

Anais CBFM 2024

ÁREA	TÍTULO	AUTORES	PÁGINA
Biofísica e Física Molecular	Avaliação da dose-resposta em células de glioblastoma submetidas a diferentes concentrações do radiomimético zeocina	PAZETTO, A.; RAMON, P.; MOURA, D.; PIANOSCHI, T.	10
	Avaliação do potencial da magnetocardiografia fetal utilizando magnetômetros bombeamento ópticos	SOUZA, D. M.; TARDELLI, G.; WAKAI, RONALD; BAFFA, O.	11
Biomagnetismo	Nanopartículas multifuncionais para terapia fototérmica guiada por MRI	RIBEIRO, C. E.; KRAUSE, R.; VINICIUS, M.; BAKUZIS, A. F.	12
Ensino de Física Médica	“Vamos falar de Proteção Radiológica?” – PodRadiation -Um Podcast para todos	ALVES, G. A. A.; BORGES, F.; YOSHIZUMI, M., T.; VALENÇA, J. V. B.; PIANOSCHI, T. A.	13
	Repaginação de uma Câmara de Nuvens para uso em aulas de Física Médica	JORGE, L. E. F.; B. CRUZ, F.; NEVES, L. P.; PERINI, A. P.; COUTINHO JR., V.	14
	Explorando horizontes: o impacto da LAFISMED na perspicácia e na importância da Física Médica	GOMES, H.; PEREIRA, R.; ITIKAWA, E. N.	15
	O engajamento social da LAFISMED em ações voltadas à população	SANTOS, L.; PEREIRA, R.; ITIKAWA, E. N.	16
	Uso da função time-lapse para o ensino da formação de imagens dinâmica em Física Médica	RODRIGUES, L. L.; SCHWARCKE, M. M. B.	17
	Estratégias lúdicas em atividades de extensão e o papel social da LAFISMED	MENDANHA, G.; PEREIRA, R.; ITIKAWA, E. N.	18
Fotônica	Avaliação do Potencial da Terapia Fotodinâmica com Dispositivo <i>Homemade</i>	LIMA, M. E. S. S.; MELLO, H. L.; ALVES, L. A.	19
	Ótica biomédica: Princípios e perspectivas na fotobiomodulação	SILVA, D. T. S.; GOMES, V. S.; XAVIER, M. N.; FEITOZA, R. P. M.; SILVA, R. V.; SOUZA, S. O.	22
	Efeito das propriedades fotofísicas de complexos metálicos de tetracarboxifalocianinas	CLAUDINO, A. G.; DESORDI, J. C.; GONÇALVES, P. J.	23
	Correlação entre canais RGB e coeficientes de absorção em fFantomas de pele	SAMPAIO, M. S.; BARROS, K. B.; LOBÃO, R. M. Q.; CRUZ JUNIOR, L. B.; BACHMANN, L.	24
	Influência da tonalidade de pele em medidas de oxigenação por oxímetros de pulso	BARROS, K. B.*; PINHEIRO, J. S.; BASILE-FILHO, A.; GUIRRO, R. R. J.; BACHMANN, L.	25
Inovações em Produtos, Processos e	Novos <i>insights</i> sobre terapia de fotobiomodulação para mucosite oral e radiodermite em tratamentos de câncer	GOMES, V. S.; XAVIER, M. N.; FEITOZA, R. P. M.; SILVA, D. T. S.; SILVA, R. V.; SOUZA, S. O.	26

Anais CBFM 2024

Tecnologias em Saúde	Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) em ABS para produção de fantasmas usados com dosimetria Fricke	NUNES, P.A.; FRANÇA, E.H.; BRIGGS, N.; CAVALCANTE, S.F.A.; MANTUANO, A.	27
	Aceitação e comissionamento de um irradiador de sangue por raios X	SOARES, R. S.; CORRÊA, A. G. S.; WENDT, N. C. S.; HORTA, L. M.; PELOSI, E. L.; HADDAD, C. M. K.	28
	Influência do hospedeiro sobre a evolução do simbionte <i>Ae. Aegypti</i> - <i>Wolbachia</i>	THANS, K.; FERREIRA, C.	29
	Computação quântica com aplicações em física médica	FERNANDES, M. M.; ALMEIDA, N. G.	30
	Avaliação In Silico de dissipação de calor de magneto hipertermia em redes vasculares tumorais	MUNOZ, J. M.; PILEGGI, G. F.; VALLE, N. M. E.; ALVES, A. H.; GAMARRA, L. F.	31
	Aplicação de um Modelo de Avaliação de Sistema de Garantia de Qualidade em Mamografia, através do G-RAMS: uma plataforma dinâmica computacional para levantamento de falhas	GEAMBASTIANI, P.; VIEIRA, P.; FILHO FIGUEIRÔA, C.	32
Materiais e Sensores	Utilização de fotorresistor CdS e software de código aberto para detecção de raios-X em Mamografia	GUIMARÃES, V. M.; PAIVA, P. G. F. M.; ALMEIDA, C.D.; SANTOS, J. C.	34
	Detecção de miopatia peitoral em frangos por meio de termografia infravermelha	VARGAS, N. G. L.; PAZ, I. C. L. A.; JACINTO, A. S., MOTA, F.S., ALTHMAN, I. G. S., SIQUEIRA, A. R. F., TREVISANI, P. P. L. SILVA, E. M., LOBO, L. L. A.	35
Medicina Nuclear	Avaliação da taxa de dose de pacientes após exames de cintilografia	TELES, T.; LIMA, M.E.; FERNANDES, F.	36
	Machine Learning para classificação em estudos de Esclerose Múltipla utilizando imagens híbridas RM/PET ¹¹ C-PIB e ¹¹ C-PK11195	FORTES, G.R.M., ITIKAWA, E.N., OLIVEIRA, C.E.G., FARIA, D.P.	37
	Valor preditivo negativo do [99mTc]-ECD na doença de Alzheimer: um estudo com SPM	LOPES-OLIVEIRA, H.; VIEIRA, E.P. G.B.; ALEXANDRE-SANTOS, L., WICHERT-ANA, L. CERQUEIRA, C.H. P. V.; ITIKAWA, E.N.	38
	Estimativa da produção do radioisótopo ⁹⁹ Mo por fotoativação via aceleração de plasma a laser no regime automodulado	RODRIGUES, E.R.F.; FRUSCALSO, J.; NUNES, B. S.; BONATTO, A.	39
	Análise da quantificação do SUV em reconstruções de imagens PET/CT utilizando Q. Clear com variação de tempo e atividade injetada	LIMA FONSECA, D. B. ¹ ; BASTOS FILHO, M. C.; BEZERRA MENDONÇA, W., SANTOS FARIAS, A. M.	40
	Avaliação do valor S em nível celular para o Ac-225 no tratamento de metástases ósseas do câncer de próstata	SILVA, R.; OLIVEIRA-SILVA, C., SÁ, L.	41
	Análise morfológica d apêndice por microtomografia de raios X	GONÇALVES, LARISSA M.; ARAÚJO, OLGA M.O.;	42

Anais CBFM 2024

Processamento de Sinais e Imagens		MACHADO, ALESSANDRA S.; CASTRO, PEDRO; LOPES, RICARDO T.	
	Monitoramento da pressão arterial em vídeos faciais	LOPES DIAS, E.; CUNHA CARDOSO, G.	43
	Segmentação de imagens de ressonância magnética de pacientes com tumor cerebral	GARCIA, S.N.M.; MAZA, E.J.L.; LEONI, R.F.	44
	Avaliação do volume e espessura cortical em pacientes com tumor cerebral usando imagens de ressonância magnética pré e pós-Radioterapia	LUDEÑA, E.J.; LEONI, R.F.	45
Proteção Radiológica e Dosimetria	Simulação da resposta de dosímetros termoluminescentes em condições padrão de calibração	GAMA, T.; SEDA, R.; ALVES, S.; VALLIM, M.; SOUZA-SANTOS, D..	46
	Desenvolvimento de simulador antropomórfico de olho com Impressão 3D	FIDELIS, A.; MACIEL, M.; PEREIRA, D.; ROSA, L.; CARDOSO, S.	47
	Testes clínicos virtuais em mamografia: Geração de modelos de mama antropomórficos e simulações Monte Carlo	THOMAZ, S.; TRAMONTIN, G.; HEDDER, MARIANNE, K; ARTHUR, M; RODRIGO T.; TOMAL, A.	48
	Avaliação da radiação de espalhamento em raios X portáteis odontológicos	WEBER, R.; CANDOLO, M.	49
	Estudo de compósitos luminescentes à base de $\text{CaSO}_4:\text{Eu},\text{Li}$ para dosimetria de feixes de radiação	LIMA, R. M. C.; BARRETO, F. S.1; ALMEIDA, F. L. B.; CALDAS, L.V.; JUNOT, D. O.	50
	A percepção dos riscos e benefícios da radiação ionizante durante procedimentos médicos	OLIVEIRA, L. D.; MARVILA, H. M. S.; OLIVEIRA, J. A.; FEITAL, T. M. O; PEREIRA, B.S.; SANTANA, L. G. O.; BAPTISTA, V. L. R.; LIMA, M. E.; MIRANDA, G.Q.; NEVES, J. V. R.; MACHADO, A. C.; SANTOS, J. C.	51
	Estudo da Teoria da Cavidade através do método de Monte Carlo utilizando o código Geant4	COELHO, M. C.; SANTOS, D.	52
	Modelagem dos efeitos dos elétrons secundários em danos no DNA em hadronterapia	MAGIORE,B.; HORMAZA,J.	53
	Aplicação do Protocolo IAEA-TECDOC 1958 para controle de qualidade de um equipamento fluoroscópico convencional	SOARES, L.; CANEVARO, L.	54
	Produção e caracterização de compósitos de $\text{CaSO}_4:\text{Eu},\text{Mn}$ para fins dosimétricos	BEZERRA, A. M.; RODRIGUES, D. S.; ANTONIO; P. L.; JUNOT ; D.O. SOUZA, D. N.; CALDAS, L. V. E.	55
	Síntese e estudo das propriedades luminescentes de cristais $\text{LiBaPO}_4:\text{Eu}$ para dosimetria TL/OSL	RODRIGUES, D. S. ; SILVA, A. M. B.; HORA, D. A.; JUNOT, D. O.	56
	Avaliação dosimétrica da utilização de placas de chumbo em braquiterapia	LAMÔNICA, J. C.; NOGUEIRA, L. B.;	57

Anais CBFM 2024

		GERALDO, J. M.; NASCIMENTO, C. B.; MAFRA, A.; BATISTA, A. S. M.	
	Desenvolvimento do arcabouço computacional de uma leitora de luminescência opticamente estimulada	DORNELES, T.; ANDRADE, A. B.; OLIVEIRA, L. C.; VALENÇA, J. V. B.	58
	Metodologias de determinação de dose em pacientes de radiologia intervencionista em procedimentos cardíacos: uma revisão de literatura	CORRÊA, P.; MORÁS, L. D.; YOSHIZUMI, M. T.; PIANOSCHI ALVA, T.	59
	Necessidade da conscientização de profissionais da saúde sobre radiações ionizantes – Revisão bibliográfica	MOURA, K.F.; NEVES, L.P.; PERINI, A. P.	60
	Estudo da dose efetiva em exames panorâmicos odontológicos	NASCIMENTO, A B S.; PACÍFICO, L D C.; GONÇALVES, T. M. MAGALHÃES, L. A. G.	61
	Radiação espalhada em procedimentos radioterápicos em equinos: análises a partir do código <i>Monte Carlo N-Particle eXtended</i> (MCNPX)	TEIXEIRA, M.E.A.; ACCORSI, L.T.; SANTOS, W.S.2; VALENÇA, J.V.B.	64
	Proteção radiológica na prática veterinária: análises baseadas no código <i>Monte Carlo N-Particle eXtended</i> (MCNPX)	ACCORSI, L.T.; TEIXEIRA, M.E.A.; SANTOS, W.S.; VALENÇA, J.V.B.	65
	Caracterização dosimétrica de compósitos de CaSO ₄ :Tm,Li produzidos por meio da rota de evaporação lenta	GOES, L. F.; CALDAS, L. V. E.; JUNOT, D. O.	66
	Radiometric Surveying in IMRT/VMAT Radiotherapy Bunkers	SANTINI, E.; OLIVEIRA, R; COUTO,N; SALATA,C; LEAL,P; TEIXEIRA, F; JOANA, G	67
	Avaliação dos serviços acreditados do Laboratório de Ciências Radiológicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro na perspectiva dos usuários	MAGALHÃES, S. R. R.; LEITE, L. S.; ALVES, C. F. E.; LEITE, S. P.	68
	Estudo da dose-resposta de um dispositivo multieletrodo de diamante	COTRIM, L.; NICOLUCCI, P.	69
Radiodiagnóstico	Análise comparativa de simuladores de qualidade para equipamentos de ultrassom	PELEGRINI, F.; HIRATA, T.; GRECHI, B.	70
	Solução Python para extração de informações de imagens DICOM	FRANÇA, M. C. C.; SOUZA, R. A.; DAUD, A. P.1; ROCHA, R. V. S.; MEDEIROS, R. B.; FREITAS, M. B.	71
	Comparativo da DgN entre os códigos de Monte Carlo PENELOPE MC e MCNPx	MIRANDA, G.; CAMARGO, A.; SANTOS, J.	72
	Análise de Modulation Transfer Function de Cone Beam Computed Tomography odontológico para avaliação da qualidade da resolução de imagem tridimensional	WEBER, R.; CANDOLO, M.	73

Anais CBFM 2024

	Construção e implementação de um simulador para controle de qualidade remoto em exames de radiografia	REIS, M.B.; ESTÁCIO, M.C.A.; BATISTA, K.F.; LIMA, J.R.C.	74
	Análise comparativa das medidas de linearidade da resposta do detector realizada com diferentes materiais atenuadores na saída do feixe	MARQUES, M.S.; ALMEIDA, C.D.	75
	Comparação da dose glandular média em exames de mamografia nas modalidades 2D e 3D	OLIVEIRA, A. C. M.; GUERRA, N. O. M.; OLIVEIRA, S. R.	76
	Desenvolvimento de um <i>plugin</i> no ImageJ para cálculo automatizado dos novos indicadores de dose (SSDE) em tomografia computadorizada	GAGETTI, F.L.; SOUZA, P.H.O.; FRANÇA, M.C.C.; SOUZA, R.A.; MEDEIROS, R.B.; FREITAS, M.B.	77
	Phantom cerebral para avaliar o desempenho de sistema de imagem por ressonância magnética	GOMES, H.; VIEIRA, S.; ASSUNÇÃO, M.	78
	Avaliação preliminar de pacientes submetidos a múltiplos procedimentos de tomografia computadorizada e hemodinâmica em um Hospital Universitário	AMORIM, P.; TAVARES, E.; JORNADA, T., SOUZA, D., CALDAS, L.	79
	Avaliação de materiais tecido-equivalentes para fabricação de objetos simuladores antropomórficos de mama: estudo por simulação Monte Carlo	BOISET G. R.; MORATTA R.; YOSHIMURA E. M.; TOMAL, A.; COSTA P. R.	81
	Cálculo de blindagem: A LAFISMED na sinergia entre o Físico Médico e o Engenheiro Civil	LOPES-OLIVEIRA, H.; PARANAÍBA, C.; FILIPE-RODRIGUES, A. GERBER-JUNIOR, W.; ITIKAWA, E.N.	82
	Segmentação pulmonar utilizando inteligência artificial	PARANAIBA, C.; CUSTÓDIO, G.; RODRIGUES, A.; ITIKAWA, E.	83
	Avaliação das doses ocupacionais em ambiente cirúrgico: uma revisão da literatura	PAZETTO, A., GUIMARÃES, G.1, BACELAR, A., LYKAWKA, R., VALENÇA, J.	84
Radioterapia	Dosimetric impact on fiducial array distortion for tracking in robotic radiosurgery: a phantom study	PICIOLO, M.; ZEITUNI, C. A.	85
	Análise de margens para SRS com dois diferentes sistemas de imobilização	VASCONCELLOS, H.V.; RADICCHI, L.A.; STUART, S.R.	87
	Definição de métricas e níveis de ação para avaliação de dose 3D calculadas usando arquivos log do durante monitoramento <i>in vivo</i> de tratamentos pélvicos	PERON, T. M.; DIAS, J. R.; AVELINO, S. R.	88
	Comissionamento do software PRIMO para fótons com energia de 6 MV do acelerador linear TrueBeam STx	SOARES, N.M.; LIMAS-MONTANÃ, A. F.; MUSSO, M.; PETIT, R.; ALMADA, M. J.; VENENCIA, D.	89
	Comissionamento do Software PRIMO para energia de 10x implementado a TG-119 da AAMP para casos de VMAT	MUSSO, M.; PETIT, R.; LIMAS-MONTANÃ, A. F.; SOARES, N. M.; ALMADA, M.; VENENCIA, D.	90

Anais CBFM 2024

Uso da radioterapia de intensidade modulada em pacientes oncológicos de mama: efeitos secundários da radiação	MOURA, L. F.; SOUZA, D. N.	91
Validação de um feixe de fótons a partir do feixe de elétrons produzido pela interação de fótons com o meio pelo método de Monte Carlo	NETO, R.; MARQUES, F.; ANDRADE, T.; MACHADO, D.; NASCIMENTO, L.; ROCHA, A.; A. FIDELIS, DA ROSA, L. CARDOSO, S.	92
Avaliação do uso de filme radiocrômico, inserido em um fantoma cilíndrico, como alternativa ao EPID, para a realização de um controle de qualidade específico de um paciente de VMAT	FEITAL, T. M. O.; PERES, L. P. S.; RODRIGUES, M. V.; PINHEIRO, B. R. O.	93
Blindagem em Salas de Tratamento de TBI: Comparação entre a Metodologia Convencional e TBI VMAT	SOUSA, J.; LIMA, E.; OLBI, D.; FIDELIS, A.; MACIEL, M. L. NASCIMENTO; DA ROSA, L.; CARDOSO, S.	94
Análise do uso da Radioterapia para a técnica de Ablação Ovariana: uma revisão de escopo	MIOTO, L. S.; PAVONI, J. F.	95
Ferramenta para análise de DVH de câncer de próstata utilizando ESAPI	GNATKOVSKI, V. H. C.; PAVONI, J. F.	96
Garantia da qualidade na radiocirurgia estereotáxica cranial com Elekta Infinity®: Uma avaliação end-to-end	VAZ, J. D. B.; ARAÚJO, V. P.2; ITIKAWA, E. N.; GOULART, F. B.; RESENDE, K. M. B.; SANTOS, G. S., VIEIRA, S. L.; SILVA, J. O. SANTOS, R. S.9; ARAÚJO, F. C. F.	97
Influência das margens dos colimadores multi-lâminas no planejamento radioterápico de metástase cerebral com radiocirurgia	MARINELLO, C. C.; SÁNCHEZ, M. A.; PIANOSCHI, T. A.	98
Análise da eficácia da radioterapia como tratamento inicial em diferentes neoplasias malignas na região nordeste do Brasil	SANTOS LIMA, L.; PEREIRA ATTIE, M. R.	99
Auditoria Externa com TLD100 e OSL em Braquiterapia de Alta Taxa de Dose com Fonte de ^{192}Ir	MOTA, C. L.; ALMEIDA, C. E.; SILVA, A. O., MASCARENHAS, Y. M., MAGON, M. F. A., VILLANI, D.	100
Análise do comportamento dos coeficientes de calibração de câmaras de ionização tipo poço utilizadas em braquiterapia de alta taxa de dose	CASTRO, V. M.; ALVES, C. F. E.; MARECHAL, M. H. H.; CRUZ, M. A. C.; MAGALHÃES, L. A. G., MILANI, P. LEITE, S. P.	101
Avaliação dosimétrica do equipamento Halcyon em tratamentos de radiocirurgia estereotáxica no serviço de radioterapia do Hospital São Lucas/PUCRS	MORATO, L.; GOULART, L., GUEDES, M.; GIULIA, F., LINHARES I., MERGEN C., CALDEIRA J., A.; TRINCA, W.;	102
PowerBi como Ferramenta Integrada na Física Médica da Radioterapia	COELHO, P.; PENNA, G.; HASHIMOTO, M.; VALENTIM, M.	103

Anais CBFM 2024

Avaliação da precisão no posicionamento automatizado do paciente por sistemas geradores de imagem com phantom para testes E2E	ANDRADE, L. C.; MARTÍNEZ, B. A.; OLIVEIRA, M. I.	104
Avoidance Structure impact on DVH Estimates for Left Breast VMAT plans	CASTELO, J.; MENEZES, D.; BONIFÁCIO, D.	106
Desempenho de arcos cirúrgicos: taxas de kerma no ar típicas e qualidade de imagem ao longo de 5 anos	SOUZA, R. A.; FRANÇA, M. C. C.; DAUD, A. P.; ROCHA, R. V. S.; MEDEIROS, R. B.; FREITAS, M. B.	107
Viabilidade da radioterapia VHEE-FLASH em tumores hipóxicos	RODRIGUES, E. R.F. TROMBINI, H.; ALVA, M.; BONATTO, A.	108
Comparação dosimétrica entre diferentes algoritmos de dose, utilizando a técnica de VMAT para alvos pequenos, no fantoma Ruby da PTW, com diferentes insertos de heterogeneidade	NASCIMENTO, L.; BARBOSA, W.; PINHEIRO, B.; SILVA, L.	109
Usando TOPAS MC para ver como a heterogeneidade osso/água afeta feixes monoenergéticos de prótons	VASCONCELOS, T.; NETO, R.; NASCIMENTO, L.; ANDRADE, T.; DA ROSA, L.; CARDOSO, S.	110
Avaliação da deposição de dose por diferentes placas de braquiterapia oftalmológica utilizando simulação Monte Carlo	BALCZAREKI, G.; RAMON, P.; QUEVEDO, A.; CORRÊA, P.; PIANOSCHI, T.	111
Comparação entre ICVITM, MultiMet e MPC para verificação de isocentro em plataforma Truebeam™	OLIVEIRA, L.; SANTOS, M.; DELBEM, L.; PIERI, K.; MEDRADO, D.; CALADO, J.	112
Nanopartículas biodegradáveis em radiodiagnóstico e radioterapia	FARIA, C. M. G.; BISSOLI, M.; SPINELLI, A.; VAGO, R.; AMENDOLA, V.	113
Avaliação da dose em múltiplas metástases cranianas, com isocentro único, após a indução de erros	BARBOSA, W.; NASCIMENTO, L.; PINHEIROS, B.; SILVA, L.	114
Determinação de níveis de tolerância e ação para PSQA	FERNANDES, A. N. S.; LOPES, E. O. M.; FERREIRA, I. C.; CUNHA, D.; MACHADO, D. W. L.	115
Phantom-Telles: sistema de medidas ponto a ponto para procedimentos dosimétricos em radioterapia	FILHO, M.; TELLES, L. F.; OLIVEIRA, L. S.; SOUZA, D. N.	116
Dosimetria gel 3D por Tomografia Computadorizada Óptica para verificação de dose em aplicadores de Ru-106 utilizados na Braquiterapia Oftálmica	COSTA, E. P.; DELGADO, G.M.; SILVEIRA, M.A.; PAVONI, J.F.	117
Atuação do físico médico na prevenção de incidentes em radioterapia	SANTOS, A.	118

