, 2017

## Certificações ABFM

**ABFM:**

- Especialista Certificado
- Experiência profissional: 3800 h – após formado, na área de interesse
- Atualmente o país possui:

MEDICAL PHYSICS EDUCATION AND TRAINING IN BRAZIL: CURRENT SITUATION AND FUTURE DEVELOPMENT, Camilla S. Melo, Larissa C.G. Oliveira and Paulo R. Costa. MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.5, No.1, 2017

## ESPECIALISTAS - ABFM

Figure 4: Regional distribution of ABFM Certified Medical Physicists<sup>12</sup>.

MEDICAL PHYSICS EDUCATION AND TRAINING IN BRAZIL: CURRENT SITUATION AND FUTURE DEVELOPMENT, Camilla S. Melo, Larissa C.G. Oliveira and Paulo R. Costa. MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.5, No.1, 2017

## RESULTADOS

Núcleo Catarinense de Pesquisa

BLOCO IV – ATUAÇÃO PROFISSIONAL Cortesia: A. Tomal-IFGW

**Você trabalha em:**

Total de respostas = 663. Os pesquisados podiam responder mais de uma opção. 48% dos profissionais trabalham em hospitais, ou seja quase metade dos pesquisados.

## RESULTADOS

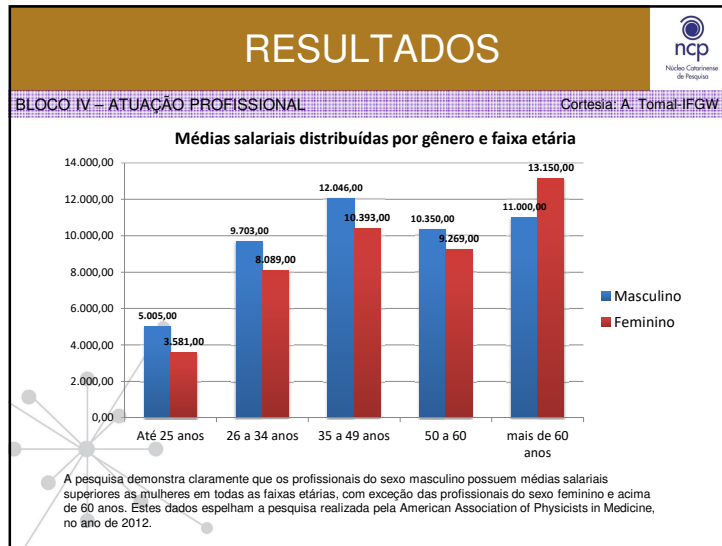
Núcleo Catarinense de Pesquisa

BLOCO IV – ATUAÇÃO PROFISSIONAL Cortesia: A. Tomal-IFGW

**Você recebe um salário mensal líquido de?**

TOTAL DE RESPOSTAS = 373	
MÉDIA	<b>9.800,20</b>
MÍNIMA	724,00
MÁXIMA	80.000,00
MEDIANA	9.200,00
MODA	10.000,00

	Medicina Nuclear	Radioterapia	Radio-diagnóstico
MÉDIA	7.613,40	<b>11.742,91</b>	6.747,90
MÍNIMA	800	900	724
MÁXIMA	45.000	<b>80.000</b>	40.000
MEDIANA	6.000	10.600	6.000
MODA	6.000	10.000	10.000



## PESQUISA

- Materiais dosimétricos
- Espectroscopia de raios X
- Radioproteção em DI (mamo, CT, pediatria, etc.)
- Materiais radiologicamente equivalentes a tecidos
- Luz na Medicina

**GRUPO DE DOSIMETRIA DAS RADIAÇÕES e FÍSICA MÉDICA**

IFUSP - Instituto de Física da USP

## EXTENSÃO

- Programa de Residência em Física do DI
- Monitoração individual de trabalhadores

## ENSINO

- Disciplinas optativas na graduação
- Disciplinas de pós-graduação





**RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL**  
 FUVEST 2017 - Transfereência 2017 - Cursos Exames - Inovações - Vagas - Custos USP

**FUVEST**  
 Fundação Unificada para a Inscrição

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP**  
 Processo Seletivo para preenchimento das vagas dos Programas de Residência em Área Profissional da Saúde nas modalidades Uni e Multiprofissional para o período letivo 2017-2019

## Programa de Residência

- FM / USP ◀▶ IF/USP
- **2017: Residência Física Médica: Diagnóstico por Imagem**
- Coordenação: **Eduardo Weltman e Elisabeth. M. Yoshimura**
- Docentes: **Paulo R. Costa, Emico Okuno**
- Preceptoras: **Denise Y. Nersissian e Camila S. Melo**

  
**INRAD**

  
**IFUSP**

  
**ICESP**



Biological Medical Physics - Biomedical Engineering

**Medical Physics**

X-ray spectroscopy applied to radiation simulating calculation in mammography

Applied Radiation and Isotopes

Monte Carlo simulation of the response functions of GEM detectors to be applied in X-ray spectroscopy

Ambient dose equivalent and effective dose from scattered X-ray spectra in mammography for Mo/Mo, Mo/Rh and W/Rh anode/filter combinations

Applied Radiation and Isotopes

Evaluation of characteristic-to-total spectrum ratios: Comparison between experimental and a semi-empirical model

Simulation of Curves of Transmission Used on PETCT Applications, Using Geant4 Toolkit

Applied Radiation and Isotopes

Evaluation of X-ray spectra transmitted by different concrete compositions

Application of a semi-empirical model for the evaluation of transmission properties of barite mortar

GENERATION OF CALIBRATED TUNGSTEN TAF SPECTRA: MODIFIED TBC MODEL

Radiation Physics and Chemistry

Chapter 56: Phantoms for image quality and dose assessment

Applied Radiation and Isotopes

Evaluation of the effective energy of primary and transmitted workload weighted X-ray spectra

**Medical Physics**

X-ray spectroscopy in mammography with a silicon PIN photodiode with application to the measurement of tube voltage

Journal of Luminescence

Thermoluminescence of natural  $BaAl_2O_6Ca_2^{2+}$ : Preliminary studies

Correlação entre dose efetiva e riscos radiológicos

Transcranial low-level laser therapy temporarily inhibits peripheral nociceptor activation in rat

Artigo Original

Uso de feixes de TC utilizando Espectrometria Compton

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para a realização de medições de TC em um tomógrafo clínico. O sistema foi desenvolvido em um computador pessoal e é capaz de adquirir dados de TC em tempo real. O sistema foi utilizado para a realização de medições de TC em um tomógrafo clínico. O sistema foi desenvolvido em um computador pessoal e é capaz de adquirir dados de TC em tempo real. O sistema foi utilizado para a realização de medições de TC em um tomógrafo clínico.

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para a realização de medições de TC em um tomógrafo clínico. O sistema foi desenvolvido em um computador pessoal e é capaz de adquirir dados de TC em tempo real. O sistema foi utilizado para a realização de medições de TC em um tomógrafo clínico.

**Casos de sucesso**

GRUPO DE QUÍMICA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA

IFOP - Instituto de Física da USP

**PÓS-GRADUAÇÃO**

GRUPO DE QUÍMICA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA

IFOP - Instituto de Física da USP

TÉCNICAS AVANÇADAS E DOSIMETRIA

AVANÇADOS EM FÍSICA DE IMAGENS DA MAMA

## Pesquisa/pós-graduação em FM

GRUPO DE ENGENHARIA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
UFOP - Instituto de Física da UFOP

**PÓS GRADUAÇÃO**

15 UNIVERSIDADES

UFS  
PUCRS  
UNESP  
UNICAMP  
FFCLRP-USP  
UFRJ  
UFPE  
COPPE  
UNIFESP  
IPEN  
CDTN  
UERJ  
IRD  
UTFPR  
IFUSP

**nem todas com programas formais independentes**

## Tendências em Física Médica

GRUPO DE ENGENHARIA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
UFOP - Instituto de Física da UFOP