Anais CBFM 2024

RESUMOS DOS TRABALHOS COMPLETOS

ÁREA	TÍTULO	AUTORES	PÁGINA
Biofísica e Física Molecular	Terapia complementar e integrativa biofísica magnética e de infravermelho longo no tratamento da dor crônica e inflamação osteomuscular com uso de aparelho terapêutico durante o sono	CHAVES; G. F.	119
Medicina Nuclear	Avaliação dos Métodos Iterativos MLEM e OSEM para Reconstrução de Imagens de SPECT Ósseas Utilizando Simulações Monte Carlo	LIMA, W. R.; GARCIA; FERNANDO K. S.; SANTOS, T. D. M. SANTOS.; CUNHA, D. M.	120
Proteção Radiológica	A Proteção Radiológica em Ambientes de Medicina Veterinária de Aracaju: Observações de Inspeção Sanitária	GUEDES, B. D. O.; NOVAIS A. A.; ATTIE, M. R. P; CAMPOS, L.; SOUZA. D.N.	121
	Avaliação da exposição médica e ocupacional durante procedimentos de drenagem biliar percutânea trans-hepática utilizando simuladores antropomórficos adultos de referência e simulação Monte Carlo	SOUZA, D. S.; NEVES, L. P; PERINI, A. P.; SANTOS, C. J.; SANTOS, W. S.	122
	Avaliação da metodologia de seleção de dosímetros termoluminescentes (TLD) submetidos à baixas doses para a medição das taxas de kerma no ar no repositório de rejeitos radioativos provenientes do acidente com ¹³⁷ Cs em Goiânia	QUEIROZ, S. G. R.; BATISTA, R. C.; RODRIGUES, D. A.; BARBOSA, R. C.	123
	Caracterização de dosímetros opticamente estimulados utilizados para dosimetria em mamografia	MAINOTH, S. V.; CLAUDIO D. ALMEIDA, C. D.; PEIXOTO, J. E.	124
	Estudo da viabilidade da utilização do tiocianato de sódio como indicador para dosimetria tridimensional	NISHIBAYASKI, I. V.; SILVEIRA, A. L. F.; MEIRA-BELO, L. C.	125
	Proteção radiológica no uso das radiações ionizantes para fins clínicos durante a gravidez	FONTOURA, L. D.	126
Radioterapia	Impacto da técnica de retenção do fôlego na dose cardíaca e pulmonar em pacientes submetidos à radioterapia da mama esquerda	ANA CRISTINA B P LEONI, A. C. P. B.; ALVES, G. A. A.; SANTOS, F. X. S.; SBARAINI, P.; GONZAGA, A. L.; BARLETTA, D.	127
	Avaliação dos Perfis de Dose para Campos Pequenos na Radioterapia de feixes de 6 MV utilizando objeto simulador de água sólida	PORTELA, C. F. T.; ABREU, A. E. L.; LAMÔNICA. J. C. C.; , MOURÃO, A. P.; BATISTA, A. S. M.	128
	Estudo da viabilidade de otimização do protocolo de tomografia computadorizada de crânio utilizando figura de mérito (FOM)	OLIVEIRA, D. M.; SILVA, F. A. R.; VALENÇA, J. V. B.; GARCIA M. M.; , JUNIOR, C. L. R.	129
Radiodiagnóstico	Monitores primários para diagnóstico em TC, RM, DX/CR e US: atualizações e recomendações no Brasil e no Mundo	SILVA, B. E.; REAL, B. J. V.; JORNADA, T. S.	130

Anais CBFM 2024

Avaliação da qualidade da imagem de um protótipo de tomografia computadorizada com detectores contadores de fótons	MENDES, H. R.; ALLAN F. F. ALVES, A. F. F.; GARCIA, J. M. L.; MEDEIROS, E. L.; TAVARES, P. A. N.; PATACA, D. M.; ROCHA, L. P.	131
Análise de dados dosimétricos de radiologia intervencionistas em um Hospital Universitário	LIMA, J. R. C.; SOUZA, D. N.; JORNADA, T. S.	132
Dosimetria numérica durante radiografia periapical: estudo por simulação de Monte Carlo	Machado, A. T.; Guimarães, G. B.; Pereira, B. H. A.; Santos, W. S.; Perini, A. P.; Neves, L. P.	133
Utilização de matrizes de dosímetros termoluminescentes para medidas <i>in vivo</i> em radioterapia	OSÓRIO, E. C. C.; ROSA, L. A. R.	134
Avaliação da dose fetal em um exame de tomografia computadorizada usando simulação Monte Carlo	CATUSO, L.; NEVES, L. P.; PERINI, A. P.; BELINATO, W.; VALENÇA, J. V. B.; SANTOS, W. S.	135
Avaliação dos testes de controle da qualidade em equipamentos de ressonância magnética conforme a Instrução Normativa 97	GONÇALVES T. M.; PACÍFICO, L. D. C.; MAGALHÃES, L. A. G.	136
Importância do zoneamento para ressonância magnética conforme a Legislação IN 97: Uma análise no estado do Rio de Janeiro	GONÇALVES T. M.; PACÍFICO, L. D. C.; MAGALHÃES, L. A. G.	137
Proposta de controle de qualidade em monitores de exibição de ultrassom	PONTES, D. L.; REAL, J. V.; TAKETOMI, J. S. R.	138
Avaliação do perfil de espalhamento da radiação em mamografia digital utilizando simulações Monte Carlo	SANTOS, T. D. M.; LIMA, W. R.; GARCIA, F. K. S.; CUNHA, D. M.	139

Avaliação da dose-resposta em células de glioblastoma submetidas a diferentes concentrações do radiomimético zeocina

Pazetto, A.¹; Ramon, P.²; Moura, D.²; Pianoschi, T.¹

¹ Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Bacharelado em Física Médica

² Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-graduação em Biociências

Contato: amanda.pazetto@ufcspa.edu.br

Introdução: O glioblastoma (GBM), um glioma de grau IV, é caracterizado como o câncer mais frequente e maligno do sistema nervoso central. Devido à agressividade do tumor, a radioterapia é uma das principais estratégias de tratamento. Para simular o efeito biológico da radioterapia em estudos laboratoriais *in vitro* utilizam-se radiomiméticos – químicos com propriedades de indução de quebra dupla no DNA e lesões oxidativas similares à radiação ionizante. Desta forma, este trabalho tem como objetivo analisar a curva dose-resposta para diferentes concentrações do radiomimético zeocina em células de GBM.

Materiais e Métodos: Foram cultivadas células *in vitro* de GBM da linhagem U87-WT. A linhagem foi plaqueada com densidade de 1×10^6 células/mL e tratada com o radiomimético zeocina em concentrações de 5, 10, 25, 50, 100 e 200 $\mu\text{g/mL}$ por 24 horas. Utilizou-se o ensaio de vermelho neutro para avaliação da viabilidade celular, por medida da incorporação deste corante por células viáveis e leitura em espectrofotômetro.

Resultados e Discussões: Os resultados demonstram uma citotoxicidade dependente da concentração do radiomimético, com diminuição da viabilidade dose dependente na faixa testada de 5 a 200 $\mu\text{g/mL}$ (Fig. 1). Adicionalmente, verificamos que a formação de quebras duplas no DNA também foi aumentada de forma significativa. Em relação ao controle negativo (CN), todas as concentrações apresentam valores significativos estatisticamente ($P \leq 0.05$). Em contrapartida, nenhuma diferença estatisticamente significativa ($P > 0.05$) foi observada entre as concentrações de 25 $\mu\text{g/mL}$ e 200 $\mu\text{g/mL}$.

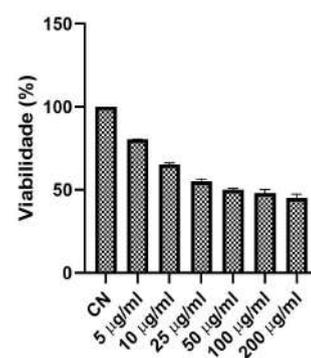


Figura 1: Dose-resposta da zeocina

Conclusões: O radiomimético zeocina apresentou efeito genotóxico dependente da dose e capacidade de indução de quebra dupla no DNA, similar à radiação ionizante. Para utilização laboratorial, concentrações acima de 25 $\mu\text{g/mL}$ não apresentam diferenças estatisticamente significantes para simulação da radioterapia em células tumorais de GBM.

Avaliação do Potencial da Magnetocardiografia Fetal Utilizando Magnetômetros Bombeamento Ópticos.

Souza, Débora M.¹; Tardelli, Gabriela²; Wakai, Ronald²; Baffa, Oswaldo¹.

¹Departamento de Física (DF) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) / Universidade de São Paulo (USP)

²Department of Medical Physics - Wisconsin Institute for Medical Research /University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA

Contato: debora.martins@usp.br

Introdução: Magnetocardiografia fetal (fMCG) é uma técnica não invasiva de avaliação da atividade elétrica cardíaca fetal, baseada na medição do campo magnético produzido pelo coração do feto. A MCG vem se tornando mais acessível após o surgimento dos Magnetômetros de Bombeamento Óptico (OPMs). O primeiro sistema de OPM-fMCG foi instalado recentemente no Brasil e o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial desta técnica na detecção de arritmia cardíacas.

Materiais e Métodos: Medidas de 10 minutos de fMCG foram coletadas de uma voluntária, com gravidez saudável, posicionada com o abdômen sobre um conjunto de OPMs. A medida foi realizada dentro de uma blindagem magnética cilíndrica de 2.6 m de comprimento composta por três camadas de mu-metal e uma de alumínio com uma das extremidades abertas. O processamento do sinal foi realizado em Matlab na qual o sinal cardíaco fetal foi extraído e filtrado.

Resultados e Discussões: Foram extraídos parâmetros importantes para a avaliação do ritmo cardíaco fetal, como a forma de onda média e o intervalo das componentes cardíacas (onda P, complexo QRS, e onda T), a frequência cardíaca e a estimativa do movimento fetal ao longo da medida. Os resultados encontram-se de acordo com o esperado para uma gestação saudável. Nenhum desconforto foi relatado pela voluntária.

Conclusões: A utilização de OPMs para medidas de fMCG apresentou resultados promissores para a detecção da atividade elétrica cardíaca, apontando um potencial significativo no diagnóstico de arritmias. As perspectivas futuras envolvem o estudo de mais voluntárias, abrangendo também gestantes cujos fetos estejam sob investigação de arritmias.

Nanopartículas multifuncionais para terapia fototérmica guiada por MRI

Ribeiro, C .E.¹; Krause, R. ¹; Vinicius, M¹; Bakuzis, A. F.¹

Instituto de Física, CNanoMed - Universidade Federal de Goiás

Contato: carlos.ribeiro@discente.ufg.br

Introdução: Nanopartículas (NPs) com potencial diagnóstico e terapêutico, conhecidos como agentes teranósticos, têm se estabelecido como um importante pilar na luta contra o câncer. Em particular, NPs baseadas em óxido de ferro dopadas com manganês (Mn), que tem potencial como agentes de contraste em ressonância magnética (MRI), e, também na geração de calor via campos magnéticos (hipertermia magnética) ou elétricos (terapia fototérmica). No presente estudo apresentamos a caracterização de um agente teranóstico à base de ferrita de Mn, dopadas ou não com diferentes íons (Zn, Co), e avaliamos suas propriedades como agente de contraste para MRI e como gerador de calor em protocolo de terapia fototérmica (PTT).

Materiais e Métodos: NP's à base de ferrita de Mn dopadas com diferentes íons (Zn, Co) foram sintetizadas via método hidrotermal. Imagens de microscopia de transmissão eletrônica foram obtidas usando um JEOL JEM-2100. A caracterização em MRI foi realizada no equipamento pré-clínico de 1T, modelo M7, produzido pela empresa Aspect Imaging. T1 foi obtido usando o pulso de inversão de recuperação, e T2 com a sequência de spin eco. A eficiência de conversão fototérmica foi calculada usando o método de Roper, com excitação em 808nm.

Resultados e Discussões: Dados de TEM revelaram NPs esféricas com dimensões na faixa de 8 a 14 nm. Curvas de magnetização revelaram comportamento superparamagnético para as ferritas macias, e aumento de NPs bloqueadas para aquelas dopadas com Co. As relaxividades transversal e longitudinal foram determinadas para todas as amostras, e dependeram do tipo de ferrita, diâmetro e aglomerados. Razões de relaxividades r_2/r_1 foram obtidas entre 8-24, revelando que a depender da amostra é possível obter agente de contraste para T1 e T2. Eficiência fototérmica diminuiu com aumento da potência. Um modelo teórico no regime não-linear foi desenvolvido para explicar os resultados.

Conclusões: As NP's à base de óxido de ferro têm potencial teranóstico, podendo ser utilizadas para terapia fototérmica guiada por MRI.

“Vamos falar de Proteção Radiológica?” – PodRadiation -Um Podcast para todos

Alves, G. A. A.¹; Borges, F.¹; Yoshizumi, M.¹; T. Valença, J. V. B.¹; Pianoschi, T. A.¹

¹Grupo de Física Médica Experimental e Computacional, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Brasil
Contato: georgia.alves@ufcspa.edu.br

Introdução: Os podcasts, por serem uma ferramenta muito eficiente e democrática para divulgação de informação sobre vários temas, podem ser utilizados para desmistificar ideias incorretas sobre a radiação ionizante e abordar a Proteção Radiológica (PR). A escolha dessa temática foi embasada na lacuna existente na formação de diversos profissionais da área da Saúde. O principal objetivo do projeto é apresentar um podcast visando o estímulo à cultura de PR. O foco nesta etapa foi o desenvolvimento dos episódios, divulgação e execução de gravações junto a disciplina de Proteção Radiológica do curso de Física Médica bem como a publicação e divulgação dos episódios na plataforma do Spotify.

Materiais e Métodos: O aplicativo ‘Spotify for Podcasters’ é a ferramenta utilizada para a produção de mídia gravada. As escolhas e desenvolvimentos dos temas são baseadas em materiais de referência da área. Os episódios são gravados em salas apropriadas com mesa de som e microfones da Universidade, e após são editados. O planejamento e execução da parte de divulgação das temporadas e episódios foram estabelecidos a partir das ferramentas disponíveis pelo ambiente de programação do aplicativo.

Resultados e Discussões: O aplicativo utilizado é capaz de controlar e demonstrar a estatística dos episódios mais ouvidos, assim como definir métricas de impressões de acesso e desempenho do Podcast (Figura 1a e 1b). Criamos o canal no *Youtube* e *Instagram*. As edições de cada episódio possibilitam, durante a criação do script e gravações, um ambiente de informação e formação dos participantes em PR.

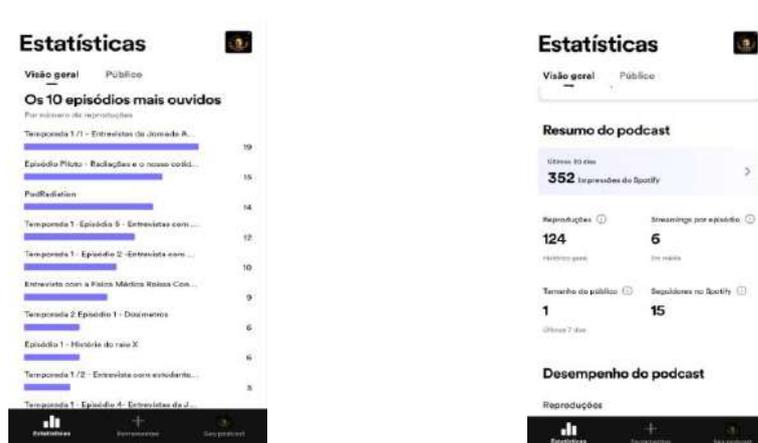


Figura 1: a) Episódios mais ouvidos.

Figura 1b) Episódios últimos 30 dias – resumo do podcast.

Conclusões: As partes do programa já elaboradas apresentaram desempenho satisfatório no que se refere ao propósito de informação e a construção de uma cultura de PR. Os passos seguintes incluem a gravação ao vivo, a serem realizadas com o suporte do canal no *Youtube* disponível.

Repaginação de uma Câmara de Nuvens para uso em aulas de Física Médica

F. Jorge, Luis Eduardo¹; B. Da Cruz, Felipe¹; P. Neves, Lucio^{1,2}; Perini, A. P.^{1,2}; Coutinho Jr., Válder J.^{1,2}

¹Instituto de Física – Universidade Federal de Uberlândia

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica - Universidade Federal de Uberlândia

Contato: luis.jorge@ufu.br

Introdução: Este trabalho consiste na reformulação de uma câmara de nuvens, já desenvolvida no INFIS^{[1],[2]}. Sua constituição original foi concebida para ser empregada fixa em um laboratório. Esta reestruturação tem como objetivo a mobilidade e praticidade de sua utilização em sala de aula. Seu funcionamento se baseia no Efeito Peltier de placas termoelétricas, de forma que se alcance baixas temperaturas, com a mesma eficiência do modelo anterior, para permitir a visualização dos efeitos da interação da radiação com a matéria.

Materiais e Métodos: Para este foram empregadas quatro ventoinhas acopladas a três dissipadores de calor conectados a placas termoelétricas, suporte para a câmara feito de isopor com uma placa de cobre acoplada e em contato com as placas Peltier, fonte de alimentação, caixote de madeira para acoplamento de sua nova disposição.

Resultados e Discussões: A partir de testes realizados com as placas Peltier, temperaturas baixas suficientes para atingir a saturação do gás foram obtidas, mantendo a eficiência e a diminuição de custo e tamanho, possibilitando a utilização da câmara para fins educativos em Física Médica.

Conclusões: A câmara de nuvens é uma ferramenta muito importante para o ensino da Física das Radiações Ionizantes, pois possibilita a visualização dos traços radioativos. As modificações realizadas neste trabalho, possibilitando maior mobilidade desta ferramenta, permitirão sua utilização de forma externa ao laboratório, preservando sua eficiência, além de obedecer a todas as normas de radioproteção.

Agradecimentos: Apoio financeiro da UFU, CNPq 312124/2021-0 (APP) e 312160/2023-2 (LPN), 403556/2020-1, 407493/2021-2; e FAPEMIG APQ-04215-22, APQ-01254-23 e APQ-04348-23. Este trabalho é parte do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Instrumentação Nuclear e Aplicações na Indústria e Saúde (INAIS) 406303/2022-3.

Referências:

[1] F Andrade, A., *et al*: A thermoelectric cloud Chamber: I. Redesign and operation. **European Journal of Physics**, v.45, n.2, 2024.

[2] W G Souza, L., *et al*: A thermoelectric cloud chamber: II. Contributions to medical physics education. **European Journal of Physics**, v.45, n.2, 2024.

Explorando horizontes: o impacto da LAFISMED na perspicácia e na importância da Física Médica

Gomes, H.¹; Pereira, R.²; Itikawa, E.N.³

Instituto de Física – Universidade Federal de Goiás

Contato: hyalengomes@discente.ufg.br

Introdução: A Física Médica tem um papel fundamental na garantia da segurança e eficácia dos procedimentos médicos, i.e., no Radiodiagnóstico, Radioterapia e Medicina Nuclear. Apesar de sua relevância, a população, algumas especialidades da comunidade médica e outros profissionais da saúde pouco ou nunca ouviram falar da profissão. A Liga Acadêmica de Física Médica (LAFISMED) surge neste cenário como uma iniciativa para promover a importância e a perspicácia desta profissão através de eventos, palestras e ações extensionistas. O objetivo deste trabalho é apresentar uma parte do portfólio de ações promovidas pela LAFISMED para difundir conhecimento sobre a profissão e a importância da Física Médica.

Materiais e Métodos: A LAFISMED emprega diversas abordagens metodológicas, como palestras, cursos relacionados, produção de conteúdos educativos para redes sociais e campanhas de conscientização em saúde. Além disso, estabelece parcerias com instituições médicas e educacionais, i.e., ACCG, HC/UFG-EBSERH, para promover atividades de extensão, incluindo visitas a hospitais e centros de pesquisa que absorvam profissionais da Física Médica.

Resultados e Discussões: As estratégias de divulgação nas redes sociais foram significativas. Em um mês, registrou-se um alcance superior a 13.700 usuários, gerando mais de 32 mil impressões somente no Instagram. O impacto das redes sociais como ferramenta de divulgação tem sido fundamental para ampliar a visibilidade da Física Médica, atingindo não apenas estudantes e profissionais da área de saúde, mas também indivíduos interessados em temas relacionados à ciência e tecnologia. Além de palestras variadas sobre o assunto.

Conclusões: Os resultados mostraram eficácia das estratégias digitais da LAFISMED na promoção da profissão nas redes sociais. Ao envolver o público e disseminar conhecimento científico de forma simples, a Liga não apenas contribuiu para o avanço da ciência, mas também para a formação de profissionais comprometidos com valores éticos e humanos.

O engajamento social da LAFISMED em ações voltadas à população

Santos, L.¹; Pereira, R.²; Itikawa, E.N.³

Instituto de Física – Universidade Federal de Goiás

Contato: lethicia_amorim@discente.ufg.br

Introdução: Uma visão humanizada e empática é fundamental para enfrentar os recentes desafios sociais. A LAFISMED desenvolveu projetos para enfrentar tais desafios, incluindo o projeto 'Outubro Rosa'; 'Natal Solidário LAFISMED' e o 'Trote Solidário'. Essas iniciativas tiveram como objetivo oferecer apoio às mulheres com câncer, fornecer kits escolares e lanches para crianças no Hospital de Câncer Araújo Jorge, e sensibilizar a comunidade para contribuições de roupas e alimentos, respectivamente. Esses esforços refletem o compromisso social da Liga com a comunidade.

Materiais e Métodos: A LAFISMED estabeleceu parceria com salões de beleza de Goiânia para viabilizar doações de cabelo para o 'Outubro Rosa'. Ações no Instituto de Física - UFG foram realizadas para receber doações de roupas e mantimentos para o 'Trote solidário', e alimentos e material escolares para o 'Natal Solidário'. Para ampliar a divulgação dos projetos, as redes sociais da Liga foram utilizadas para incentivar a participação da comunidade, garantindo o sucesso destas iniciativas.

Resultados e Discussões: No mês de maio, procedeu-se à entrega das contribuições angariadas durante abril ('Trote Solidário') à ACCG (Associação de Combate ao Câncer em Goiás). Em novembro, ao final da campanha 'Outubro Rosa', foram entregues os cabelos ao mesmo hospital, visando proporcionar perucas e, conseqüentemente, elevar a autoimagem das mulheres em tratamento oncológico. Já em dezembro, foram entregues alimentos e materiais escolares do 'Natal Solidário', contribuindo tanto para a educação quanto para o bem-estar dos pacientes em tratamento de câncer.

Conclusões: A contribuição dos projetos sociais da LAFISMED contribuiu para amenizar nossos problemas sociais de forma humana e solidária, em iniciativas que nos conectam mais profundamente com a comunidade, cultivando valores fundamentais de empatia, generosidade e responsabilidade social que vão além da profissão da Física Médica.

Uso da função time-lapse para o ensino da formação de imagens dinâmica em Física Médica

Rodrigues, L.L.; Schwarcke, M.M.B.

Departamento DECESA – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Contato: lauren.lisboa.r@gmail.com

Introdução: O presente trabalho tem por finalidade, instrumentalizar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos do curso de física médica, através do desenvolvimento de uma ferramenta computacional que auxilie a compreensão do processamento de imagens médicas, especificamente de imagens dinâmicas, visto que este é um tema de difícil compreensão. Utilizando para isso o processo de testagem, onde o aluno atua como protagonista de sua aprendizagem. Sendo utilizado como exame precursor, o exame de refluxo gastro intestinal realizado em medicina nuclear, escolhido por apresentar um processo sequência de captura de imagens que deverão estar relacionadas com um processo biológico.

Materiais e Métodos: O projeto foi viabilizado utilizando o Colaboratory, do Google, que permite criar projetos em linguagem python online, sendo utilizado a biblioteca “OpenCV”, biblioteca “cv2” (para exibir a imagem), “NumPy” (formata dados multidimensionais através da vetorização), “Imageio” (ajuda na leitura e gravação dos dados de imagens), “Files” (interage com o colab possibilitando o download/upload de um arquivo) e “Matplotlib” (cria gráficos e outras formas de visualizações).

Resultados e Discussões: Sendo realizada a extração de um trecho do vídeo selecionado, onde será alterado o seu número de frames, para obter imagens estáticas que representam o mesmo processo obtido no exame de diagnóstico. Possibilitando ao aluno realizar a testagem dos melhores tempos de intervalos e assim compreender através do processo de testagem os princípios que envolvem a formação da imagem médica.

Conclusões: O programa desenvolvido permite ao aluno alterar o espaço entre os frames, de forma que o mesmo analise se tal mudança foi benéfica para obtenção do resultado esperado, realizando o processo de testagem. A aplicação do programa de sala de aula demonstrou interesse dos alunos pelo processo de formação da imagem dinâmica e discussão sobre o conteúdo, atingindo desta forma os objetivos deste trabalho.

Estratégias lúdicas em atividades de extensão e o papel social da LAFISMED

Mendanha, G.¹; Pereira, R.²; Itikawa, E.N.³

Instituto de Física – Universidade Federal de Goiás

Contato: gustavo.mendanha@discente.ufg.br

Introdução: Num cenário onde ainda há pessoas que compreendem pouco sobre a Física Médica e assuntos relacionados, destacam-se as estratégias lúdicas como pilares indispensáveis na divulgação científica. A Liga Acadêmica de Física Médica (LAFISMED) adota uma abordagem versátil, utilizando-se de redes sociais, eventos presenciais e virtuais, além de parcerias entre entidades, para disseminar o conhecimento de forma inovadora e eficaz. Neste contexto, o objetivo da liga é promover ações à comunidade, através de atividades de extensão, levando a informação de maneira cativante e compreensível para a comunidade em geral.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre abordagens em Física Médica. Adaptamos a linguagem e o conteúdo das redes sociais da Liga para uma comunicação informativa e lúdica. Nos eventos presenciais, usamos panfletos, vídeos, efeitos audiovisuais e materiais interativos para engajar o interesse da comunidade.

Resultados e Discussões: Os resultados alcançados evidenciaram o aprimoramento na compreensão dos conceitos de Física Médica pelo público, após participarem das atividades promovidas pela LAFISMED. Houve um aumento nas interações nas redes sociais, sinalizando um interesse e engajamento crescente da comunidade sobre a área. Além disso, observou-se um aumento percentual no número de membros ingressantes na Liga, uma participação mais expressiva do público nos eventos e disseminação abrangente das informações sobre Física Médica para o público em geral. Estes resultados ressaltam a eficácia das estratégias lúdicas em fomentar a conscientização e despertar o interesse do público nesse campo de conhecimento.

Conclusões: Diante do exposto, as atividades da Liga têm impactado diretamente na disseminação de conhecimento à comunidade, destacando a importância da contínua divulgação de forma eficiente, por meio de uma comunicação lúdica, vislumbrando conhecimento mais acessível e criativo para a comunidade.

Avaliação do Potencial da Terapia Fotodinâmica com Dispositivo *Homemade*

LIMA, M.E.S.S.^{1,2}; MELLO, H.L.¹; ALVES, L.A.¹

Laboratório de Comunicação Celular – Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz)¹

Universidade Federal do Rio de Janeiro²

Contato: madu.sslima@gmail.com

Introdução: O câncer representa um desafio significativo para a saúde pública, com 704 mil novos casos em 2023. Embora as terapias convencionais sejam eficazes, os efeitos colaterais e os custos associados impulsionam a busca por alternativas. Nesse contexto, a terapia fotodinâmica (TFD) surge como uma opção promissora, utilizando a interação entre luz, fotossensibilizador e oxigênio para induzir a morte celular de forma minimamente invasiva. Nosso estudo se concentra na avaliação da eficácia da TFD em células HepG2, derivadas de hepatocarcinoma humano, devido à sua relevância clínica. Utilizamos um protótipo *homemade* para promover a TFD em larga escala, visando contribuir para o avanço dessa abordagem terapêutica.

Materiais e Métodos: Desenvolvemos um dispositivo denominado Hércules, projetado com uma conformação compatível com as placas de ensaio. O Hércules é composto por 96 LEDs emitindo luz vermelha. Para assegurar a eficácia do protótipo, conduzimos avaliações da intensidade de luz de cada LED utilizando um fotorradiômetro. Além disso, investigamos o potencial terapêutico da Terapia Fotodinâmica (TFD) empregando a linhagem celular HepG2. As células foram tratadas com concentrações de azul de metileno (AM) variando entre 10µM e 200µM durante 1 hora, seguidas de irradiação com fluência de 1,15 J/cm². Posteriormente, as células foram lavadas com solução tampão fosfato-salino e a viabilidade celular foi medida no dia seguinte por meio do ensaio colorimétrico MTT.

Resultados e Discussões: Por meio das medidas realizadas com o fotorradiômetro, identificamos uma média de intensidade de 1927±35,5 µW/cm², com variação de menos de 2% em relação à média. Esses resultados apontam para uma distribuição uniforme de energia irradiada em todos os poços em nosso protótipo. Além disso, observamos um efeito significativo de morte celular em praticamente todas as condições de exposição à luz avaliadas, com exceção da condição de 70 µM, levantando a possibilidade de uma falha experimental nesse ponto. Esses dados não apenas confirmam a confiabilidade do nosso protótipo, mas também destacam a eficácia do dispositivo Hércules na indução da morte celular por meio da TFD.

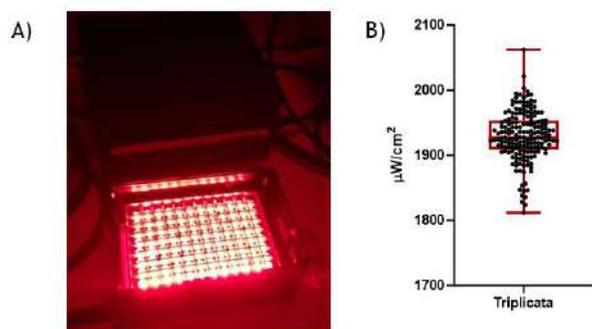


Figura 1: Em A o protótipo e B a medida dos LEDs

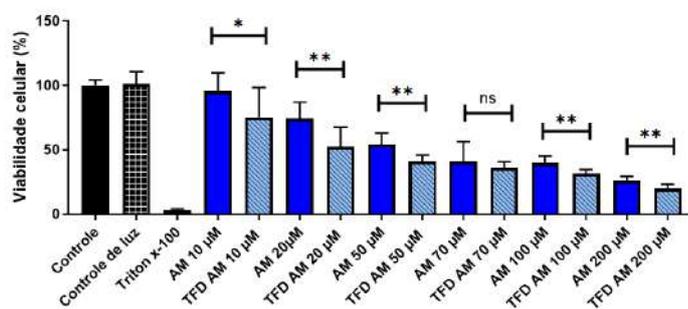


Figura 2: Efeito Fotodinâmico em Linhagens Tumorais HepG2

Conclusões: Nossos resultados revelam que o Protótipo Hércules, quando combinado com AM nas condições testadas, induz a morte celular, especialmente evidenciada na linhagem HepG2. Essas descobertas motivaram nosso avanço em direção ao desenvolvimento de nanopartículas radioluminescentes associadas ao AM para o tratamento de tumores profundos. Nossa próxima etapa envolve análises *in vitro* usando culturas bioimpressas e estudos *in vivo* com um modelo de indução tumoral medicamentosa em camundongos. Além disso, estamos explorando o potencial de outros fotossensibilizadores.

XXVIII Congresso Brasileiro de Física Médica Salvador - BA – Brasil 05 a 08 de junho de 2024

Ótica biomédica: Princípios e perspectivas na fotobiomodulação.

Silva, D.T.S.¹; Gomes, V.S.¹; Xavier, M.N.¹; Feitoza, R.P.M.¹; Silva, R.V.¹; Souza, S.O.¹

^[1]Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00 São Cristóvão, Sergipe, Brasil

Contato: deboraca@academico.ufs.br

Introdução: O papel da luz no sistema biológico humano é de suma importância, como evidenciado em nosso ciclo sono-vigília, na absorção de vitaminas e no ritmo circadiano. No início da década de 1960, Endre Meste demonstrou que a luz também pode acelerar o processo de cura. Este conceito foi posteriormente aplicado pelos pesquisadores da NASA, visando aprimorar os processos de cura no ambiente espacial. Tal estímulo, conhecido como fotobiomodulação (PBM, do inglês Photobiomodulation) emprega a luz proveniente de lasers e LEDs em comprimentos de onda que variam do vermelho ao infravermelho (600-1200 nm).

A cicatrização é estimulada por meio do aumento da viabilidade celular, ocasionado pela síntese de ATP nos fotorreceptores mitocondriais e da membrana celular, possibilitando uma maior taxa de proliferação celular. Embora a terapia fotobiomoduladora (PBMT) demonstre potencial em promover reparo e regeneração tecidual, sua incorporação em tratamentos padronizados para todas as formas de reparo e regeneração tecidual ainda não é amplamente adotada. Isso se deve à falta de compreensão do mecanismo de ação nas células e tecidos, bem como à escassez de pesquisas com amostras de dados homogêneas e significativas.

A PBM não é invasiva e tem demonstrado reduzir inflamações e proporcionar alívio em diversas condições adversas, incluindo tendinopatias, lesões nervosas, osteoartrite e cicatrização de feridas. Embora efeitos colaterais como irritação cutânea, coceira e vermelhidão possam ser observados durante a PBMT, estes não resultam em aumento da temperatura do tecido alvo.

A eficácia da PBMT no tecido alvo depende de parâmetros específicos, como a fonte de luz, comprimento de onda, densidade de energia, estrutura do pulso de luz, duração da aplicação do laser e divisão de fracionamento. Este trabalho visou revisar esses parâmetros essenciais para a PBMT,

apresentar o estado da arte e destacar alguns tratamentos que a PBMT pode ser empregada.

Materiais e Métodos: No âmbito de uma pesquisa bibliográfica, conduziu-se uma revisão integrativa, na qual se buscou artigos publicados em periódicos de alto impacto no período entre 2020 e 2023. Para essa busca, foram exploradas as bases de dados da ScienceDirect, Web of Science e National Library of Medicine, utilizando um conjunto de palavras-chave específicas, a saber: "Photobiomodulation", "Mechanism", "Radiodermatitis", "Fotobiomodulação" e "Bioefeitos".

Resultados e Discussões: De acordo com os artigos revisados, foram observados efeitos consistentes da PBM, tais como uma maior taxa de proliferação celular, propriedades analgésicas e anti-inflamatórias, sem a ocorrência de complicações fototérmicas e mutagênicas. Embora a PBM tenha sido objeto de estudo de diversos grupos de pesquisa, esclarecer os mecanismos de ação pode levar a uma compreensão mais profunda dos efeitos observados. Uma das possíveis explicações para os efeitos da PBM é que a luz, ao interagir com a célula, estimula seus cromóforos, o que pode influenciar na fisiologia mitocondrial ^[1-4].

A teoria postula que a PBM reage fotoquimicamente com as células-alvo, e as mitocôndrias contêm cromóforos que absorvem fótons da PBM. O cromóforo primário que absorve a luz vermelha é a enzima citocromo c oxidase, localizada na IV unidade da cadeia respiratória mitocondrial, resultando na ativação de diversas moléculas, como óxido nítrico (NO), ATP, íons cálcio, espécies reativas de oxigênio (ROS) e inúmeras outras moléculas de sinalização [1].

A eficácia da PBM no tecido-alvo depende dos parâmetros utilizados, tais como a fonte de luz, comprimento de onda, densidade de energia, estrutura do pulso de luz e duração da aplicação do laser. Anteriormente, acreditava-se que a PBM era um efeito proveniente apenas do LASER; contudo, estudos demonstram que o LED apresenta efeitos semelhantes ao LASER e, por ser uma fonte mais acessível, capaz de combinar diferentes comprimentos de onda, pode ser uma opção mais viável na aplicação clínica.

Os comprimentos de onda mais comumente utilizados na PBM são a luz vermelha e a luz infravermelha (600-1100 nm). No entanto, outras cores, como azul e verde, também apresentaram bioestimulação, embora a penetração na pele humana seja limitada nesses comprimentos de onda, preferindo-se utilizar aqueles que vão do vermelho ao

infravermelho.

A densidade de energia, também conhecida como fluência, representa a relação entre a quantidade de energia contida em uma região ou volume específico, e é frequentemente tratada como dose, expressa em unidades de medida de J/cm^2 . Este parâmetro está diretamente relacionado aos efeitos observados nas células ou tecidos irradiados. Por exemplo, observou-se uma maior quantidade de células em multiplicação na dose de $4 \text{ J}/\text{cm}^2$ em comparação àquelas irradiadas com $2 \text{ J}/\text{cm}^2$ [1-4]. A forma de se calcular a densidade de energia é [5]:

Conclusões: Graças a este estudo, observaram-se características recorrentes da fotobiomodulação, presentes em diversos artigos, tais como o aumento da taxa de proliferação celular, propriedades analgésicas e anti-inflamatórias, sem a ocorrência de complicações fototérmicas e mutagênicas. Analisou-se uma possível explicação para o seu funcionamento e suas principais características ligadas à sua eficácia. No entanto, há a necessidade de conduzir mais estudos com dados homogêneos e significativos, a fim de averiguar os dados já propostos e assegurar seu funcionamento.

Os artigos sugerem que para cada tratamento há um possível protocolo, com variações na densidade de energia adotada e no fracionamento do tratamento.

Referências bibliográficas

- 1- Dompe, Cláudia. et al. Photobiomodulation - Underlying Mechanism and Clinical Applications. Journal of Clinical Medicine. 2020. doi:10.3390/jcm9061724
- 2- Silva, Yuri Victor Barbosa. et al. Terapia por fotobiomodulação: mecanismo de ação e importância clínica no tratamento da osteoartrite de joelho. Society and Development, v.10,n.1, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12072>
- 3- de Souza, Maria Alana; et al. Impacto da fotobiomodulação na hipossalivação induzida por radioterapia: Revisão integrativa da literatura. Revista de ciências da saúde Nova Esperança; V21, n°3, 2023. DOI 10.17695/rcsne.vol21.n3.p362-371
- 4- Estévez, Alejandro. Bioefeitos da fotobiomodulação no movimento dentário ortodôntico em modelos celulares: uma revisão sistemática. CESPUI- Instituto universitário de ciências da saúde. Gandra. 2022
- 5- M.ª Goreti Catorze. Laser: fundamentos e indicações em dermatologia. Med Cutan Iber Lat Am 2009;37(1):5-27

Efeito das Propriedades Fotofísicas de Complexos Metálicos de Tetracarboxifalocianinas

Amanda Goulart Claudino¹, Jaqueline C. Desordi¹⁻², Pablo J. Gonçalves¹⁻²,

¹Grupo de Biofotônica, Universidade Federal de Goiás – Instituto de Física

²Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF)

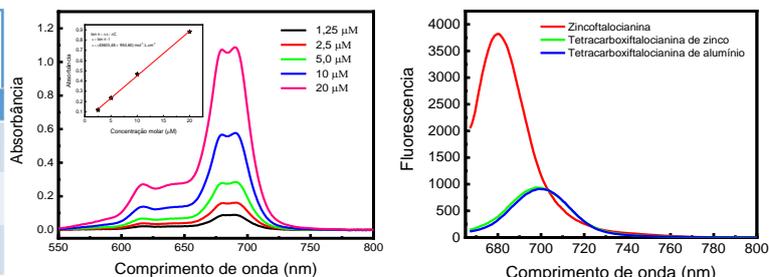
Contato: amanda.goulart@discente.ufg.br

Introdução: A Terapia Fotodinâmica (TFD) é uma inovadora modalidade terapêutica que se baseia na combinação de um fotossensibilizador (Fs), a luz e o oxigênio para produção de espécies reativas de oxigênio (ERO's) empregadas para destruição de alvos biológicos[1]. Neste trabalho, estudamos algumas das propriedades fotofísicas de dois complexos metálicos de Tetracarboxifalocianinas, um com zinco (Zn) e outro com alumínio (Al) em seu anel central, derivadas de ftalocianinas que são comumente utilizados na TFD.

Materiais e Métodos: As amostras foram diluídas em DMSO e foram empregadas técnicas de espectroscopia para medir os espectros de absorção UV-VIS e emissão fluorescente. Em seguida, quantificamos parâmetros fotofísicos como coeficientes de absorção molar $\epsilon(\lambda)$ e o rendimento quântico de fluorescência (Φ).

Resultados e Discussões: A partir dos espectros de absorção(A), determinamos o $\epsilon(\lambda)$ utilizando a equação de Lambert-Beer, sendo o $\epsilon(\lambda)$ a inclinação da reta do gráfico da absorção pela concentração molar(C). Tanto o composto com Zn quanto Al apresentaram uma alta absorvidade na região de 670nm a 700 nm. Os Φ das amostras foram abaixo de 9%, o que pode indicar uma maior formação de ERO's.

Tabela. Coeficiente de absorção molar e rendimento quântico de fluorescência.			
Amostra	λ (nm)	ϵ ($\text{mol}^{-1} \times L \times \text{cm}^{-1}$)	Φ
Zincofalocianina*	670	$(230,0) \times 10^3$	0,200
Tetracarboxifalocianina de zinco**	682	$(46,1 \pm 1,1) \times 10^3$	0,074
Tetracarboxifalocianina de alumínio**	696	$(43,6 \pm 0,9) \times 10^3$	0,087



*Composto Padrão [2], **Medidas experimentais.

$A = \epsilon \times C \times l$ Equação de Lambert-Beer

Figura 1. À direita, espectro de absorção da Tetracarboxifalocianinas de Zn. À esquerda espectro de emissão de fluorescência das amostras.

Conclusões: Os resultados das medidas de absorção e fluorescência foram consistentes com os dados encontrados na literatura. A alta absorvidade dos complexos metálicos de Tetracarboxifalocianinas na região entre 670nm e 700nm indicam uma aplicação promissora dessas moléculas em ministrações fotodinâmicas contra neoplasias.

Referências:

[1] Kwiatkowski et al., "Photodynamic therapy – mechanisms, photosensitizers and combinations," Biomed. Pharmacother., vol. 106, pp. 1098–1107, 2018, doi: 10.1016/j.biopha.2018.07.049.

[2] Daniela Silva Maranhão, Estudo da associação de complexos nitrosilos de rutênio liberados de NO com o agente fotossensibilizador Zinco ftalocianina ZnPC em sistemas de liberação utilizados na terapia fotodinâmica, 2008.

Correlação entre Canais RGB e Coeficientes de Absorção em Fantomas de Pele

Sampaio, M.S.*; Barros, K.B; Lobão, R.M.Q; Cruz Junior, L.B.; Bachmann, L.;

Universidade de São Paulo

Contato: murilosanches_sampaio@usp.br

Introdução: Compreender as propriedades ópticas dos tecidos biológicos e suas interações com instrumentação clínica é crucial para aprimorar técnicas de diagnóstico e desenvolver sensores ópticos mais eficazes. Isso é especialmente relevante para pessoas de pele preta, devido à alta absorção da melanina. Desse modo, este estudo visa correlacionar a resposta dos canais de uma imagem RGB obtidos com uma câmera digital com o coeficiente de absorção (μ_a) de fantomas de pele com diferentes tonalidades.

Materiais e Métodos: Quinze fantomas de pele com várias tonalidades foram caracterizadas usando método de *Inverse Adding-Doubling* e esferas integradoras. Em seguida, as amostras foram fotografadas usando uma câmera Canon SL3 para extrair os canais RGB. Os valores de intensidade dos canais foram comparados com os coeficientes de absorção em comprimentos de onda específicos: 600 nm, 550 nm e 480 nm.

Resultados e Discussões: Uma correlação exponencial foi observada entre todos os canais da imagem e o coeficiente de absorção das amostras, apresentando valor de correlação R^2 maior que 0.90 para todas as amostras, como observado na Figura 1, indicando uma boa correlação entre os parâmetros. A alta correlação entre a intensidade de pixel dos canais

com os coeficientes de absorção permitem uma possível generalização da resposta da câmera, permitindo uma medida de propriedade óptica utilizando apenas a refletância.

Conclusões: Os resultados deste estudo destacam a viabilidade de correlacionar a resposta dos canais de uma imagem RGB obtida por uma câmera digital com os coeficientes de absorção de fantomas de pele e potencialmente para peles humanas altamente pigmentadas futuramente.