EMERGING IMAGING AND THERAPY MODALITIES

RESEARCH ARTICLES

EMERGING IMAGING AND THERAPY MODALITIES | RESEARCH ARTICLES  
Improving three-dimensional mechanical imaging of breast lesions with principal component analysis  
Mehit Yagci, Yuqi Wang, Timothy J. Hall, Paul E. Barbone, Assad A. Oberai  
First Published: 12 July 2017 | Vol. 44, 4194-4203 | DOI: 10.1002/mp.12372  
Abstract | Full Text (HTML) | PDF (981.4KB) | References

41

## What do we have today?

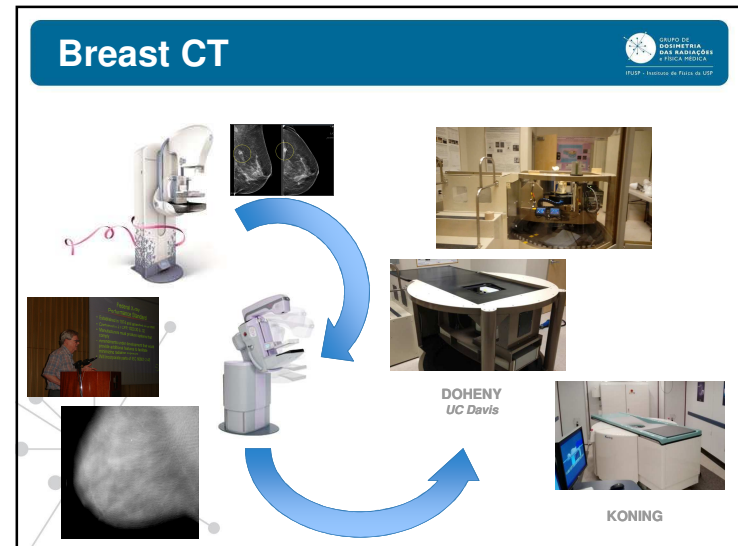
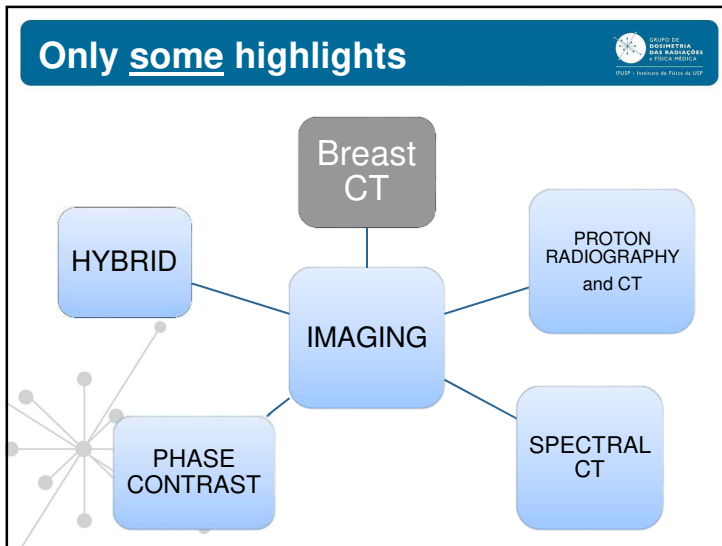
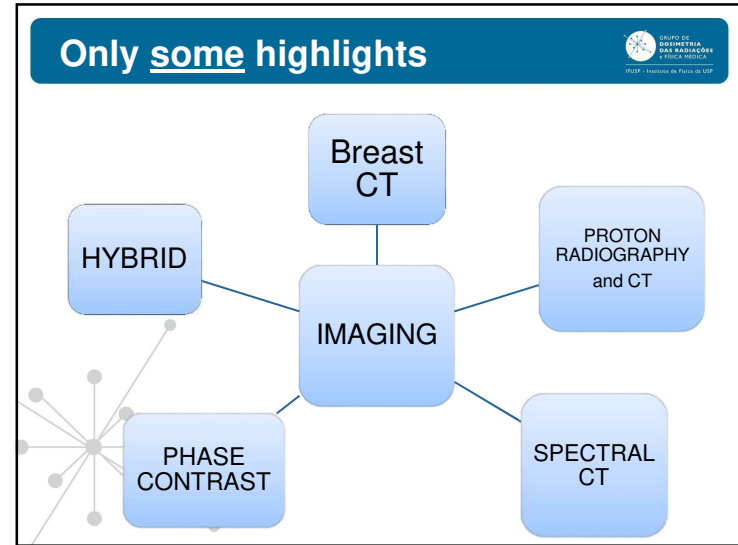
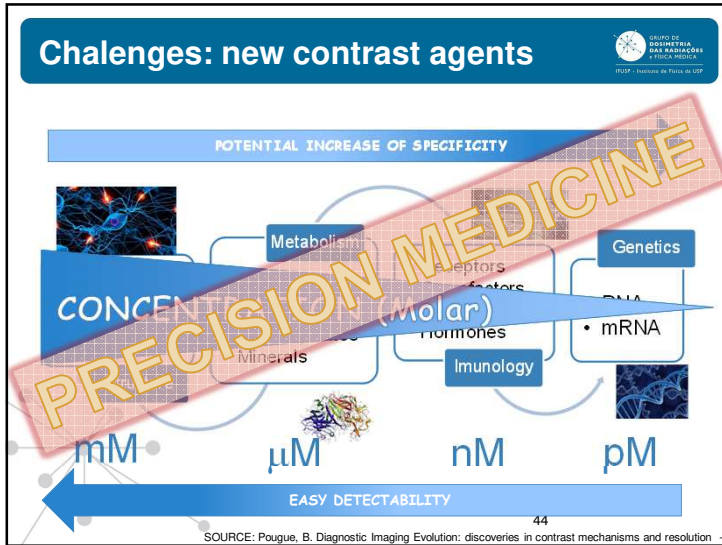
GRUPO DE ENGENHARIA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
UFOP - Instituto de Física da UFOP