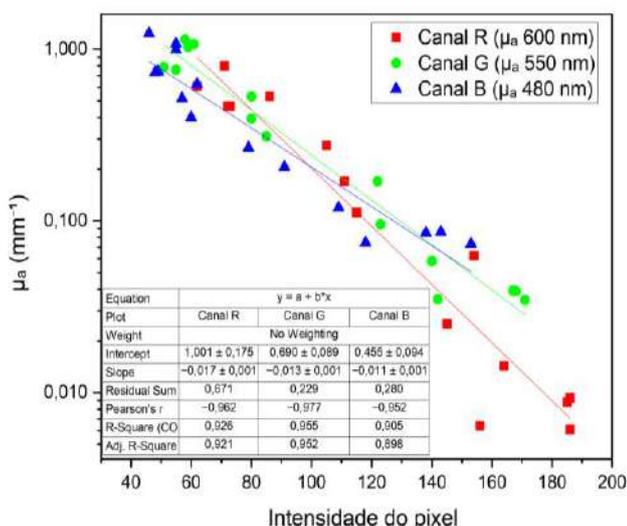


Figura 1: Coeficiente de absorção (μ_a) em função da intensidade de pixel de cada canal.

Influência da tonalidade de pele em medidas de oxigenação por oxímetros de pulso

Barros, K.B.*; Pinheiro, J.S.; Basile-Filho, A.; Guirro, R.R.J.; Bachmann, L.;

Universidade de São Paulo

Contato: kaiobbarros@usp.br

Introdução: Medidas não invasivas de oximetria são de suma importância para o acompanhamento fácil e contínuo da oxigenação sanguínea. Estudos mostram que os resultados apresentados por oxímetros podem ter vieses em decorrência da concentração de cromóforos como melanina e colágeno. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo comparar valores de SpO_2 e SaO_2 , além de estudar a influência de parâmetros da pele, tais como colorimetria, umidade e elasticidade, nos resultados obtidos.

Materiais e Métodos: Empregando três modelos de oxímetros aprovados pela ANVISA, aferimos a oxigenação (SpO_2) de pacientes internados no centro de terapia intensiva do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, e comparamos os valores medidos com os apresentados na gasometria arterial (SaO_2). A diferença de valores entre as técnicas foi analisada buscando correlações entre fatores como colorimetria, umidade, e elasticidade da pele, entre outros. Pesquisa aprovada pelo CEP via CAAE 74692423.7.0000.5407.

Resultados e Discussões: Observou-se que a técnica de oximetria tende a superestimar os valores de saturação conforme o nível real de oxigênio no sangue diminui (vide figura 1).

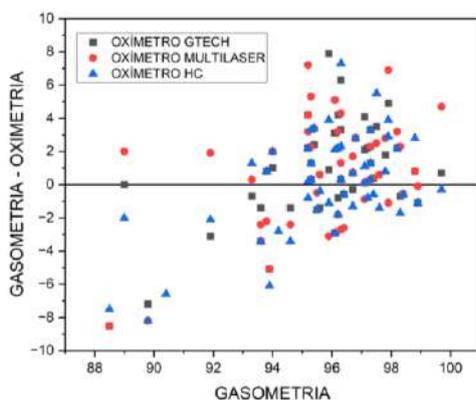


Figura 1: Gráfico de gasometria pela diferença entre gasometria e oximetria medidos.

Tal informação implica em uma baixa confiabilidade da técnica em pacientes que se encontram em situação crítica, como a tomada de decisão para utilização de oxigênio suplementar. Ademais, observou-se a influência da tonalidade da pele nos resultados dos oxímetros, tanto no valor aferido quanto no desvio padrão das medidas, sendo a pele escura a mais afetada pela maior discrepância de resultados.

Conclusões: Mediante o exposto, a técnica de oximetria carece de testes mais abrangentes, incluindo cores de pele mais variadas e diferentes estados de oxigenação.

Novos insights sobre terapia de fotobiomodulação para mucosite oral e radiodermite em tratamentos de câncer.

Gomes, V.S.¹; Xavier, M.N.¹; Feitoza, R.P.M.¹; Silva, D.T.S.¹; Silva, R.V.¹; Souza, S.O.¹

[¹]Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00 São Cristóvão, Sergipe, Brasil

Contato: vinicius.s.g11@hotmail.com

Introdução: A incidência de câncer no Brasil é um problema de saúde significativo, com previsão de 704 mil novos casos a cada ano no período de 2023 a 2025, conforme dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA). Dentre esses casos, destacam-se 73.610 novos casos de câncer de mama e 39.550 novos casos de câncer de cabeça e pescoço. Os tratamentos antineoplásicos, como radioterapia (RT) e quimioterapia (TC), são frequentemente utilizados, mas podem resultar em complicações, como mucosite oral (MO) e radiodermatite (RD). A terapia fotobiomoduladora (PBMT) tem sido investigada como uma forma de mitigar esses efeitos adversos, especialmente em pacientes com câncer de cabeça e pescoço e mama. Neste estudo, revisamos a literatura recente sobre o PBMT para combater MO e RD em pacientes submetidos a tratamentos para câncer de mama ou cabeça e pescoço, com o objetivo de comparar diferentes abordagens terapêuticas.

Materiais e Métodos: No contexto de uma pesquisa bibliográfica, foi conduzida uma revisão integrativa. Para essa busca, foram utilizadas as bases de dados *ScienceDirect*, *Web of Science* e *National Library of Medicine*. Utilizou-se um conjunto de palavras-chave, incluindo "*Photobiomodulation*", "*Photobiomodulation Therapy*", "*Radiodermatitis*", "*Radiation induced dermatites*", "*Oral mucositis*", "*Breast cancer*" e "*Head and neck cancer*".

Resultados e Discussões: Os artigos analisados sugerem que a PBM apresenta prevenção contra RD e a MO, demonstrando uma redução de casos graves e de dor associada a essas condições, melhorando a qualidade de vida dos pacientes submetidos a PBMT.

Conclusões: De acordo com esses estudos, o uso da PBMT sugere uma redução significativa de casos graves de RD e MO associados à radioterapia no tratamento do câncer de mama e câncer de cabeça e pescoço. Os dados observados indicam a utilização da PBM no início da radioterapia, antes do surgimento dos efeitos colaterais, podendo diminuir a incidência dos casos agudos. Há uma necessidade de mais estudos visando a otimização do protocolo aplicado.

Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) em ABS para produção de fantasmas usados com dosimetria Fricke

Nunes, P.A.^{1,2}; França, E.H.^{1,2}; Briggs, N.²; Cavalcante, S.F.A.³; Mantuano, A.^{2,4}

1 Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

2 Departamento de Ciências Radiológicas – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

3 Instituto de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (IDQBRN), Centro Tecnológico do Exército

4 Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Contato: mantuanoandrea@gmail.com

Introdução: Materiais como ABS (Acrilonitrila butadieno estireno) quando submetidos a ação da radiação ionizante mostram o surgimento de diferentes grupos funcionais. Este trabalho estudou o efeito da radiação ionizante no ABS para fabricar novos fantasmas (impressão 3D) para dosimetria Fricke garantindo resultados metrologicamente confiáveis através da técnica Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) [1].

Materiais e Métodos: Foram confeccionadas 7 placas de ABS EM IMPRESSORA 3D sendo 3 controles, 2 irradiadas com 30 KGy e 2 irradiadas com 33 KGy no irradiador de pesquisa de Cs-137 do IDQBRN/CTEx.

Resultados e Discussões: A figura 1 mostra os gráficos comparativos da análise por FTIR para as amostras 1 a 4. Os resultados mostram que os principais picos característicos do material ABS foram mantidos, mesmo nas irradiações de 33kGy. (Espectrofotômetro Thermo Scientific™ Nicolet™ iS50).

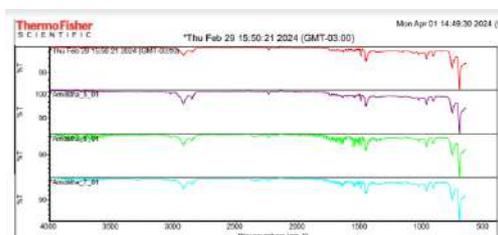


Figura 1: Análise de Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

Conclusões: As leituras de espectroscopia no infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) mostraram que as amostras não tiveram dano no material até 33kGy.

Referências bibliográficas

Landi T.R.L., *et al*: Ionizing radiation effect study by electron beam on acrylonitrile butadiene styrene - ABS terpolymer. **Public**. v. 40, p., 2003.

Aceitação e comissionamento de um irradiador de sangue por raios X

Soares, R. S.¹; Corrêa, A. G. S.¹; Wendt, N. C. S.¹; Horta, L. M.¹; Pelosi, E. L.¹; Haddad, C. M. K.¹

¹Departamento de Radioterapia – Hospital Sírio-Libanês

Contato: ceciliahaddad@hsl.org.br

Introdução: O Hospital Sírio-Libanês firmou uma parceria com o Departamento de Segurança Radiológica (ORS) do DOE/NNSA para reduzir o uso de fontes radioativas, substituindo seu irradiador de hemoderivados com fonte de Césio-137 por uma tecnologia mais segura. Este trabalho descreve a aceitação e comissionamento do primeiro irradiador de sangue por raios X do Brasil.

Materiais e Métodos: Para o processo de aceitação, o fabricante posicionou filmes EBT3-XD de 1x1 cm em três alturas, no eixo central e lateral de um *phantom*, que foi inserido em um dos *canisters* do irradiador (Figura 1 [A]). Para o comissionamento, filmes EBT3-XD de 1x13 cm foram posicionados de maneira semelhante (Figura 1 [B]). Após ambos serem irradiados com os mesmos parâmetros utilizados para as bolsas de sangue, os filmes foram analisados em seus equipamentos específicos de leitura e processamento e os resultados, comparados de acordo com as posições correspondentes.

Resultados e Discussões: Após a avaliação referente a radioproteção e a segurança do equipamento, as doses dos filmes analisados pelo fabricante variaram de 22,12 a 35,61 Gy, enquanto as do comissionamento variaram de 20,30 a 35,54 Gy (Figura 2).

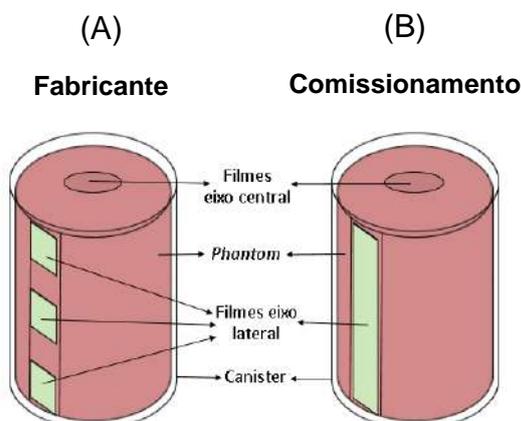


Figura 1: Posicionamento dos filmes.

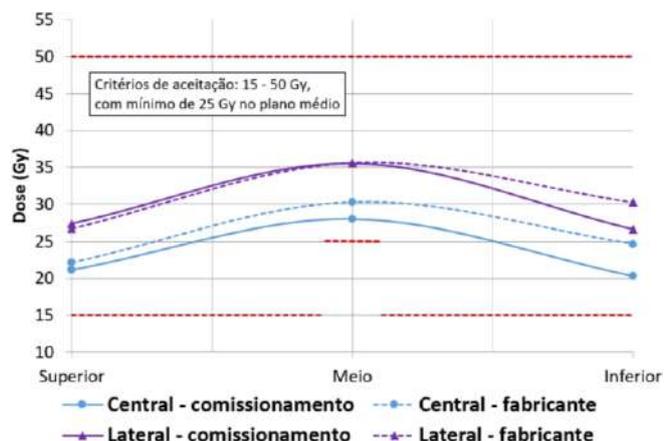


Figura 2: Medidas de dose ajustadas.

Conclusões: A uniformidade de dose medida é satisfatória e os valores estão dentro dos critérios de aceitação. Posteriormente, também serão conduzidas medições utilizando TLD.

Influência do hospedeiro sobre a evolução do simbiote *Ae. Aegypti- Wolbachia*

Thans, Karine.¹; Ferreira, Claudia.²;

Departamento Biodiversidade e Bioestatística – Universidade Estadual Paulista

Contato: k.thans@unesp.br

Introdução: Doenças transmitidas por vetores estão cada vez mais impactando a saúde pública, afetando cerca de 30% do mundo. Nesse contexto pode-se enfatizar as arboviroses dengue, zika e chikungunya, que se tornaram um problema de saúde pública global devido à distribuição e expansão geográfica do vetor *Aedes*. Diferentes ações de contenção da transmissão dessas doenças vêm sendo empregadas, dentre elas o biocontrole através da infecção do mosquito *Aedes* com a bactéria *Wolbachia*. Apesar dos resultados positivos mostrados na literatura, há questões em torno da evolução do hospedeiro (migração das células somáticas para as células germinativas) e a possível perda da técnica. Com isso, o objetivo desse trabalho é construir um modelo baseado em agentes, estocástico, no qual os agentes são os mosquitos que podem estar infectados ou não. Queremos, estudar a prevalência da infecção na população e a distribuição da bactéria nas células do mosquito, a qual impacta a aptidão do mosquito infectado.

Materiais e Métodos: As duas populações de mosquitos, infectados e não infectados pela bactéria *Wolbachia*, O grupo infectado tem densidade de bactéria nas células germinativas igual a d_G e densidade de bactéria *Wolbachia* nas células somáticas igual a d_S , com d_G e d_S no intervalo $[0,1]$. Além disso, para o indivíduo infectado há uma probabilidade P_D de migração da bactéria entre dois conjuntos de células (somática e germinativa). Os mosquitos não infectados $d_G = d_S = 0$. O acasalamento entre mosquitos macho e fêmea pode ou não resultar em um novo mosquito dependendo da sua classe epidemiológica (infectado ou não infectado) e da incompatibilidade citoplasmática (limiar t_{IC}) e sua reprodução será proporcional à aptidão do indivíduo, a qual é impactada pela presença da bactéria. Quando o acasalamento é bem-sucedido, o indivíduo gerado tem densidade de bactéria nas células germinativas igual da mãe, e nas somáticas a densidade de bactéria é o inverso da densidade média obtida da quantidade de bactéria presente no pai e na mãe. A evolução do modelo é medida em geração.

Resultados e Discussões: Dada a população inicial de $M=10000$ indivíduos, $p=0.4M$ deles são infectados, com densidade de bactérias nas células somáticas e germinativas dada por $S \in N(0.5;0.2)$ e $G=1-S$, e os demais são não infectados. Aplica-se as regras de evolução da população e observa-se a distribuição da bactéria nos tecidos do mosquito e o impacto desta na aptidão do mosquito. Na Figura 1 é possível ver evolução temporal da aptidão média das populações de mosquitos infectados e não infectados. Vemos que na quinquagésima geração só há indivíduos infectados na população, mostrando que a população infectada levou a população não infectada a extinção.

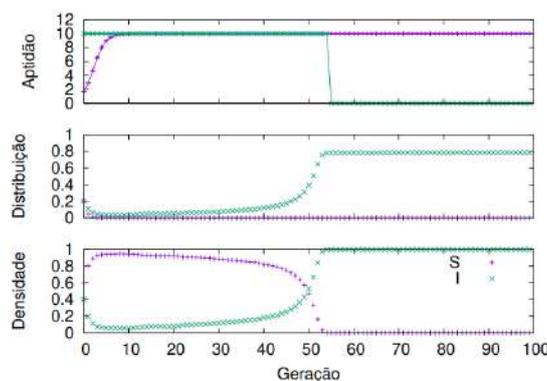


Figura 1: Evolução temporal da aptidão média das populações de infectados (I) e não-infectados (S), da distribuição média da bactéria nas células germinativas e somáticas e da densidade de indivíduos na população.

Conclusões O modelo é capaz de simular a redistribuição da bactéria nas células do mosquito e a competição entre mosquitos infectados e não infectados que resulta extinção ou não da população selvagem.

Computação quântica com aplicações em física médica

Fernandes, M. M.¹ ;Almeida, N. G.²

Instituto de Física^{1,2} – Universidade Federal de Goiás

Contato: milenafernandes@discente.ufg.br

Introdução: A computação quântica (CQ) permite que uma quantidade exponencial de computação ocorra simultaneamente, no que chamamos de paralelismo quântico, em um único circuito lógico. Nesse contexto, um exemplo é a utilização de um único circuito para calcular diferentes valores de uma função simultaneamente, uma propriedade da superposição de estados quânticos. Demonstra-se a superioridade do computador quântico quando comparado com o clássico, que necessita de diferentes circuitos para calcular os diferentes valores de uma função. Este trabalho tem por objetivo mostrar as vantagens da computação quântica e suas aplicações em potencial na física médica.

Materiais e Métodos: Mapeamento dos estudos teóricos e experimentais referentes às vantagens do uso de um computador quântico e suas aplicações na física médica.

Resultados e Discussões: Alguns algoritmos ilustram como a computação quântica pode superar a computação clássica usando o paralelismo quântico. Um exemplo é o algoritmo de Deutsch que consiste em distinguir entre uma função constante e uma função balanceada em menos passos do que um computador clássico. Baseado nas vantagens da computação quântica, recentemente cresceu o interesse no uso da CQ em áreas clínicas e intervenções médicas. Os estudos foram agrupados em três áreas. Genômica: Uso do algoritmo de Grover e da transformada de Fourier quântica no alinhamento de sequência de DNA. Diagnósticos: Algoritmos quânticos de IA/ML no diagnóstico de patologias. Tratamentos: Dados populacionais aplicados a redes neurais quânticas retornam resultados mais precisos na previsão de surtos e de propagação de doenças.

Conclusões: A computação quântica tem o potencial de mudar o tratamento de dados e assim abrir novos ramos de pesquisa. O aprimoramento do hardware e o software quânticos abrem possibilidades de explorar o poder computacional quântico na área da física médica.

Referências bibliográficas

Frederik F. *The state of quantum computing applications in health and medicine*. Research Directions: Quantum Technologies. 1, e10, 1–10, 2023

Avaliação *In Silico* de dissipação de calor de magneto hipertermia em redes vasculares tumorais

Munoz, J. M.^{1,2}; Pileggi, G. F.²; Valle, N. M. E.²; Alves, A. H.²; Gamarra, L. F.²

1. Instituto de Física – Universidade de São Paulo
2. Hospital Israelita Albert Einstein

Contato: juanmunoz@usp.br

Introdução: A inovação no tratamento do câncer avança com as técnicas de *Lab-on-a-chip*, reduzindo experimentos com animais e fornecendo dados precisos. Os estudos *In Silico* são essenciais no desenvolvimento de dispositivos de microfluídica, enfrentando a complexidade dos sistemas biológicos utilizando de simulações que preveem a dinâmica do tratamento. Este trabalho analisa a eficiência da dissipação de calor em redes vasculares sob tratamento de magneto hipertermia, comparando tecidos saudáveis e tumorais.

Materiais e Métodos: Empregamos o software COMSOL Multiphysics para simular o comportamento térmico dentro de geometrias de rede vascular saudáveis e anômalas. Avaliamos as variações de temperatura em ambas as configurações ao longo do tempo e em áreas próximas ao tecido cerebral inserido. A investigação focou no impacto do fluxo, variando de nulo a 100 $\mu\text{L}/\text{min}$, e na influência da concentração de nanopartículas, de 0,25 a 1 mg/mL , nas distribuições de temperatura ao longo do tratamento de 8000 s.

Resultados e Discussões: Observou-se que as redes vasculares com padrões irregulares apresentaram maiores temperaturas em comparação às redes regulares, sugerindo uma dissipação de calor menos eficiente nestas condições. Além disso, um aumento no fluxo contribuiu para uma redução na temperatura máxima alcançada, enquanto maiores concentrações de nanopartículas resultaram em um aumento linear da temperatura.

Conclusões: Este estudo revelou, por meio de simulações computacionais, o impacto significativo da arquitetura vascular e da concentração de nanopartículas na eficácia da terapia de magneto hipertermia. Deste modo, este estudo se destaca por introduzir um dispositivo microfluídico inovador, ainda não documentado na literatura científica, destinado à avaliação de tratamentos térmicos para tratamento de tumores, marcando um avanço significativo no campo da terapia térmica.

Aplicação de um Modelo de Avaliação de Sistema de Garantia de Qualidade em Mamografia, através do G-RAMS: uma plataforma dinâmica computacional para levantamento de falhas

Geambastiani, P.^{1,2}; Vieira, P.²; Filho Figueirôa, C.³

¹Hospital Universitário Prof. Edgard Santos – Universidade Federal da Bahia – EBSEH

²Hospital Geral do Estado – Diretoria de Apoio e Diagnóstico

³G-RAMS Inovação, Capacitação e Consultoria

Contato: paulogeambastiani@hotmail.com

Introdução: A garantia da qualidade e precisão dos serviços de mamografia é de suma importância para assegurar resultados confiáveis no diagnóstico precoce do câncer de mama, uma das principais causas de mortalidade entre as mulheres em todo o mundo. No entanto, o alcance desse objetivo enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à identificação e mitigação de falhas nos procedimentos de controle de qualidade exigidos pelos padrões regulatórios.

Este trabalho concentra-se na aplicação do Modelo de Avaliação de Risco em serviços de mamografia, através do desenvolvimento de uma Plataforma Computacional Dinâmica destinada ao levantamento de falhas, a G-RAMS. Tem como objetivo, verificar se a plataforma permite avaliar os riscos potenciais associados aos serviços de mamografia, sob a ótica dos controles de qualidade exigidos pela Instrução Normativa IN Nº 92, de 27 de maio de 2021, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Materiais e Métodos: Foi desenvolvido um sistema integrado, que permite o uso de diversos aplicativos diferentes em única plataforma. O aplicativo destinado para avaliação de Risco em Sistemas de Garantia de Qualidade para Mamografia, foi baseado no modelo conceitual bastante consolidado e difundido no âmbito da saúde, o MARP (Modelo de Avaliação de Risco Potencial). Tal modelo proposto, permite analisar e quantificar os riscos associados a determinadas situações, processos e eventos, através da quantificação de indicadores em uma escala de 0 a 5, parametrizados em indicadores críticos e não críticos, avaliando os requisitos normativos estabelecidos na IN Nº 91.

Resultados e Discussões: Observamos a boa condição de operabilidade e usabilidade da ferramenta desenvolvida. A plataforma desenvolvida permite ser aplicada em diversos sistemas operacionais (Linux, Windows, Android, MacOS, Chrome OS). Os resultados obtidos pela plataforma coincidem com aplicação do Modelo de Avaliação de Risco Potencial, indicando que esta ferramenta facilitaria a avaliação de sistemas de garantia de qualidade desenvolvidos ou não desenvolvidos em serviços de saúde.

Conclusões: A ferramenta que integra diversos aplicativos atingiu o objetivo proposto. A estrutura lógica desenvolvida, atende à necessidade prática de avaliar um sistema de garantia de qualidade em mamografia. O tipo de plataforma e campo de aplicação desenvolvida, denota versatilidade de informações e atributos das avaliações dos requisitos sanitários preconizados pela norma sanitária. Permite dimensionar as demandas de um serviço mamografia, possibilitando o gerenciamento de risco.

Referências bibliográficas

American College of Radiology (1999). **Mammography Quality Control Manual**. Disponível em: <https://shop.acr.org/Default.aspx?TabID=55&ProductId=639>.

American College of Radiology (2014). **Practice Parameter for the Performance of Screening and Diagnostic Mammography**. Disponível em: http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/GTS/guidelines/Screening_Mammography.pdf

Navarro, M. Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária: **EDUFBA**, 2009.p.166

Brasil, Ministério da Saúde. **Instrução Normativa Nº 92**, de 27 de maio de 2021.

Utilização de fotoresistor CdS e software de código aberto para detecção de raios-X em Mamografia

Guimarães, V. M.¹; Paiva, P. G. F. M.¹; Almeida, C.D² ; Santos, J. C.¹

¹Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Instituto de radioproteção e Dosimetria– IRD/CNEN

Contato: vanessa.martiniano99@gmail.com

Introdução: A ampla utilização de radiação ionizante, como raios-X, requer detectores para medição e controle, tornando opções de baixo custo essenciais para facilitar o acesso a esses dispositivos. Este estudo avalia o uso do LDR (Resistor Dependente de Luz), de sulfeto de cádmio (CdS), como um sensor de baixo custo para detecção de raios-X em Mamografia.

Materiais e Métodos: Um simples dispositivo com o LDR controlado por uma plataforma de código aberto, o Arduino, foi desenvolvido para monitorar a variação do sinal elétrico. Testes foram feitos com a exposição do sensor a feixes de raio-X de um mamógrafo, com diferentes parâmetros, como tensão do tubo e tempo de exposição, para analisar sua responsividade.

Resultados e Discussões: Observamos uma dependência linear do sinal com valores baixos de tensão do tubo, na faixa de 24 a 34 kVp utilizada no mamógrafo, como exposto na Figura 1. Ademais, o sistema é capaz de medir tempo de exposição com exatidão, apresentando diferenças percentuais absolutas dos valores de referência menores que 2%.

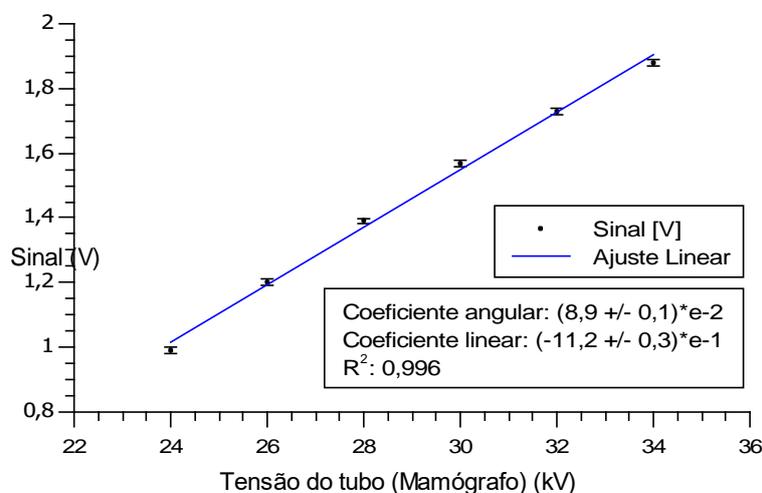


Figura 1: Comportamento do sinal do LDR em função da tensão do tubo.

Conclusões: Apesar das limitações experimentais, o detector provou ser viável para detecção de raio-X, com resposta satisfatória após correções de ganho de sinal.

Detecção de miopatia peitoral em frangos por meio de termografia infravermelha

Vargas, N. G. L.¹; Paz, I. C. L. A.²; Jacinto, A. S.³, Mota, F.S.⁴, Althman, I. G. S.⁵, Siqueira, A. R. F.⁶, Trevisani, P. P. L.⁷ Silva, E. M.⁸, Lobo, L. L. A.⁹

Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Contato: ngl.vargas@unesp.br

Introdução: o crescimento acelerado do músculo peitoral - *Pectorallis major* - em frangos de corte pode resultar na incidência da miopatia denominada peito amadeirado (*woody breast*). O músculo afetado apresenta deposição irregular de tecido conjuntivo, causando rigidez na região. No período de implantação da miopatia ocorre um processo inflamatório, com aumento da temperatura na região. A termografia pode captar essa variação térmica. O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a detecção de frangos acometidos pelo peito amadeirado (Woody Breast), utilizando termografia infravermelha.

Materiais e Métodos: foram utilizados 400 frangos de corte machos da linhagem Cobb®, 10% foram avaliados, em cada idade de colheita, com o uso de uma câmera termográfica (Texto® 882). As imagens foram colhidas aos 28, 35 e 42 dias com a câmera posicionada à 50cm do peito. As leituras de temperatura foram realizadas com o software disponibilizado pela empresa fabricante da câmera e a região escolhida par as leituras (em 40 pontos) foi a metade cranial do peito, nas regiões sem penas. A emissividade adotada foi de 0,95 e o filtro utilizado foi ferro. Os dados foram submetidos à análise estatística, por meio de ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando o programa SAS 9.2

Resultados e Discussões: a média de temperatura ($T^{\circ}C$) dos peitos foi maior para aqueles acometidos pela miopatia Woody Breast, independente da idade do frango de corte. Sendo que 100% dos peitos amadeirados apresentaram temperatura maior que $41^{\circ}C$.

Tabela 1: Temperatura da musculatura, íntegra e com miopatia (Woody Breast), do peito de frangos de corte.

Idade (dias)	Temperatura ($^{\circ}C$)		Valor de P*	Variação térmica (%)
	Íntegro	Woody Breast		
28	39,81	41,98	0,0022	5,17
35	38,48	42,53	0,00027	9,52
42	38,58	42,12	0,0038	8,40
Média	38,96	42,21		
DP	0,43	0,16		
CV (%)	1,10	0,38		

* Teste de Tukey ($p < 0,05$). DP = desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação.

Conclusão: conclui-se que a utilização de termografia infravermelha em frangos de corte é mais uma ferramenta importante para a detecção miopatias em frangos de corte.

Avaliação da taxa de dose de pacientes após exames de cintilografia

Teles, T. ¹; Lima, M.E.¹; Fernandes, F ²

¹Faculdade de Física Médica – Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Setor de Medicina Nuclear (HUAP) – Universidade Federal Fluminense

Contato: thaistelessantos.tt@gmail.com

Introdução: O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de dose que pacientes são liberados ao sair do serviço de medicina nuclear para 4 tipos de cintilografias, analisando assim, cenários em que indivíduos estejam em contato com esses pacientes.

Materiais e Métodos: Foram medidos 122 pacientes submetidos a exames de cintilografia onde tiveram sua taxa de dose aferida a 1 m e a 2 m, no momento da liberação. A análise foi realizada para os 4 principais tipos de cintilografia do Hospital Universitário: óssea (OS), renal (RE), miocárdica em estresse (ME) e em repouso (MR). Com os resultados obtidos foram supostos 2 cenários.

Resultados e Discussões: A atividade administrada variou na amostra entre 5 e 40 mCi e a taxa de dose no momento da liberação a 1 m entre 2,82 e 56,46 $\mu\text{Sv/h}$ e a 2 m entre 0,97 e 24,61 $\mu\text{Sv/h}$. Estimando a dose acumulada em cenários com a maior taxa de dose obtida e considerando que ela permaneça constante: Um enfermeiro assistindo paciente internado pós MR por 8 h a 2 m acumularia 451,68 μSv . Já para uma recepcionista que receba 15 pacientes a 1 m por 5 min cada por 20 dias, a dose será 1,41 mSv.

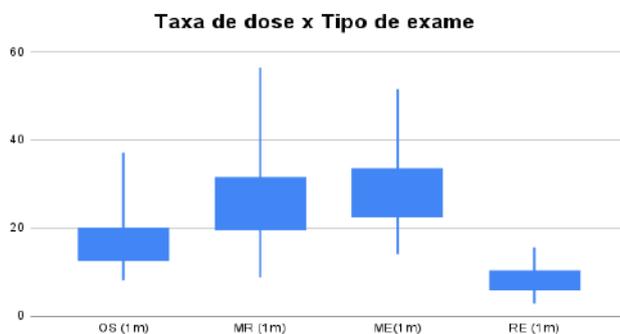


Figura 1:Taxa de dose x Tipo de exame

Conclusões: Dessa forma, as doses acumuladas estimadas são relevantes, podendo superar o limite normativo para indivíduos do público, demonstrando a importância da avaliação e otimização dos fluxos dos pacientes após a conclusão dos exames.

Machine Learning para classificação em estudos de Esclerose Múltipla utilizando imagens híbridas RM/PET ^{11}C -PIB e ^{11}C -PK11195

Fortes, G.R.M.¹, Itikawa, E.N.¹, Oliveira, C.E.G.¹, Faria, D.P.²

Instituto de Física - Universidade Federal de Goiás

Laboratório de Investigação Médica LIM-43 CMN - Universidade de São Paulo

Contato: gabrielrodriguesmoraes@hotmail.com.br

Introdução: A esclerose múltipla (EM) é uma doença neuroinflamatória autoimune de ataque às bainhas de mielina. A EM pode ser classificada em remittente recorrente (EMRR), caracterizada por surtos agudos da doença, e a progressiva (EMP), de progressão gradual. O objetivo deste trabalho foi treinar modelos de *machine learning* e avaliar seu desempenho em neuroimagens de ^{11}C -PIB e ^{11}C -PK11195 para classificar pacientes e sujeitos saudáveis. Posteriormente, os pacientes serão classificados quanto ao fenótipo, previamente avaliado clinicamente.

Materiais e Métodos: Serão utilizadas neuroimagens híbridas de PET/RM, com os radiofármacos ^{11}C -PIB e ^{11}C -PK11195, contando com 49 imagens de pacientes e 19 controles saudáveis. Foram treinados modelos em Python utilizando-se de PCA + LR, PCA + SVM, Balanced Random Forest e Hierarchical clustering, onde foram comparados desempenhos sem e com técnicas de reamostragem. As máscaras utilizadas na etapa de pré-processamento foram duas, sendo uma de recorte anatômico cerebral integral e outra apenas da substância branca, onde a doença atua, e os desempenhos foram comparados.

Resultados e Discussões: Os resultados apresentaram variações conforme o modelo analisado e o tipo de neuroimagem. Os melhores desempenhos são apresentados na Tabela 1.

	RM	PET ^{11}C -PIB	PET ^{11}C -PK11195
Acurácia	76.19%	85.71%	76,19%

Tabela 1: Acurácia por grupo de imagens.

Conclusões: Os resultados preliminares mostraram-se promissores. Doravante, será possível extrair e estudar padrões que estão relacionados à presença dos fenótipos da EM na próxima etapa do projeto.

Valor preditivo negativo do [^{99m}Tc]-ECD na doença de Alzheimer: um estudo com SPM

Lopes-Oliveira, H. ¹; Vieira, E.P. G.B. ¹; Alexandre-Santos, L³, Wichert-Ana, L³.
Cerqueira, C.H. P. V. ²; Itikawa, E.N.¹

¹Instituto de Física – Universidade Federal de Goiás

²Clínica da Imagem - Goiânia

³ Serviço de Medicina Nuclear & PET/CT - HCRP - USP

Contato: heloisylopes14@gmail.com

Introdução: O diagnóstico precoce da doença de Alzheimer ainda é um grande desafio, e nem todos os centros de MN possuem equipamento de PET/CT, que apresenta alta acurácia, conforme a literatura. Neste trabalho propomos uma avaliação de estudos de SPECT cerebral de pacientes com suspeitas de doenças neurodegenerativas para avaliar o valor preditivo negativo da técnica para a doença de Alzheimer (DA) através do SPM (*Statistic Parametric Mapping*) nas regiões do precuneus, giro do cíngulo posterior e polo temporal posterior.

Materiais e Métodos: Foram utilizados estudos cerebrais de SPECT com [^{99m}Tc]-ECD de 26 pacientes com suspeita de doenças neurodegenerativas na Clínica da Imagem de Goiânia e 10 estudos de sujeitos normais compartilhados pelo Serviço de Medicina Nuclear - HCRP. Todas as imagens foram normalizadas e processadas na *toolbox* SPM 12 utilizando MATLAB R2021a.

Resultados e Discussões: Em nossos resultados preliminares de 15 pacientes, obtivemos clusters de hipocaptção em regiões frontais e/ou temporais. Estes não são achados clássicos da DA, mas cujo padrão de perfusão pode indicar uma doença neurodegenerativa fronto-temporal. Não encontramos clusters com diferença significativa de perfusão quando comparada aos sujeitos saudáveis nas regiões do precuneus, do giro cíngulo posterior e do pólo temporal posterior.

Conclusões: Nossos resultados preliminares sugerem o valor preditivo negativo da técnica de SPECT com [^{99m}Tc]-ECD para DA através de estudos com SPM.

Estimativa da produção do radioisótopo ^{99}Mo por fotoativação via aceleração de plasma a laser no regime automodulado

Rodrigues, Enio R.F.^{1,3}; Fruscalso, Jonathan^{1,3}; Nunes, Bruno S.^{1,2,3}; Bonatto, Alexandre^{1,2,3}

¹ Grupo de Física de Feixes, ²PPGTIGSaúde e ³Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Contato: enior@ufcspa.edu.br

Introdução: Aceleradores de plasma a laser por campo de rastro operando no regime automodulado (ou SM-LWFA, do inglês *self-modulated laser wakefield accelerators*) podem tornar-se uma alternativa limpa, compacta e moderna para a produção de radioisótopos por meio de reações fotonucleares, desencadeadas a partir das radiações emitidas na desaceleração de feixes de elétrons altamente energéticos, que podem ser produzidos por esses aceleradores. Este trabalho visa investigar a produção do radioisótopo molibdênio-99 (^{99}Mo , meia vida de 66h) em alvos de molibdênio enriquecido (^{100}Mo) e molibdênio natural ($^{\text{nat}}\text{Mo}$), utilizando um feixe de elétrons otimizado para a fotoativação.

Materiais e Métodos: O espectro de energias de um feixe de elétrons produzido via SM-LWFA foi obtido a partir de simulações *particle-in-cell* (PIC), realizadas com o código FBPIC, e utilizado como fonte de radiação em simulações de Monte Carlo, realizadas com o código TOPAS. Nessas simulações, o feixe é incidido em diferentes configurações de alvos que contém camadas de tântalo (Ta) e ^{100}Mo , ou Ta e $^{\text{nat}}\text{Mo}$.

Resultados e Discussões: A configuração ótima, obtida pelos parâmetros da Tabela 1 em conjunto com um alvo de 16 mm de Ta e 14 cm para os alvos ^{100}Mo e $^{\text{nat}}\text{Mo}$, resultou em atividades de 9,44 GBq e 0,93 GBq, respectivamente.

Tabela 1: Produção de ^{99}Mo via fotoativação.

N	Alvo	Radioisótopo	Átomos por disparo	Tempo de irradiação	Taxa de repetição	Atividade
$8,14 \times 10^8$	^{100}Mo	^{99}Mo	$2,02 \times 10^7 (\pm 679)$	60 h	1 kHz	$9,44 (\pm 0,0032)$ GBq
$8,14 \times 10^8$	$^{\text{nat}}\text{Mo}$	^{99}Mo	$1,99 \times 10^6 (\pm 606)$	60 h	1 kHz	$0,93 (\pm 0,0028)$ GBq

Conclusões: Nas condições simuladas, utilizando um feixe otimizado e 1kHz de taxa de repetição, seriam necessárias 2 horas de irradiação no alvo com ^{100}Mo para produzir uma atividade de 370 MBq, equivalente a uma massa inicial de 20 ng de ^{99}Mo , que é uma estimativa da quantidade necessária para entender um paciente por dia em uma clínica. Para o alvo de $^{\text{nat}}\text{Mo}$, o tempo de irradiação requerido para a obtenção dessa atividade seria dez vezes maior.

Análise da Quantificação do SUV em Reconstruções de Imagens PET/CT Utilizando Q. Clear com Variação de Tempo e Atividade Injetada

Lima Fonseca, Deyvison Breno.¹; Bastos Filho Filho, Moizés Coutinho.²; Bezerra Mendonça, Wawrwyk.², Santos Farias, Aline Maria.²

¹ Departamento de Física – Universidade Federal do Maranhão

² Serviço de Medicina Nuclear – Hospital São Domingos (DASA)

Contato: fonsecadeyvison599@gmail.com

O exame de PET/CT (Positron Emission Tomography/Computed Tomography) é uma importante ferramenta para avaliação de pacientes oncológicos e associa análise metabólica, através da injeção de um radiofármaco, com análise radiológica, através da tomografia computadorizada (TC). O radiofármaco mais utilizado é o ¹⁸F-FDG (fluordesoxiglicose marcada com Flúor-18), sendo um análogo da glicose. Esse traçador tem sua concentração aumentada em alguns tumores, no sítio primário e metástases, além da distribuição fisiológica em alguns tecidos. Essa análise é realizada qualitativamente e quantitativamente através do cálculo da fração do radiofármaco presente naquela região, chamado SUV (Standard Uptake Value). O algoritmo de reconstrução Q.Clear é empregado para controlar o ruído por meio de um fator de penalização (β), promovendo uma convergência eficaz e fornecendo valores mais precisos de SUV. O objetivo deste projeto foi determinar o fator de penalização ideal e os parâmetros de aquisição ideais para estudos clínicos. Foram utilizadas imagens adquiridas com o fantoma de qualidade NEMA IEC e também em pacientes no ambiente clínico, com objetivo de comparar e observar os resultados. O Fantoma foi preenchido com uma concentração radioativa de fundo e as esferas quentes com concentração radioativa maior e conhecida de ¹⁸F-FDG. Foram calculados os valores de SUV nas imagens reconstruídas utilizando o algoritmo Q.Clear (com β variando entre 200 e 500). Nos pacientes, foram realizados estudos PET/CT com ¹⁸F-FDG e foram divididos de acordo com a atividade administrada (0,07 e 0,14 mCi/kg). As imagens foram adquiridas no modo list e reconstruídas em intervalos de 60, 90, 120 e 180 segundos, utilizando tanto um algoritmo padrão (VUE Point HD) quanto o algoritmo Q.Clear. Isto significa que com valores de β mais pequenos conseguimos com maior precisão medir a concentração radioativa. Levando em conta o tempo necessário para que o radiofármaco alcance a região, juntamente com os custos associados à dosagem e às questões logísticas desde a sua saída em Brasília/DF até a chegada ao hospital em São Luís/MA, muitas vezes não chegam na quantidade programada. Vale ressaltar que o equipamento PET-CT do Hospital São Domingos é o único na capital do Maranhão, atendendo tanto a rede pública (SUS) quanto a rede privada. Nas aquisições com o fantoma Image Quality, observamos variações inferiores a 10% do SUV nas aquisições com β nos valores de 200, 300, 400 e 500. Já nas aquisições com pacientes foram observadas variações inferiores a 10% no SUV nos seguintes protocolos: 0,07 mCi/kg e tempo de 180s, 0,14 mCi/kg e tempo de 90, 120 e 180s, além de análises qualitativas aceitáveis em β entre 300 e 500. Mais aquisições serão feitas na primeira quinzena de maio, para complementar a análise quantitativa.

Avaliação do Valor S em Nível Celular para o Ac-225 no tratamento de metástases ósseas do câncer de Próstata

SILVA, R.^{1,2}; OLIVEIRA-SILVA, C.^{1,2}, SÁ, L.²

¹Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro; ² Departamento de Física Médica – Instituto de Radioproteção e Dosimetria

Contato: raoni.silva.ismart@gmail.com

Introdução: A terapia com radionuclídeos direcionados tem se mostrado muito promissora no tratamento de cânceres metastáticos. A emissão sucessiva de quatro partículas alfa na cadeia de decaimento do Actínio-225 leva a resultados altamente direcionados e eficazes na morte de células cancerígenas. A dosimetria celular para o Ac-225 é essencial para prever a sobrevivência celular e o sucesso terapêutico. No entanto, a suposição de que toda a descendência do Ac-225 permanece localizada nas regiões alvo provavelmente sobrestima a dose absorvida pelas células. O objetivo deste trabalho é avaliar os valores S para os radionuclídeos presentes no decaimento do Actínio-225 para duas linhagens celulares de metástases ósseas do câncer de próstata, utilizando simulações Monte Carlo por meio do código GATE.

Materiais e Métodos: Foram modeladas duas linhagens celulares, PC3 e LnCAP C4-2, e as distribuições de energia foram obtidas usando simulações Monte Carlo com a plataforma GATE. A fonte foi definida no núcleo e foram realizadas simulações individuais para os radionuclídeos presentes na cadeia de decaimento do Ac-225.

Resultados e Discussões: Foram realizados os cálculos dos valores S, através do método MIRD (*Medical Internal Radiation Dose*). Este método define o valor S como a dose média absorvida para uma região alvo por decaimento do radionuclídeo em uma região fonte. Os valores S foram calculados individualmente para os radionuclídeos: Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Tl-209 e Pb-209. A tabela 1 apresenta os valores S totais para cada célula, considerando a probabilidade de emissão dos radionuclídeos na cadeia de decaimento do Ac-225 até o isótopo estável Bi-209.

Tabela 1 - Valor S Total do Ac-225 na região-fonte núcleo para as células PC3 e C4-2.

Célula	S Total (GyBq ⁻¹ s ⁻¹)		
	Núcleo	Citoplasma	Célula Inteira
PC3	5,27E-01	2,12E-01	3,36E-01
C4-2	7,68E-01	2,69E-01	4,96E-01

Conclusões: Os valores S totais para a célula C4-2 são maiores do que da célula PC3, devido ao volume menor das células C4-2, resultando em uma energia depositada maior nas regiões alvo. Os resultados também demonstraram que para os radionuclídeos α -emissores, a deposição de energia é maior que para os radionuclídeos β -emissores.

Análise morfológica d apêndice por microtomografia de raios X

Gonçalves, Larissa M.; Araújo, Olga M.O.; Machado, Alessandra S.; Castro, Pedro; Lopes, Ricardo T.

Laboratório de Instrumentação Nuclear – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Contato: l.mourag@ufrj.br

Introdução: A microtomografia computadorizada de raios X (microCT) é uma técnica preservativa de avaliação de materiais que utiliza raios X para criar imagens tridimensionais detalhadas da estrutura interna de objetos. Registrando as diferentes atenuações dos raios X ao passarem pelos materiais do objeto, é possível realizar uma reconstrução de alta resolução.