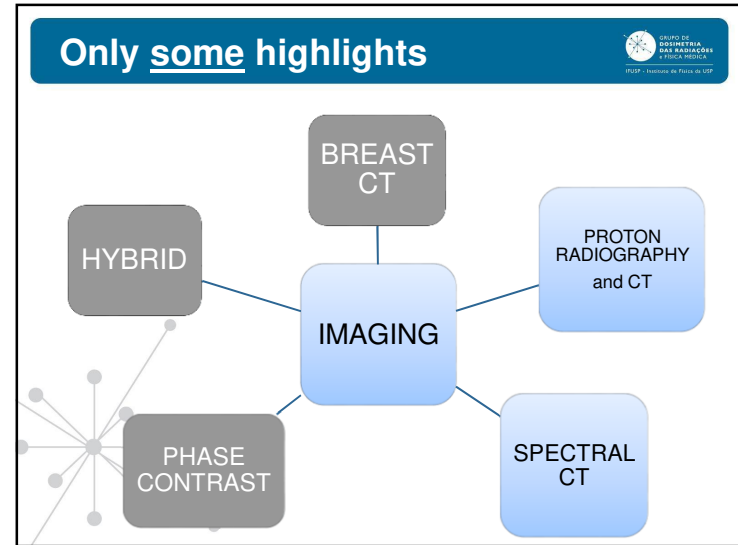
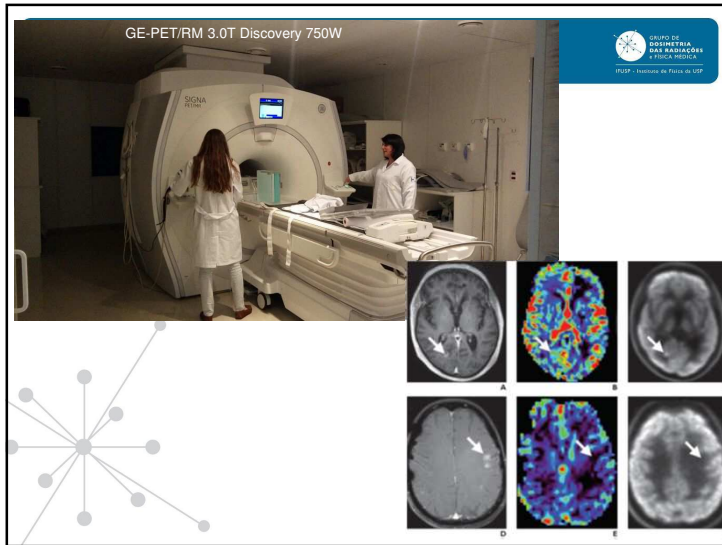
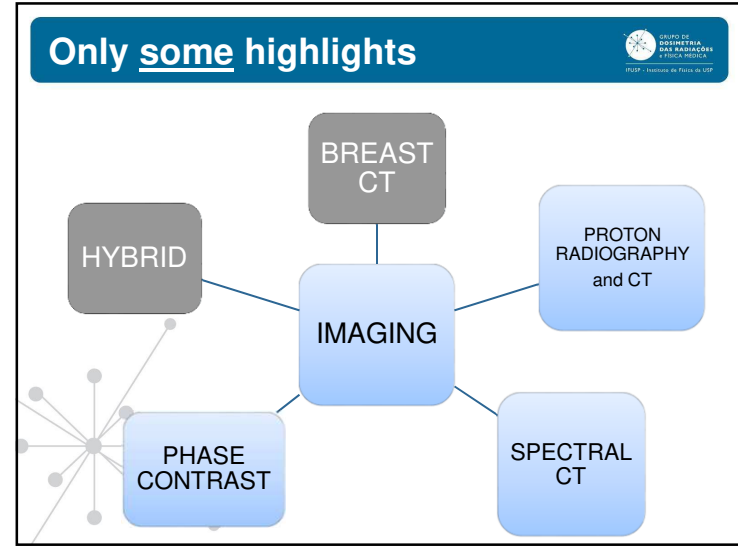
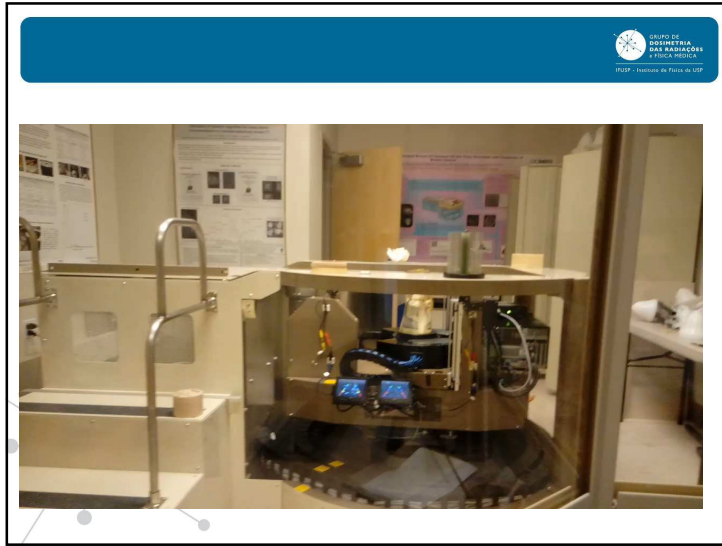
42

## What the inovations search?

GRUPO DE ENGENHARIA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
UFOP - Instituto de Física da UFOP

43





**Clinical implementation of x-ray phase-contrast imaging: Theoretical foundations and design considerations**

Xizeng Wu<sup>1</sup>  
 Department of Radiology, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, Alabama 35233

Hong Liu<sup>2</sup>  
 Center for Biomedical Engineering and School of Electrical and Computer Engineering, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma 73019

Med. Phys. 30 (8), August 2003

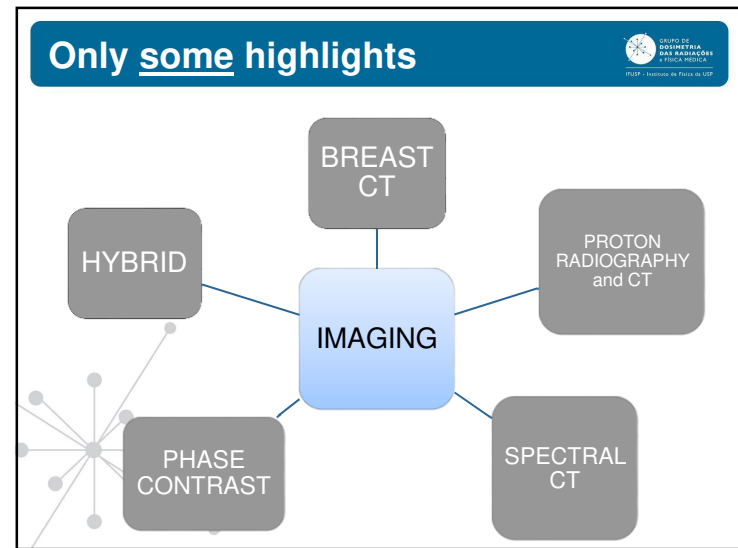
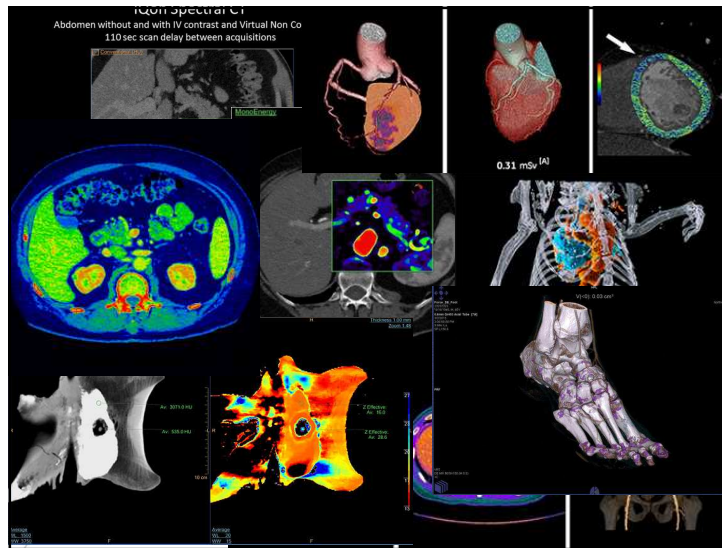
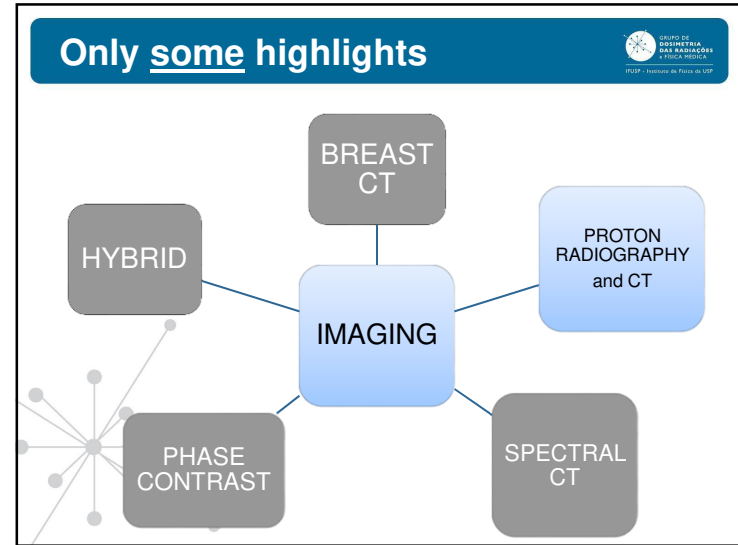
Fresnel-diffraction equation or the Wigner distribution → phase contrast images → the attenuation contrast and phase contrast are mixed together