Materiais e Métodos: As imagens foram adquiridas através do microtomógrafo V|tome|x M300. Os parâmetros utilizados para essa aquisição foram: tensão de 90kV, corrente de 290 μ A e o tempo de exposição por projeção de 333 ms.

Resultados e Discussões: Como resultado, foi possível observar detalhadamente, em uma escala de micrômetros, as estruturas anatômicas do órgão analisado, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1: Apêndice inflamado (A), apêndice saudável (B).

Conclusões: A análise comparativa entre o apêndice saudável e inflamado revelou um aumento significativo de volume no último (A), atingindo 1,23 vezes o tamanho do primeiro. Esses resultados destacam a capacidade da microtomografia de raios X em identificar e caracterizar a inflamação apendicular de forma não invasiva e precisa.

Monitoramento da pressão arterial em vídeos faciais

Lopes Dias, E.¹; Cunha Cardoso, G.²

Departamento de Física - FFCLRP – Universidade de São Paulo

Contato: {eduardotogpi, gcc}@usp.br

Introdução: Este estudo apresenta avanços na arte das estimativas de pressão arterial (PA) remotamente através de câmeras RGB. Estudos anteriores se concentraram no uso de trânsito do pulso (PTT) em uma região ou duas regiões para determinação da PA por vídeo, e a influência da cor de pele é pouco estudada. Neste trabalho mostramos avanços para superar essas limitações, e discutimos o potencial de uso da técnica e suas limitações.

Materiais e Métodos: Uma rede neural convolucional (CNN) é treinada a partir de vídeos faciais e medidas em tempo real da pressão sanguínea do voluntário. A Figura apresenta o fluxograma do sistema de estimativa de pressão sanguínea a partir de vídeos faciais.

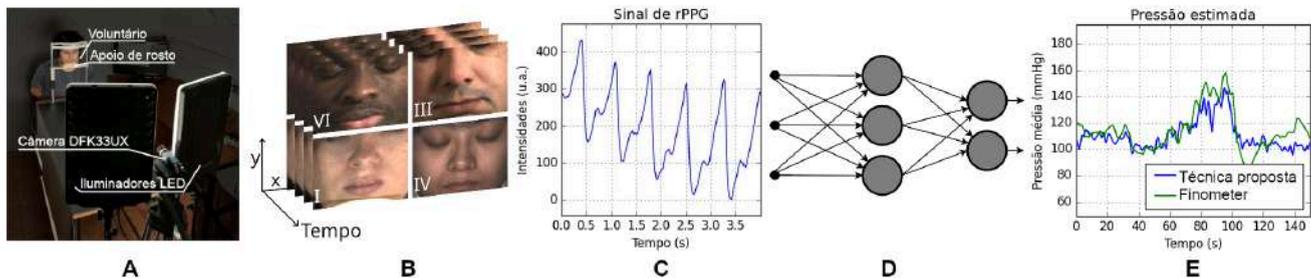


Figura: A) Aparato de aquisição de dados; B) Coletou-se 68 vídeos de 16 voluntários ao todo, com fototipos entre I e VI na escala Fitzpatrick; C) Fotopletiografia por imagem (iPPG); D) A rede neural é treinada a partir de medidas de pressão de um aparelho certificado (*finometer*) e a iPPG; E) Resultados de pressão arterial média de um voluntário.

Resultados e Discussões: Nossos resultados mostram a diminuição da SNR com o aumento da melanina na pele dos voluntários, e com a diminuição na irradiância dos iluminadores. Noutro aspecto, utilizamos a componente temporal das imagens RGB para maximizar a SNR, obtendo um melhor desempenho nas peles mais melaninadas.

Conclusões: Determinação de PA por vídeo tem o potencial de se tornar uma técnica versátil para monitoramento de PA. Nossos resultados iniciais mostraram incertezas de menos de 6% no valor de PA determinado por vídeo, em relação ao aparelho padrão.

Segmentação de imagens de ressonância magnética de pacientes com tumor cerebral

Garcia, S.N.M.¹; Maza, E.J.L.²; Leoni, R.F.³

Departamento de Física – Universidade de São Paulo

Contato: sara.mader@usp.br

Introdução: A radioterapia pode induzir alterações estruturais nos tecidos saudáveis, que podem ser avaliadas por volumetria a partir da segmentação de imagens de ressonância magnética (IRM) de alta resolução, utilizando algoritmos baseados em imagens ponderadas em T1 (T1W) adquiridas sem administração de gadolínio (Gd). Porém, há casos em que apenas imagens pós-Gd estão disponíveis. Esse estudo piloto tem como objetivo analisar a influência do agente de contraste na volumetria de regiões corticais e subcorticais de imagens T1W.

Materiais e Métodos: Foram utilizadas imagens T1W pré e pós-Gd de 8 pacientes homens (idade média: 51±20 anos) e 3 pacientes mulheres (idade média: 35±10 anos). A segmentação foi realizada pelo software FreeSurfer para estimar os volumes de regiões corticais, estruturas subcorticais e ventrículos. Para comparar os valores obtidos de imagens pré e pós-Gd, utilizou-se o teste-t de Student pareado, com correção de Bonferroni para múltiplas comparações.

Resultados e Discussões: Globalmente, as alterações dos volumes segmentados das imagens pré e pós-Gd foram menores do que 10% (substância cinzenta cortical e substância branca; $p > 0,05$). O volume dos ventrículos e plexo coróide diminuiu em média 16%, enquanto os volumes de regiões subcorticais aumentaram em média 23% ($p < 0,05$).

Esses resultados podem ser explicados pelo aumento de sinal intravascular e diminuição de contraste entre as substâncias cinzenta e branca após a administração do Gd (Fig. 1).

Conclusões: Os resultados mostram que o uso do gadolínio interfere na segmentação de regiões cerebrais baseada em imagens T1W e é mais evidente em regiões que possuem volumes menores. Os próximos passos do trabalho consistem em analisar estatisticamente dados de um grupo maior de pacientes, além de realizar a segmentação excluindo a região de ressecção do tumor.

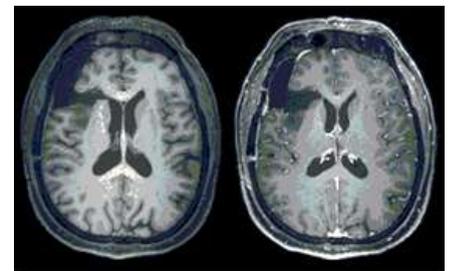


Figura 1. Imagens ponderadas em T1 antes (à esquerda) e após (à direita) a administração de contraste exógeno (gadolínio)

Avaliação do volume e espessura cortical em pacientes com tumor cerebral usando imagens de ressonância magnética pré e pós-Radioterapia

Ludeña, E.J.¹; Leoni, R.F.²

Departamento de Física da FFCLRP – Universidade de São Paulo

Contato: erika.ludena@usp.br

Introdução: A medida que a taxa de sobrevivência dos pacientes com tumores cerebrais aumenta, a relação entre a incidência e a gravidade das lesões cerebrais induzidas pela radiação e a dose recebida do tumor cerebral está se tornando uma questão comum. A radioterapia (RT) desempenha um papel significativo no tratamento de neoplasias cerebrais. No entanto, evidência de alta qualidade de lesões cerebrais induzidas por RT é ausente. Este trabalho visa avaliar os efeitos da radiação na espessura cortical e nas alterações volumétricas cerebrais, estabelecendo uma relação com a dose local administrada.

Materiais e Métodos: Foram analisadas IRM ponderadas em T1 com aquisição 3D de alta resolução espacial de 6 pacientes homens diagnosticados com glioblastoma (idade média: 49 ± 19 anos). A segmentação para estimativa de espessura cortical e volume de estruturas cerebrais foi realizada utilizando FreeSurfer v.7.4, comparando os dados antes (tempo médio: 31 ± 13 dias) e depois (tempo médio: 45 ± 17 dias) do tratamento de radioterapia (RT).

Resultados e Discussões: Observamos variabilidade entre os sujeitos e entre regiões dos valores de volume e espessura das imagens pré e pós-radioterapia. Em geral, as alterações foram menores do que 10% (substância cinzenta cortical e substância branca). Porém, o volume dos

ventrículos e plexo coróide aumentou em média 34%, enquanto o volumes de regiões subcorticais da substância cinzenta diminuíram em média 9%. O quiasma óptico aumentou em média 250%. Baseado no Atlas DTK40, as regiões caudal, caudalcingulate, lateralorbitofrontal e medialorbital frontal mostraram as maiores alterações (<10%).

Conclusões: Os resultados preliminares sugerem que os ventrículos podem servir como parâmetros sensíveis para avaliar alterações subcorticais e atrofia cerebral futura causada pela RT. No entanto, afirmar conclusões definitivas sobre o objetivo principal deste estudo ainda não é possível devido ao tamanho limitado de nossa amostra. A meta é expandir o estudo para incluir pelo menos 45 pacientes. Além de estabelecer uma correlação da dose local administrada na região do volume de planejamento alvo da RT.

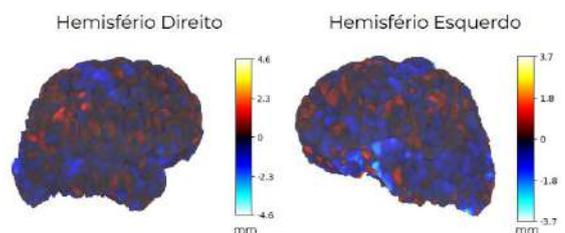


Figura 1. Diferença na espessura cortical das imagens T1W de um atiente antes e depois do tratamento com radioterapia usando FreeSurfer.

Simulação da Resposta de Dosímetros Termoluminescentes em Condições Padrão de Calibração

Gama, T.¹; Seda, R.²; Alves, S.²; Vallim, M.²; Souza-Santos, D.².

¹Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Divisão de Dosimetria – Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD)

Contato: thalysgama13@gmail.com

Introdução: A norma ISO 4037-3 estabelece as condições padrão de calibração de monitores individuais em feixes de fótons. O IRD desenvolveu um monitor individual de nêutrons de albedo e o objetivo deste trabalho é simular por método de Monte Carlo (MC), com o código Geant4 (G4), este monitor exposto a radiação ionizante de energia alta e baixa, sobre um simulador do tronco da ISO em condições de calibração.

Materiais e Métodos: O monitor é composto por dois pares de cristais ⁶LiF e ⁷LiF, incidente e de albedo, que recebem fótons retroespalhados. No Laboratório de Irradiações do IRD (LABIR), o monitor foi exposto às fontes de ¹³⁷Cs e ²⁴¹Am, livre no ar e sobre o simulador de tronco de 30x30x15 cm³. Esse experimento foi reproduzido na simulação MC fornecendo a dose absorvida nos cristais em Gy, enquanto no LABIR a dose é fornecida em nC. Fez-se a normalização ao ⁶LiF do par incidente para comparar as duas grandezas, além da razão do ⁶LiF e ⁷LiF de cada par.

Resultados e Discussões: Os resultados das irradiações livres no ar do LABIR e da simulação são mostrados na tabela 1. A simulação resultou em um comportamento que é observado experimentalmente dentro das incertezas para os pares, incidente e de albedo, tanto para energias altas (¹³⁷Cs) como para energias baixas (²⁴¹Am).

Tabela 1: Doses da irradiação sem Phantom normalizadas ao ⁶LiF e razão ⁶LiF e ⁷LiF.

Cristal	Doses com ²⁴¹ Am (%)		Doses com ¹³⁷ Cs (%)		Razão ⁶ LiF/ ⁷ LiF			
	LABIR	MC	LABIR	MC	²⁴¹ Am LABIR	²⁴¹ Am MC	¹³⁷ Cs LABIR	¹³⁷ Cs MC
LiF6i	100 ± 2	100 ± 4	100 ± 2	100 ± 2				
LiF7i	97 ± 2	99 ± 6	102 ± 4	97 ± 5	1,03 ± 0,02	1,09 ± 0,07	0,99 ± 0,02	1,00 ± 0,02
LiF6a	82 ± 1	87 ± 3	91 ± 2	92 ± 3				
LiF7a	82 ± 1	79 ± 2	93 ± 1	91 ± 3	0,99 ± 0,07	1,09 ± 0,05	1,01 ± 0,02	1,00 ± 0,05

Conclusões: Os resultados da simulação são satisfatórios em relação aos experimentais. Será implementado um campo de nêutrons para comparação com respostas experimentais

Desenvolvimento de Simulador Antropomórfico de Olho com Impressão 3D

Fidelis, A.¹; Maciel, M.²; Pereira, D.³; da Rosa, L.¹; Cardoso, S.²

¹Programa de Pós-Graduação em Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN), Rio de Janeiro, Brasil.

²Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

³Oncologia D'or São Cristóvão, Rede D'or São Luiz, Rio de Janeiro, Brasil.

Contato: andrelefidelis@gmail.com

Introdução: A dosimetria em radioterapia de olho é importante para, entre outros fatores, garantir a radioproteção do paciente. Os atuais simuladores comerciais, utilizados com essa finalidade, não detalham a região ocular, dificultando a dosimetria na região. Assim, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento e validação de 2 simuladores antropomórficos por impressão 3D para dosimetria em procedimentos radioterapêuticos e radiodiagnósticos.

Materiais e Métodos: Em trabalho anterior [1], foram validados protocolos de produção de simulador antropomórfico tecido-equivalente ao comercial ATOM©. Os tecidos moles foram elaborados com ácido polilático (PLA) e a modelagem feita no *software* Blender©. Os tecidos ósseos foram feitos com uma mistura de gesso, água e sal. Foram construídos 2 simuladores para possibilitar a inserção de dosímetros termoluminescentes (TLDs) e filmes radiocrômicos nos órgãos relevantes da região ocular. A validação foi feita por tomografia para análise de homogeneidade e compatibilidade de suas unidades de Hounsfield (HU) com o ATOM©, avaliadas pelo *software* Slicer 3D.

Resultados e Discussões: A Figura 1 apresenta os simuladores finais. O coeficiente de variação máximo de HU dos materiais foi igual a 28.1%, garantindo boa homogeneidade. Os materiais mostram compatibilidade em 2σ com os valores de HU do simulador ATOM©.

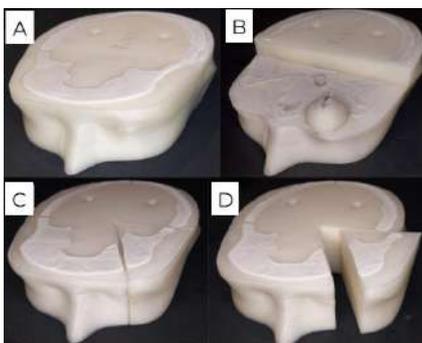


Figura 1: Simuladores finais. A e B: Simulador para TLDs. C e D: Simulador para filmes radiocrômicos.

Conclusões: Os simuladores foram devidamente construídos, validados e podem ser testados como sistema dosimétrico em procedimentos radioterapêuticos e radiodiagnósticos.

Referências bibliográficas

[1] D. Pereira, et al. "Development of an anthropomorphic phantom based on 3D printing for assessment of dose delivered to the eye and adjacent tissues." *Radiation Physics and Chemistry* 199 (2022): 110292.

Testes clínicos virtuais em mamografia: Geração de modelos de mama antropomórficos e simulações Monte Carlo

Thomaz, Sofia; Tramontin, Giovanna; Hedder, Marianne; Kenj, Arthur; Massera, Rodrigo T.; Tomal, Alessandra

Departamento de Física Aplicada – Universidade Estadual de Campinas
Contato: s205826@dac.unicamp.br

Introdução: A mamografia é a principal modalidade de imagem utilizada para a detecção precoce do câncer de mama. Uma vez que essa técnica utiliza radiação ionizante, testes clínicos virtuais têm sido amplamente realizados nos últimos anos, visando avaliar a qualidade de imagem e dosimetria para otimização da técnica e uma análise do risco e benefício. Nos últimos anos, o uso de modelos de mama antropomórficos tem se difundido por permitirem uma modelagem mais realista da mama, enquanto novos códigos de simulação Monte Carlo baseados em processamento em GPU têm propiciado um melhor desempenho computacional. Neste trabalho foi proposto um método automatizado para a realização de testes clínicos virtuais baseados na geração de modelos de mama antropomórficos e simulações Monte Carlo da imagem e dose glandular usando o MCGPU.

Materiais e Métodos: Para a geração de modelos de mama foram utilizados os softwares BreastPhantom, BreastCompress e BreastCrop desenvolvidos pela FDA para a geração de 207 phantoms antropomórficos representativos da população feminina. Para a realização dos testes clínicos virtuais é utilizado o código do MCGPU-PSF versão VICTRE-1.5.

Resultados e Discussões: Os resultados encontrados foram imagens mamográficas nas projeções CC e MLO com a utilização de phantoms antropomórficos, exemplificado na Figura 1. Também realizou-se a análise da dose média e da distribuição de dose no modelo de mama, encontrando uma dose 1.6% menor na projeção CC em relação à MLO.



Figura 1. Exemplificação de um modelo de mama antropomórfico e a imagem gerada da projeção CC de mamografia com um feixe de W/Rh com potencial de 28kV

Conclusões: Os modelos computacionais de mama e as simulações de mamografia utilizando o MCGPU mostraram-se eficazes para a utilização em testes clínicos virtuais, promovendo um melhor entendimento de risco e benefício para o exame de mamografia através da análise de dose.

Avaliação da radiação de espalhamento em raios-X portáteis odontológicos

Weber, R.¹; Candolo, M.¹

1 Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento – Alliage Technology

Contato: raissa.weber@alliage-tech.com

Introdução: A utilização do raio-X portátil intraoral está em constante crescimento, se tornando essencial estudos para determinar a dose no operador, dada a proximidade com a unidade de raios-X. O estudo tem como objetivo avaliar a radiação no operador e determinar o equipamento com maior redução de dose devido a radiação de espalhamento.

Materiais e Métodos: A medida de radiação de espalhamento foi realizada utilizando o detector RTI Scatter Probe a 1m do phantom de PMMA e uma distância foco-pele de 20cm, com tempo de exposição de 1s. Foi avaliado para os raios-X portáteis Eagle X-Ray da Dabi Atlante, CS 2400P da Carestream e EzRay Air Vet da Vatech.

Resultados e Discussões: A média de radiação de espalhamento direcionada ao operador é 18,9nG, 101,8nG e 13,5nGy e a dose no operador devido a radiação de espalhamento é 0,005, 0,026 e 0,003mSv/ano utilizando CS 2400P, EzRay Air Vet e Eagle X-Ray, respectivamente, sendo a dose consideravelmente menor que o limite de dose efetiva determinada pela Agência Internacional de Energia Nuclear (20mSv/ano).

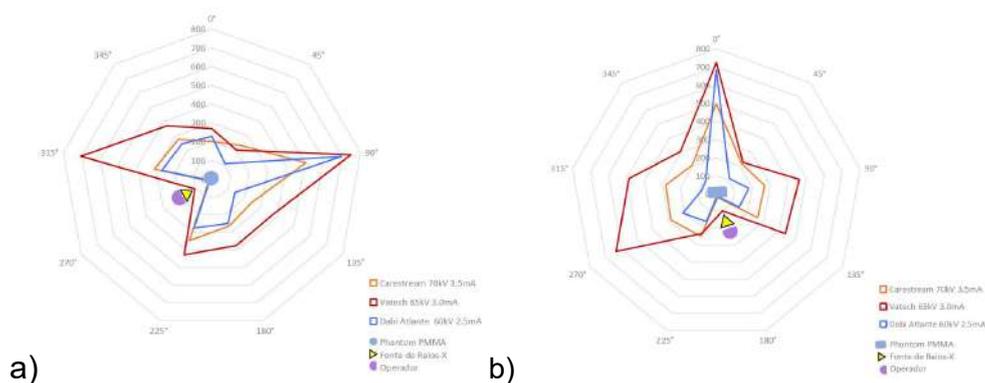


Figura 1: Radiação de Espalhamento (nGy) a) na horizontal e b) na vertical

Conclusões: O raio-x portátil Eagle X-Ray da Dabi Atlante tem uma redução de dose entre 28,4% e 86,7%, comparado aos outros equipamentos. A dose no operador utilizando um raio-X portátil intraoral é em torno de milhares de vezes menor que o determinado pela AIEA.

Estudo de compósitos luminescentes à base de $\text{CaSO}_4:\text{Eu,Li}$ para dosimetria de feixes de radiação

Lima, R. M. C.¹; Barreto, F. S.¹; Almeida, F. L. B.¹; Caldas, L. V. E.²; Junot, D. O.¹

¹Instituto de Física Armando Dias Tavares – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

²Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Comissão Nacional de Energia Nuclear

Contato: danilo.junot@uerj.br

Introdução: Dosímetros termoluminescentes (TLDs) e dosímetros opticamente estimulados (OSLDs) são dispositivos que medem exposição à radiação. Os TLDs emitem luz quando aquecidos, enquanto os OSLDs emitem luz quando estimulados por uma fonte luminosa. A intensidade da luz emitida pelo dosímetro é proporcional à dose recebida. O objetivo deste trabalho é verificar as características dosimétricas de compósitos de $\text{CaSO}_4:\text{Eu,Li}$ a fim de avaliar a sua aplicação como TLD e OSLD.

Materiais e Métodos: Os compósitos de $\text{CaSO}_4:\text{Eu,Li}$ foram produzidos por meio de uma modificação da rota de evaporação lenta. As irradiações e análises luminescentes foram realizadas na Leitora TL/OSL RISø (modelo DA-20), empregando-se radiação beta ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$).

Resultados e Discussões: As curvas de emissão TL dos compósitos produzidos apresentaram dois picos intensos às temperaturas de 185 °C e 206 °C e um pico de menor intensidade em torno de 300 °C. As temperaturas dos picos foram confirmadas pela técnica de $T_m \times T_{\text{stop}}$. O espectro de emissão TL apresentou picos correspondentes aos íons Eu^{2+} e Eu^{3+} , denotando a inserção do európio na matriz em ambas as valências. O decaimento OSL dessas amostras é predominado por uma constante de decaimento rápida, com tempo de vida de aproximadamente 0,16 s. As amostras apresentaram sinais TL/OSL reproduzíveis e lineares dentro da faixa de dose empregada (160 mGy a 810 mGy); entretanto, o sinal luminescente apresentou um alto desvanecimento, decaindo cerca de 30% após 30 dias.

Conclusões: Os resultados indicam que a rota empregada é adequada para a produção desses materiais e que os compósitos de $\text{CaSO}_4:\text{Eu,Li}$ têm potencial para serem aplicados como dosímetros TL/OSL. Além disso, o estudo contribuiu para a identificação dos centros luminescentes responsáveis pelas emissões TL e OSL nos materiais estudados, com o lítio atuando como um centro luminescente e de recombinação de baixa eficiência, transferindo sua energia para o íon de európio próximo.

A percepção dos riscos e benefícios da radiação ionizante durante procedimentos médicos

Oliveira, L.D.; Marvila, H.M.S.; Oliveira, J.A.; Feital, T.M.O; Pereira, B.S.; Santana, L.G.O.; Baptista, V.L.R.; Lima, M.E.; Miranda, G.Q.; Neves, J.V.R.; Machado, A.C.; Santos, J.C.

Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Contato: lorenadiasoliveira11@gmail.com

Introdução: Esta pesquisa visa avaliar, qualitativamente, o conhecimento do público em relação aos riscos e benefícios da radiação e o grau de segurança que experimentam ao serem submetidos a procedimentos de radiodiagnóstico.

Materiais e Métodos: Um questionário, aprovado pelo comitê de ética e anônimo, foi utilizado para entrevistar 488 pessoas maiores de 18 anos. As perguntas abordaram aspectos como o conhecimento dos entrevistados sobre radiação, sensação de segurança durante os procedimentos, se informações sobre riscos e benefícios eram passadas e como eram passadas, entre outros. As respostas foram obtidas tanto por meio de entrevistas presenciais quanto pela divulgação do questionário em plataformas digitais.

Resultados e Discussões: A Figura 1 apresenta as respostas dos entrevistados com relação aos procedimentos que eles acreditavam envolver o uso de radiação ionizante. A maioria do público associou corretamente radioterapia e raios x à radiação ionizante, porém uma parte significativa associou erroneamente ressonância magnética e ultrassonografia à radiação ionizante.



Figura 1: Percepções sobre Radiação Ionizante Nos Procedimentos

Conclusões: Apesar da pesquisa estar em andamento, a amostra obtida apresenta uma variedade de respostas de diferentes grupos e revela a necessidade de uma comunicação efetiva. Os resultados encontrados permitem avaliar a necessidade da criação de um material informativo que esclareça todas as dúvidas persistentes dos pacientes em relação à radiação ionizante.

Estudo da Teoria da Cavidade através do Método de Monte Carlo utilizando o Código Geant4

Coelho, M. C.¹; Santos, D.².

Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Contato: mariaclaravs11@gmail.com

Introdução: Neste trabalho foram realizadas simulações computacionais utilizando a ferramenta Geant4 (versão 11.1.2), baseada no Método de Monte Carlo, para o estudo da Teoria da Cavidade. Objetiva-se analisar a validade dessa teoria quando a energia dos fótons produzidos é modificada.

Materiais e Métodos: A geometria consiste em uma caixa cúbica de água com lados de 30 cm e de uma esfera de LiF no seu centro. As simulações foram realizadas para dois raios da esfera: 0.1 e 1 cm. Um campo uniforme de fótons com energia indo de 0.05 a 5 MeV irradia o conjunto caixa-esfera. As doses depositadas na esfera foram coletadas para o material da cavidade e do meio ao seu redor. As razões entre essas doses foram calculadas e comparadas com os valores limite esperados para cavidades grandes e pequenas.

Resultados e Discussões: Para fótons de baixas energias, as razões das doses seguem a curva das razões entre os coeficientes de absorção de energia e, para altas energias, aproximam-se da curva dos stopping powers de colisão.

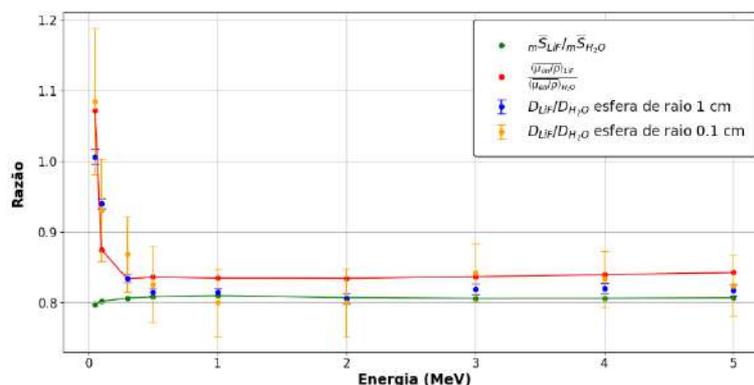


Figura 1: Resultados das simulações e razões entre os stopping powers de colisão e os coeficientes de absorção de energia.

Conclusões: As cavidades de LiF inseridas num meio de água e irradiadas com fótons de baixas energias se comportam como cavidades grandes. Já, quando irradiadas com fótons mais energéticos, as cavidades preenchidas com LiF são vistas como cavidades menores. Então, à medida que a energia diminui, a cavidade vai se tornando grande.

Modelagem dos efeitos dos elétrons secundários em danos no DNA em hadronterapia

Magiore, B.¹; Hormaza, J.²

¹Departamento de Biodiversidade e Bioestatística, UNESP, Campus Botucatu

²Departamento de Biofísica e Farmacologia, UNESP, Campus Botucatu

Contato: beatriz.maggiore@unesp.br

Introdução: A interação de íons rápidos com alvos orgânicos resulta na perda de energia primariamente devido à excitação e ionização eletrônica, gerando um grande número de elétrons secundários. A avaliação do dano induzido pela radiação depende da interação desses elétrons com os tecidos biológicos. Neste estudo, utilizamos equações da Aproximação Dielétrica para calcular a produção de elétrons secundários e um modelo de simulação Monte Carlo para estimar os danos no DNA causados por esses elétrons.

Metodologia: A Aproximação Dielétrica é uma abordagem teórica utilizada para descrever a interação da radiação ionizante com a matéria, fornecendo expressões para calcular os momentos estatísticos da distribuição de perda de energia de uma partícula¹. O espectro de elétrons secundários é calculado como a probabilidade de transferência de energia de uma partícula, como função da massa, energia e velocidade do projétil, bem como das propriedades dielétricas do meio. Na simulação Monte Carlo, foi empregado o modelo MCDS², que modela a formação de danos no DNA. Associando as probabilidades de transferência de energia e as porcentagens de dano no DNA, foram produzidos mapas tridimensionais que representam a probabilidade de formação de cada tipo de dano no DNA, fornecendo informações sobre como a energia dos íons e a energia dos elétrons secundários influenciam a ocorrência de tais danos.

Resultados:

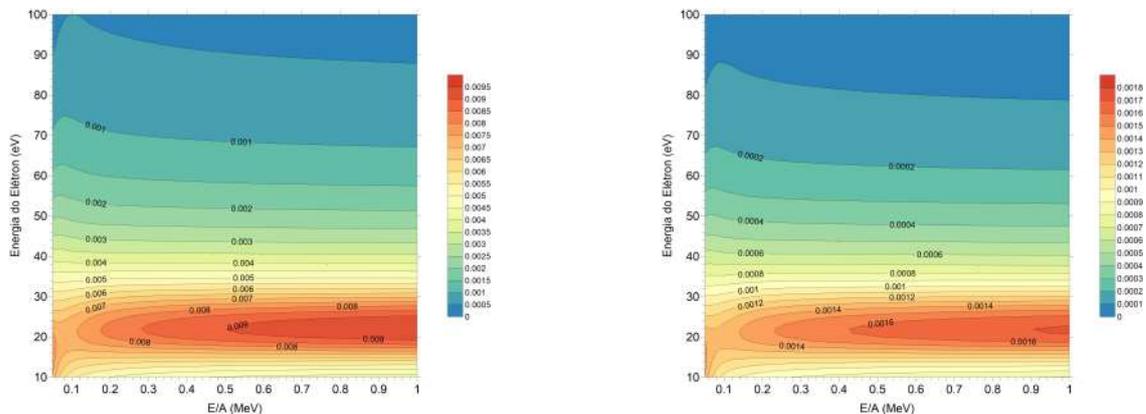


Figura 1: Probabilidade de SSBs e DSBs no DNA por elétrons gerados por prótons.

Conclusão: Os mapas de formação de danos no DNA foram calculados para prótons e partículas α , sendo identificada uma região de maior probabilidade na faixa de energia de elétrons de 10 a 30 eV. Também foi observado que a contribuição do espectro de elétrons secundários é mais expressiva no resultado do que as proporções de ocorrência de cada tipo de dano.

Referências

- deVera, P. *et al.*: Semiempirical model for the ion impact ionization of complex biological media. **Phys. Rev. Lett.** v. 110, p. 148104, 2013.
- Semenenko, V.; Stewart, R.: A fast Monte Carlo algorithm to simulate the spectrum of DNA damages formed by ionizing radiation. **Radiat. Res.** v. 161, p. 451-457, 2004.

Aplicação do Protocolo IAEA-TECDOC 1958 para controle de qualidade de um equipamento fluoroscópico convencional

Soares, L^{1.}; Canevaro, L.²

Universidade Federal do Rio de Janeiro¹ - Instituto de Radioproteção e Dosimetria/CNEN²

Contato: luarsoares20@gmail.com

Introdução: O TEC DOC 1958/21 é um protocolo desenvolvido pela IAEA-OPS e que estabelece os testes indispensáveis para controle da qualidade (CQ) em radiologia convencional e intervencionista. No presente trabalho foi seguida a metodologia descrita para avaliar o desempenho de um equipamento fluoroscópico de um laboratório de pesquisa em fluoroscopia, além de verificar a conformidade com as exigências no Brasil da RDC 611/21.

Materiais e Métodos: Foram avaliadas as condições ambientais e realizados testes indicados no TEC DOC 1958: perpendicularidade do raio central, exatidão e repetibilidade do tempo de exposição e do kVp, rendimento, HVL e resolução espacial e sensibilidade de baixo contraste, sistema de colimação, aspectos da imagem, bem como a taxa de dose na entrada do detector de imagem. Também foi avaliada a integridade dos EPIs disponíveis no laboratório. Os parâmetros foram calculados conforme as fórmulas, materiais e métodos requeridos pelo TEC DOC 1958.

Resultados e Discussões: Todos os parâmetros testados, incluindo os EPIs, se encontram dentro das tolerâncias estabelecidas no TEC DOC 1958 e na RDC 611. Em cada etapa do processo, foram medidas distâncias, doses, kVp, mA, ms e mAs, contribuindo para uma avaliação completa e precisa. Foi elaborado um manual de CQ para o equipamento com planilhas padrões para registro de resultados e ações preventivas e corretivas.

Conclusões: Os resultados mostraram que o equipamento opera dentro dos padrões esperados e necessários. É fundamental que o equipamento mantenha um ótimo desempenho visto que é utilizado para testar e aferir instrumentação utilizada em campo, treinar profissionais em CQ e desenvolver material científico e didático, entre outras funções. Assim, requisitos de qualidade e segurança são imprescindíveis para sua operação.

Referências bibliográficas: IAEA-OPS. Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe -. IAEA-TECDOC 1958. Vienna, 2021.

Produção e caracterização de compósitos de $\text{CaSO}_4:\text{Eu},\text{Mn}$ para fins dosimétricos

Anderson M. Bezerra¹; Daniel S. Rodrigues^{2*}; Patricia L. Antonio¹; Danilo O. Junot³;
Divanizia N. Souza²; Linda V.E. Caldas¹

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Comissão Nacional de Energia Nuclear

² Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe

³ Instituto de Física Armando Dias Tavares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Contato: danielrodrigues.dsr1@gmail.com

Introdução: Os dispositivos de dosimetria de radiação são essenciais para assegurar a conformidade com os níveis aceitáveis de exposição, utilizando técnicas de termoluminescência (TL) e luminescência opticamente estimulada (OSL). O sulfato de cálcio (CaSO_4) é amplamente utilizado como dosímetro. Ele foi experimentalmente modificado com vários dopantes para melhoria de suas características dosimétricas. Tentando transformar suas limitações em vantagens, este trabalho investiga os estudos preliminares do $\text{CaSO}_4:\text{Eu}$ co-dopado com manganês como um novo material para dosimetria TL/OSL. Este trabalho é uma continuação de pesquisas anteriores (Silva, 2023), visando aprofundar a compreensão dos mecanismos de luminescência e recombinação neste material, com o objetivo de oferecer uma alternativa viável no mercado de dosimetria.

Materiais e Métodos: O estudo produziu policristais de $\text{CaSO}_4:\text{Eu},\text{Mn}$ utilizando a técnica de evaporação lenta, confirmada por difração de raios-X (XRD). As medidas de TL e OSL foram conduzidas usando um sistema de leitura Risø TL/OSL modelo DA-20, com irradiação de uma fonte beta de $^{90}\text{Sr}^{90}\text{Y}$. A sensibilidade TL/OSL foi comparada com cinco dosímetros comerciais, enquanto a taxa de aquecimento durante as leituras de TL foi de $5^\circ\text{C}/\text{s}$ até 400°C . Durante as leituras de OSL, o sinal foi coletado ao longo de 40 s, com estimulação por LEDs azuis a 470 nm, em modo contínuo.

Resultados e Discussões:

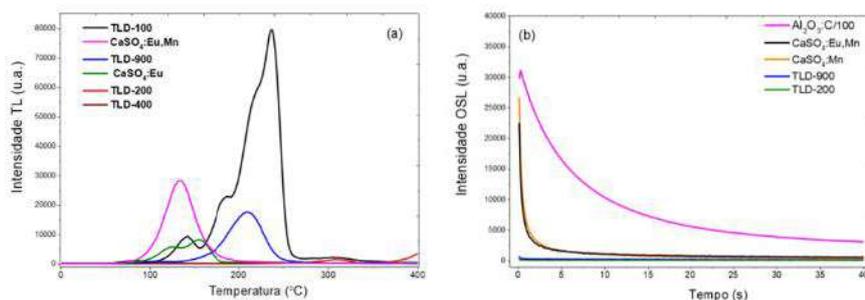


Figura 1: Emissões TL(a) e OSL(b) das amostras de $\text{CaSO}_4:\text{Eu}$ e $\text{CaSO}_4:\text{Eu},\text{Mn}$, e de dosímetros comerciais.

Conclusões: A co-dopagem com manganês na matriz de $\text{CaSO}_4:\text{Eu}$ resulta em aumento significativo da sensibilidade TL/OSL, tornando os compostos estudados promissores para a dosimetria de radiação. Os compostos apresentaram curva OSL adequada para dosimetria, com predominância da componente de decaimento rápida.

Referência bibliográfica.

Silva, A. M. B. Caracterização estrutural, óptica e dosimétrica de $\text{CaSO}_4:\text{Tb}$, $\text{CaSO}_4:\text{Mn}$ e $\text{CaSO}_4:\text{Mn},\text{Tb}$ produzidos por rota de evaporação lenta. Tese (Pós-Graduação em Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2023.

Síntese e Estudo das Propriedades Luminescentes de Cristais $\text{LiBaPO}_4:\text{Eu}$ para Dosimetria TL/OSL

Daniel S. Rodrigues^{1*}; Anderson M. B. Silva²; Daniela A. Hora¹; Danilo O. Junot³;

Linda V. E. Caldas²; Marcos V. S. Rezende¹; Divanizia N. Souza¹

¹ Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe

² Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Comissão Nacional de Energia Nuclear

³ Instituto de Física Armando Dias Tavares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Contato: danielrodrigues.dsr1@gmail.com

Introdução: As tecnologias empregadas em serviços de dosimetria pessoal são desenvolvidas com base em princípios físicos, geralmente utilizando materiais luminescentes para detectar e medir doses de radiação ionizantes em indivíduos ocupacionalmente expostos. Algumas dessas tecnologias operam por meio da transferência de energia da radiação incidente para o material sensível do detector, produzindo um sinal de resposta mensurável em dose absorvida, como na termoluminescência (TL) e luminescência opticamente estimulada (OSL). Materiais TL/OSL têm sido estudados por décadas visando melhorar a sensibilidade, estabilidade e reprodutibilidade das medições de dose. Na literatura, o uso da matriz de LiBaPO_4 dopada com európio é pouco difundido na aplicação em dosimetria de radiação utilizando as técnicas TL ou OSL. Para este trabalho, o objetivo foi desenvolver um novo fósforo de $\text{LiBaPO}_4:\text{Eu}$ e avaliar seu potencial para aplicações dosimétricas.

Materiais e Métodos: As amostras de $\text{LiBaPO}_4:\text{Eu}$ foram sintetizadas pelo método sol-gel com álcool polivinílico como precursor. As estruturas cristalina e óptica dos fósforos foram caracterizadas por análise de difração de raios X (XRD) e fotoluminescência (PL). O efeito do dopante nas propriedades TL e OSL do fósforo foi examinado usando a leitora TL/OSL Risø, com irradiação beta de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. As pastilhas foram aquecidas a 10°C/s . Para as leituras OSL, o sinal foi coletado por 40 s, estimulando as amostras com LEDs azuis (470 nm) em modo contínuo.

Resultados e Discussões: As análises de DRX indicaram uma eficiente síntese do fósforo. Os resultados para PL confirmaram a presença de Eu^{3+} nas matrizes cristalinas dos compostos produzidos. As propriedades dosimétricas, como curva de emissão TL, reprodutibilidade, linearidade, fading, curvas de decaimento OSL, correlação entre emissões TL e OSL e o limite inferior de detecção foram investigadas exaustivamente. Para as análises dosimétricas, as amostras foram irradiadas com doses de 169 mGy a 110 Gy. O $\text{LiBaPO}_4:\text{Eu}$ demonstrou características OSL e TL adequadas para dosimetria. As curvas de emissão TL exibiram três picos às temperaturas de 143°C , 169°C e 205°C . As curvas de decaimento OSL mostraram predominância das componentes de decaimento rápido e médio. Ambos os sinais luminescentes mostraram-se lineares e reprodutíveis na faixa de dose estudada.

Conclusões: Neste estudo, o $\text{LiBaPO}_4:\text{Eu}$ foi sintetizado eficientemente via rota sol-gel modificada usando PVA. A análise de PL revelou a presença de íons Eu^{3+} na estrutura cristalina. Todas as amostras apresentaram propriedades úteis para fins dosimétricos. Além disso, o fósforo sinterizado possui maior intensidade luminosa do que o fósforo não sinterizado.

Avaliação Dosimétrica da Utilização de Placas de Chumbo em Braquiterapia

Juan C. Lamônica¹, Luciana B. Nogueira^{1,2}, Jony M. Geraldo^{2,3,4}, Clara B. Nascimento³, Arnaldo Mafra³, Adriana S. M. Batista^{1,2}

¹Departamento de Engenharia Nuclear - UFMG. Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte/MG,

²Departamento de Anatomia e Imagem - FM/UFMG. Av. Prof. Alfredo Balena, 190, Belo Horizonte/MG.

³Hospital Luxemburgo - Instituto Mário Penna, R. Gentios, 1350, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁴Hospital Alberto Cavalcanti/FHEMIG – Rua Camilo de Brito, 636 - Belo Horizonte/MG

Contato: juanccl@ufmg.br

Introdução: A braquiterapia é uma modalidade de tratamento radioterápico que utiliza fontes radioativas posicionadas no interior de tumores ou a uma curta distância destes, depositando a dose prescrita no volume alvo, poupando os tecidos saudáveis adjacentes. Os aplicadores que conduzem a fonte de radiação ao tumor devem passar por um rigoroso controle de qualidade e dosimetria, podendo ser utilizados filmes radiocrômicos como dosímetros. O objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação dosimétrica da utilização de placas de chumbo para proteção de áreas sensíveis durante a irradiação do tratamento com braquiterapia.

Materiais e Métodos: A avaliação dosimétrica foi realizada utilizando uma fonte de Ir-192 de um equipamento para HDR, modelo *Nucletron Digital V3*, filmes radiocrômicos *Gafchromic™ EBT3*, Fantoma de água sólida Gammex® 457 e um aplicador constituído de 15 esferas de material sintético e placas de chumbo com 1 mm e 2 mm de espessura. O TPS utilizado foi o *OncentraBrachy 3D* versão 4.3. Na leitura dos filmes foi utilizado o *scanner* Epson Expression®10000XL e os softwares ImageJ e Origin® para aquisição e tratamento de dados.

Resultados e Discussões: Na irradiação, utilizando placa de chumbo com espessura de 1 mm, o mapa de dose apresentou uma superdosagem, chegando ao valor de dose máxima no centro de 6,54 Gy, ao ser comparado com a irradiação controle realizada previamente – com dose máxima em 4,96 Gy – mostrando um aumento na dose de 1,58 Gy (31,9%). O aumento de dose acaba por interferir no tratamento, levando ao aumento do risco de efeitos indesejados (eritema, alopecia), e não provocando uma redução da dose como desejado. No caso da irradiação utilizando a placa de chumbo com espessura de 2 mm, ocorreu uma diminuição na dose para 3,67 Gy (26%).

Conclusões: A utilização de placas de chumbo de 1 mm de espessura mostrou valores de dose de recebida até 31,9% acima do valor prescrito, evidenciando que as placas de chumbo desta espessura devem ser cobertas com material equivalente a tecido (bólus) para absorver a dose extra na vizinhança da placa. Para placas de chumbo de 2 mm de espessura, a dose recebida foi reduzida em 26% da dose prescrita, sendo assim é preferível a utilização destas em detrimento da placa de 1 mm.

Desenvolvimento do arcabouço computacional de uma leitora de luminescência opticamente estimulada

Dorneles, T.¹; Andrade, A. B.²; Oliveira, L. C.³; Valença, J. V. B.¹

¹ Grupo de Física Médica Experimental e Computacional, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Brasil

² Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Brasil

³ MRA Indústria de equipamentos eletrônicos, Ribeirão Preto, Brasil

Contato: thiago.dorneles@ufcspa.edu.br

Introdução: A técnica de ‘Luminescência Opticamente Estimulada’ (LOE) vem sendo amplamente utilizada na área de dosimetria das radiações ionizantes, ganhando destaque no campo da dosimetria pessoal. O objetivo do trabalho é apresentar o desenvolvimento de uma leitora LOE, com vistas à obtenção de um equipamento compacto, relativamente barato e que possibilite a aquisição de informações acerca dos materiais a serem caracterizados. O foco nesta etapa foi o desenvolvimento computacional das estruturas de obtenção e apresentação de dados, importantes no contexto da pesquisa de novos materiais dosimétricos.

Materiais e Métodos: Para a detecção do sinal LOE, será empregado um módulo fotomultiplicador acoplado ao microcontrolador ATMEGA328 para a captura e controle do equipamento. O planejamento e execução da parte computacional se deu em ambiente do *LabView*, em que os blocos associados à configuração das medidas e salvamento dos dados foram construídos a partir das ferramentas disponibilizadas pelo ambiente de programação.

Resultados e Discussões: O *software* desenvolvido em LabView é capaz de controlar o acionamento, o comprimento de onda (azul ou verde) e a potência dos LEDs (Figura 1a). O algoritmo possibilita ainda a criação de uma pasta no diretório especificado pelo usuário, gerando um arquivo de texto com os sinais obtidos na medida (Figura 1b).