**Robustness of phase retrieval methods in x-ray phase contrast imaging: A comparison**

Aimin Yan and Xizeng Wu<sup>1</sup>  
 Department of Radiology, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, Alabama 35233

Hong Liu<sup>2</sup>  
 Center for Biomedical Engineering and School of Electrical and Computer Engineering, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma 73019

Med. Phys. 38 (9), September 2011



**If x-rays are so good... Why someone needs proton radiography?**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN FÍSICA MÉDICA  
IOPSP - Instituto de Física de USP

*IEEE Trans Med Imaging*, 2014 April ; 33(4): 875-881. doi:10.1109/TMI.2013.2297278

**200 MeV Proton Radiography Studies with a Hand Phantom Using a Prototype Proton CT Scanner**

Tia Plautz, *Et al*  
Santa Cruz Institute for Particle Physics, University of California Santa Cruz, Santa Cruz, CA 95064 USA

**Pediatric imaging**

Children are not just small adults  
but

Must adults are  
**BIG BABYES**

image gently®

LATIN SAFE

2017 AAPM Spring Clinical Meeting  
Protocol Review and Optimization: Optimization of Pediatric DR  
Keith J. Strauss, FRCR, FRCR  
Clinical Imaging Physicist  
Cincinnati Children's Hospital  
Associate Professor  
University of Cincinnati School of Medicine

**Física médica do futuro**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN FÍSICA MÉDICA  
IOPSP - Instituto de Física de USP

Source Brighttalk: Robert Jeraj - The medical physics revolution continues: the next 60 years

**I REALLY recommend it!!!**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN FÍSICA MÉDICA  
IOPSP - Instituto de Física de USP

**Physics in Medicine and Biology**  
60th Anniversary Symposium

30 June 2016  
Imperial College London, UK


**The Medical Physics Revolution Continues: Next 60 Years**

Robert Jeraj  
University of Wisconsin

60th Anniversary 1956-2016

IPEM | IOP Publishing


## What do we have to relearn or redefine?




GRUPO DE DOSIMETRIA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
IFUSP - Instituto de Física da USP

Dosimetry/QC Methods  
Phantoms  
Patient-specific  
Low dose and ultra-low dose methods  
Regulations/standards


Metrology  
Medical physics teaching  
Specialties  
ABFM



## The Future is Hybrid



GRUPO DE DOSIMETRIA DAS RADIAÇÕES E FÍSICA MÉDICA  
IFUSP - Instituto de Física da USP




hybrid jobs and hybrid professionals

hybrid cars, animals – my family has a **labradoodle!** - plants, molecules, investments.... the list goes on

**The Future is Hybrid**  
03/08/2017 05:20 pm ET | Updated Mar 09, 2017

Most of us are familiar with hybrid cars, animals – my family has a labradoodle! - plants, molecules, investments..., the list goes on. When something is a hybrid version of itself, we associate it with being something new, unique, perhaps, even something exciting. The same can be said for hybrid jobs and hybrid professionals.

[http://www.huffingtonpost.com/entry/the-future-is-hybrid\\_us\\_58c081e6e4b0a797c1d398e4](http://www.huffingtonpost.com/entry/the-future-is-hybrid_us_58c081e6e4b0a797c1d398e4)












**GRUPO DE DOSIMETRIA DAS RADIAÇÕES e FÍSICA MÉDICA**

IFUSP - Instituto de Física da USP

Obrigado!

pcosta@if.usp.br