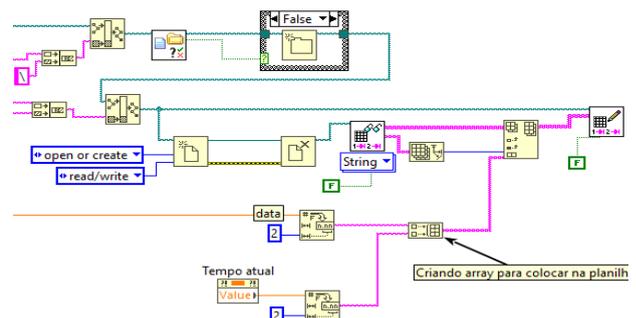
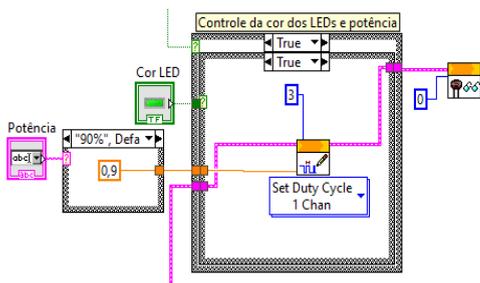


Figura 1: a) Recorte do código - controle e acionamento dos LEDs.

b) Recorte do código - Criação do arquivo.

Conclusões: As partes do programa já elaboradas apresentaram desempenho satisfatório no que se refere ao controle dos componentes necessários para uma medida LOE. Os próximos passos da pesquisa incluem a montagem da estrutura física e testes/validações do equipamento, a serem realizadas com o suporte de materiais e leitora comercialmente disponível.

Metodologias de determinação de dose em pacientes de radiologia intervencionista em procedimentos cardíacos: uma revisão de literatura

Corrêa, P.¹; Morás, L. D.²; Yoshizumi, M. T.¹; Pianoschi Alva, T.¹

¹Curso de Bacharelado em Física Médica – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

²Física Médica/Segurança do Trabalho - Santa Casa da Misericórdia de Porto Alegre

Contato: pamela.correa@ufcspa.edu.br

Introdução: A radiologia intervencionista (RI) utiliza procedimentos minimamente invasivos guiados por imagens para diagnóstico e tratamento que podem levar a altas doses de radiação para pacientes e equipe médica. Dessa forma, é imprescindível avaliar as doses recebidas durante os procedimentos. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão de literatura acerca de metodologias de dosimetria clínica para determinação de dose em pacientes em procedimentos cardíacos.

Materiais e Métodos: Para atingir esse objetivo, buscou-se realizar uma pesquisa na literatura com os seguintes critérios de análise dos artigos: C1. Número de pacientes estudados, C2. Dosímetro, C3. Grandezas dosimétricas e C4; Resultados dosimétricos.

Resultados e Discussões: A tabela 1 mostra os principais resultados encontrados.

Critério	Rocha da Silva et al. (2011)	Costa Navarro et al. (2012)	Wang et al. (2013)	Chida et al. (2016)	Pasquino et al. (2018)
C1	31 pacientes	32 pacientes	238 pacientes	63 pacientes	42 pacientes
C2	filme radiocrômico	câmara de ionização	dosímetros termoluminescentes (TLD)	sensor digital fotoluminescente	filme radiocrômico
C3	PSD* e PKA**	kerma* e PKA **	PKA	PKA	PSD
C4	(612 a 8.642 mGy)* (28 - 240 Gy.cm ²)**	(399,3 a 947,0 mGy)* (57,8 a 64,2 Gy.cm ²)**	CA: 41,5 Gy.cm ² PTCA: 115,5 Gy.cm ²	70.9 ± 57.6 Gy.cm ²	CA: 103±64 mGy PTCA: 526 ± 436 mGy

PSD: dose na pele do paciente; PKA: produto kerma-área; CA: angiografia coronária; PTCA: angioplastia coronária transluminal percutânea

Conclusões: Pelos resultados encontrados, observa-se que há uma divergência entre os valores dosimétricos encontrados, evidenciando a necessidade de estabelecer valores de referências de doses para os procedimentos e uma análise da precisão das metodologias dosimétricas.

Necessidade da conscientização de profissionais da saúde sobre radiações ionizantes – Revisão bibliográfica

MOURA, K.F.¹; NEVES, L.P.^{1,2}; PERINI, A. P.^{1,2}

¹Instituto de Física (INFIS), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, (PPGEB-FEELT),
Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, Brasil

Contato: castrojoalves@ufu.br

Introdução: Profissionais da área da saúde geralmente não têm contato direto com conhecimentos sobre radiações ionizantes e proteção radiológica no país, assim, podem ser expostos de forma indevida no ambiente hospitalar. Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica acerca do conhecimento sobre radiações ionizantes por parte dos profissionais da área de saúde.

Materiais e Métodos: Esse trabalho se baseou na busca de artigos envolvendo o tema da necessidade de conscientização de profissionais na área da saúde acerca das radiações ionizantes. Essa pesquisa foi realizada utilizando bases virtuais (*Google Scholar*), com foco em trabalhos nacionais. As palavras-chave utilizadas foram conscientização sobre radiações ionizantes, com foco na visão do profissional da saúde ocupacionalmente exposto. Foram encontrados 2.140 trabalhos, porém grande parte não se associa diretamente ao tema, apresentando perspectiva de outro público-alvo, além de não apresentar dados sobre pesquisas quanto ao conhecimento dos profissionais sobre radiação ionizante.

Resultados e Discussões: Durante a pesquisa, seguindo o critério de seleção estabelecido, foram selecionados 13 artigos que abordam pesquisas quantitativas realizadas com profissionais de saúde sobre seus conhecimentos a respeito do tema. As informações apresentadas nos estudos destacam a existência de desinformação entre os profissionais da saúde em relação à proteção radiológica, evidenciando a necessidade de maior conscientização sobre essa questão.

Conclusões: A pesquisa mostra que é extremamente necessária a conscientização sobre radiações ionizantes para profissionais da saúde, que pode ser conseguida por meio de cursos de treinamento, que englobem conceitos acerca da proteção radiológica no ambiente hospitalar, a fim de diminuir a educação deficitária entorno desse tema.

Agradecimentos: CNPq: 312124/2021-0, 312160/2023-2, 407493/2021-2; FAPEMIG: APQ-04215-22, APQ-01254-23 e APQ-04348-23. INCT-INAIS 406303/2022-3.

Estudo da dose efetiva em exames panorâmicos odontológicos.

NASCIMENTO, A B S.¹; PACÍFICO, L D C.¹; GONÇALVES, T M¹. MAGALHÃES, L A G¹.

¹Departamento de Ciências Radiológicas – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Contato: agathanascimento.lcr.uerj@gmail.com

Introdução: O aumento da realização do exame panorâmico vem chamando a atenção, segundo o DataSUS no ano de 2021, 5635 exames panorâmicos foram aprovados no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2022, 12590 exames foram aprovados e no ano de 2023, o número foi 132865 exames, considerado um exame padrão ouro, e fazendo parte da documentação inicial em um tratamento odontológico, percebe-se a necessidade de estimar as doses efetivas e riscos associados a exames de raios X panorâmicos para protocolos pediátricos e adultos em 6 serviços de saúde na cidade do Rio de Janeiro.

Materiais e Métodos: Foram utilizados para este estudo um detector de estado sólido, fabricante PTW, modelo Nomex, uma trena e um Notebook, fabricante Lenovo, modelo IdeaPad 3.

Foram realizadas medições de kerma no ar para protocolos pediátricos, adultos e adultos grandes utilizados na rotina em 6 serviços de saúde odontológicos (A, B, C, D, E, F) na cidade do Rio de Janeiro. Em seguida, as doses efetivas, os riscos de detrimento, i.e., o dano biológico em função da exposição à radiação X, bem como o detrimento por milhão de pacientes foram calculados. Foram considerados os fatores de radiosensibilidade para superfície óssea e mucosa oral, bem como fator de risco de 0,05 detrimento por Sv, segundo o documento ICRP 103.

Resultados e Discussões: O valor médio da dose efetiva dos 6 serviços de saúde foi 1,2 mSv, considerando todos os protocolos, com um desvio padrão de 0,76 mSv (tabela 1). A dose efetiva média para os protocolos pediátrico, adulto e adulto grande foram 0,7 mSv, 1,1 mSv e 1,9 mSv, e seus respectivos desvios padrões foram 0,24 mSv, 0,56 mSv e 1,06 mSv. O maior valor de dose efetiva bem como o maior risco de detrimento foi registrado para o protocolo adulto do serviço de saúde C, 3,1 mSv; o menor valor de dose efetiva bem como o menor risco de detrimento foi registrado para o protocolo pediátrico do serviço de saúde D, 0,5 mSv; foi estimado uma média de risco de detrimento de 64 casos por milhão, baseado nos dados coletados dos 6 serviços de saúde (tabela 2).

Protocolo	A	B	C	D	E	F
Pediátrico	0,7	0,6	1,1	0,5	0,93	0,47
Adulto médio	0,9	1,0	2,2	0,7	0,99	0,75
Adulto - grande	1,1	1,0	3,1	--	2,46	--
Média	1,2	DP	0,76			

Tabela 1: Dose efetiva

Protocolo	A	B	C	D	E	F
Pediátrico	40	36	58	25	51	26
Adulto médio	51	57	121	36	54	41
Adulto - grande	59	54	172	--	135	--
Média				64		

Tabela 2: Detrimento por milhão (total de dano biológico em função da exposição)

Conclusões: Considerando o alto desvio padrão nos 3 protocolos distintos, que é um indicativo de um conjunto não homogêneo, se faz necessário um trabalho de otimização nos protocolos, bem como de educação continuada dos profissionais para melhor conhecimento e utilização dos parâmetros técnicos radiográficos, com o intuito de reduzir os riscos biológicos no paciente.

Referências bibliográficas

Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe. IAEA-TECDOC-1958.

FERLIN R., *et al*: The evolution of technology in dental radiology and its impact on radiobiology. Revista Faipe, v. 12, n. 2, p. 19-34, jul./dez. 2022.

INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN Nº 94. DE 27 DE MAIO DE 2021. Nº 126 - DOU – 06/07/22 - Seção 1 – p.266.

Qiang W, Qiang F, Lin L. ESTIMATION OF EFFECTIVE DOSE OF DENTAL X-RAY DEVICES. Radiat Prot Dosimetry. 2019 Jun 1;183(4):417-421. doi: 10.1093/rpd/ncy159. PMID: 30169836.



XXVIII Congresso Brasileiro de Física Médica
Salvador - BA – Brasil
05 a 08 de junho de 2024

I Shatskiy, EFFECTIVE DOSES AND RADIATION RISKS FROM COMMON DENTAL RADIOGRAPHIC, PANORAMIC AND CBCT EXAMINATIONS, Radiation Protection Dosimetry, Volume 195, Issue 3-4, October 2021, Pages 296–305,

Radiação espalhada em procedimentos radioterápicos em equinos: análises a partir do código *Monte Carlo N-Particle eXtended* (MCNPX)

Teixeira, M.E.A.¹; Accorsi, L.T.¹; Santos, W.S.²; Valença, J.V.B.¹

¹ Grupo de Física Médica Experimental e Computacional, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Brasil

² Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Monte Carmelo, Brasil
Contato: maria.teixeira@ufcspa.edu.br

Introdução: O uso de radiação ionizante, com especial destaque aos raios X, é de extrema relevância para o diagnóstico e tratamento de certas condições de saúde, quer seja em humanos ou em outros animais. No que se refere a procedimentos de radioterapia, uma das preocupações é a dose de radiação recebida por estruturas/órgãos circunvizinhos à área diretamente irradiada. Com a tendência de aumento na frequência de uso desta modalidade terapêutica em animais de diferentes portes, mapear possíveis impactos advindos da radiação espalhada se torna importante. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é verificar, utilizando o código MCNPX, a energia depositada em diferentes regiões do corpo de um equino submetido a um procedimento de radioterapia.

Materiais e Métodos: Para a elaboração do cenário simulado, um phantom de um equino com mais de 23 estruturas independentes foi utilizado, bem como feixe de radiação de 6 MV, tipicamente utilizado em procedimentos radioterápicos. O feixe foi direcionado à região da coluna cervical do animal e todas as estruturas disponíveis para análise, quer estivessem inseridas ou não no feixe primário, foram analisadas em termos da deposição de energia.

Resultados e Discussões: A simulação proporcionou a obtenção da Tabela 1, que mostra parte dos resultados obtidos. Verificou-se, como esperado, que a proximidade das estruturas em relação à região de tratamento interfere decisivamente na energia depositada.

Tabela 1: Valor obtido com a Tally F6 para 3 estruturas diferentes do animal. As incertezas associadas foram sempre menores que 2%.

Estrutura	Tally F6 (MeV/g/partícula)
Olhos	4,17E-06
Ouvidos	1,34E-05
Glândulas Salivares	1,58E-05

Conclusões: Tendo em vista a tendência de aumento no uso de radioterapia em animais distintos, se faz importante a análise da repercussão desta técnica em órgãos saudáveis que circundam a região tratada. O baixo número de trabalhos discutindo este tema, bem como a possibilidade de uso de ferramentas computacionais, torna necessário e factível estas análises.

Proteção radiológica na prática veterinária: análises baseadas no código *Monte Carlo N-Particle eXtended (MCNPX)*

Accorsi, L.T.¹; Teixeira, M.E.A.¹; Santos, W.S.²; Valença, J.V.B.¹

¹ Grupo de Física Médica Experimental e Computacional, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Brasil

² Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Monte Carmelo, Brasil
Contato: luana.accorsi@ufcspa.edu.br

Introdução: O respeito aos princípios basilares da radioproteção é tema de relevante importância em diversas aplicações, o que inclui as práticas veterinárias no âmbito do diagnóstico e/ou terapia que se utilizam de radiação ionizante. Nestes casos, por vezes se faz necessária a aquisição da imagem a partir de equipamentos móveis, implicando no envolvimento de indivíduos em posição relativamente próxima ao feixe primário. O uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) se torna, portanto, imprescindível. O objetivo deste trabalho é abordar situações de aquisição de imagem de equinos com a presença de indivíduo com e sem EPI, via simulação computacional por meio do código MCNPX, visando reforçar a importância e avaliar os detalhes do impacto destes na deposição de energia em diferentes regiões do corpo do indivíduo.

Materiais e Métodos: O código MCNPX foi utilizado na simulação de 6 cenários distintos, ao que se variou o espectro de energia utilizado (70, 80 ou 90 kVp) e a presença ou não de EPI (óculos plumbífero, avental e protetor de tireóide), num processo de imageamento de um equino. O simulador antropomórfico utilizado apresentava mais de 100 estruturas possíveis de serem analisadas em termos da deposição de dose.

Resultados e Discussões: O aumento da radiação espalhada, relacionado ao aumento da energia efetiva do espectro, foi verificado. O lado direito do fantoma, mais próximo à região de incidência dos raios X, recebeu maior deposição de dose (Figura 1), com destaque às estruturas: cristalino e pulmão.

Conclusões: Foi demonstrada a eficácia do uso dos EPIs na redução da energia depositada nos órgãos, bem como a mudança de tal deposição com uma série de parâmetros (energia efetiva do feixe e posição dos órgãos, por exemplo). O potencial educacional do MCNPX, a fim de aumentar a conscientização do público envolvido na medicina veterinária sobre aspectos da radioproteção, também é destacado.

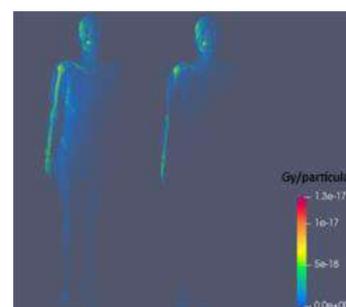


Figura 1: Ilustração da deposição de energia no phantom sem (esquerda) e com (direita) EPIs para um feixe obtido com 90 kVp.

Caracterização dosimétrica de compósitos de $\text{CaSO}_4:\text{Tm},\text{Li}$ produzidos por meio da rota de evaporação lenta

Goes, L. F.¹; Caldas, L. V. E.²; Junot, D. O.¹

¹Instituto de Física Armando Dias Tavares – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

²Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Comissão Nacional de Energia Nuclear

Contato: leogoes25@hotmail.com

Introdução: Técnicas luminescentes como a termoluminescência (TL) e a luminescência opticamente estimulada (OSL) são amplamente utilizadas na dosimetria das radiações ionizantes. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização dosimétrica de compósitos de $\text{CaSO}_4:\text{Tm},\text{Li}$ através dessas técnicas, a fim de empregá-los como dosímetros luminescentes.

Materiais e Métodos: Os cristais de $\text{CaSO}_4:\text{Tm},\text{Li}$ foram produzidos por meio da rota de evaporação. A caracterização estrutural dos cristais foi realizada pela difratometria de raios X (DRX), e a caracterização óptica e dosimétrica foi realizada na Leitora TL/OSL RISø (modelo DA-20), acoplando-se uma fibra óptica e espectrômetro da Ocean Optics.

Resultados e Discussões: O DRX das amostras apresentou picos correspondentes à estrutura cristalina da anidrita com simetria ortorrômbica. A curva TL das amostras produzidas apresentou picos de menor intensidade centrados às temperaturas de 120 °C e 160 °C e um pico cerca de 3 x mais intenso centrado em 275 °C. O espectro de emissão TL apresentou picos em 455 nm, 348 nm, 355 nm, 482 nm e 788 nm, confirmando a incorporação do Tm na matriz. A técnica de TmxTstop foi empregada a fim de se conhecer a composição dos picos. As amostras apresentaram sinal OSL característico, com decaimento exponencial e predominância de componente lenta de decaimento (tempo de vida de aproximadamente 89 s). As amostras apresentaram sinais TL/OSL reproduzíveis e lineares dentro da faixa de dose empregada (0,81 Gy a 10 Gy). Análises de desvanecimento mostraram um decréscimo de 18% do sinal TL após 1 mês da data de irradiação.

Conclusões: A rota de evaporação lenta apresentou-se simples e viável para a produção de cristais de $\text{CaSO}_4:\text{Tm},\text{Li}$. Acredita-se que o lítio esteja atuando como um centro de captura e transferindo energia para o centro luminescente próximo. As amostras apresentam potencial para uso como dosímetros luminescentes.

Radiometric Surveying in IMRT/VMAT Radiotherapy Bunkers.

Santini, E^{1,2}; Oliveira, R¹; Couto, N¹; Salata, C¹; Leal, P¹; Teixeira, F¹; Joana, G¹

¹ CNEN/DRS/CGMI ² CBPF

Contato: sergio.santini@cnen.gov.br

Introdução: We compare two methods for radiometric surveying in IMRT radiotherapy bunkers. It has been necessary to consider the increased leakage component that has an important impact on the secondary walls. The first method considers that the "time of beam - on" affects the sum of the two components, leakage and scattered. In the second method it is considered that only the leakage component is affected by this extended "time of beam - on". We perform measurements and compare the results.

Materiais e Métodos: We deduce the new equation from the Shielding calculation theory

$$\begin{aligned} R &= \{(L - L_{BG}) t_L + (L_T - L) U t_{bo}\} T && \text{"new method"} \\ R' &= \{(L - L_{BG}) U t_L + (L_T - L) U t_L\} T && \text{"old method"} \end{aligned}$$

Resultados e Discussões: We show that for secondary walls with $U = 1$ the first method overestimates dose rates by important percentages and for secondary walls with $U < 1$ it can both overestimate or underestimate the dose rates, depending on the parameters of the project. It is possible to adopt an optimized procedure, according to the use factor (U) of the secondary wall to be measured.

Conclusões: An optimized procedure is proposed: in the case of "pure" secondary walls ($U = 1$) measure first with the old method and, at hot points, discard it and use the new method; in the case of secondary walls with $U < 1$ only the new method must be used.

Referências bibliográficas

Santini E.S, et al: On methods for radiometric surveying in radiotherapy bunkers.

2024 Biomed. Phys. Eng. Express 10 035001

Avaliação dos serviços acreditados do Laboratório de Ciências Radiológicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro na perspectiva dos usuários

Magalhães, S. R. R.¹; Leite, L. S.²; Alves, C. F. E.¹; Leite, S. P.¹

¹Departamento de Ciências Radiológicas – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

²Mestrado Profissional em Avaliação – Faculdade Cesgranrio

Contato: sheila.regina.magalhaes@gmail.com

Introdução: Este estudo avaliativo, desenvolvido como dissertação do mestrado em avaliação junto à Faculdade Cesgranrio, teve como foco o Laboratório de Ciências Radiológicas (LCR) da UERJ, que completou 30 anos de existência e realiza serviços de calibração em conformidade com as normas de proteção radiológica vigentes. A qualidade e confiabilidade desses serviços são aspectos fundamentais para a segurança dos pacientes, trabalhadores e público em geral. A atividade avaliativa é indispensável para guiar qualquer instituição que busque a melhoria dos seus processos, serviços e/ou produtos. Em atenção ao item 8.6.2 da norma ABNT 17025, este estudo teve como objetivo avaliar a percepção dos usuários sobre os serviços de calibração oferecidos pelo LCR/UERJ.

Materiais e Métodos: A metodologia incluiu entrevistas exploratórias semiestruturadas, análise documental e aplicação de questionário. Foram utilizados dois roteiros de entrevista, um para colaboradores do laboratório e outro para usuários, além de um questionário de 32 questões divididas em cinco seções. A seção sobre os serviços acreditados foi estruturada com 6 categorias extraídas das entrevistas (Atendimento, Relacionamento com o usuário, Prazo de execução do serviço, Confiabilidade no serviço, Apresentação dos resultados e preço dos serviços) e 18 indicadores. Utilizou-se a escala tipo Likert de cinco pontos, variando de 'Muito Insatisfeito' a 'Muito Satisfeito', e a última seção foi composta de três perguntas abertas para conhecer as demandas de serviços, treinamentos e sugestões. A análise dos dados baseou-se na moda e em critérios de julgamento, considerando o contexto do estudo, as respostas dos entrevistados e a quantidade de respostas positivas (somatório das respostas satisfeito e muito satisfeito).

Resultados e Discussões: Dos 733 usuários com cadastro ativo no LCR, 130 concordaram em participar do estudo, sendo a maioria das empresas das áreas da saúde e da indústria, localizadas na região sudeste. Os resultados revelaram que os serviços de calibração prestados pelo Laboratório obtiveram como resultado final a satisfação total, pois dos 18 indicadores, 17 apresentaram o quantitativo de respostas positivas acima do número estabelecido no critério de julgamento. A confiabilidade nos serviços e a apresentação dos resultados foram as categorias com maior índice de respostas positivas.

Conclusões: Os serviços de calibração do LCR/UERJ avaliados atenderam às expectativas dos usuários, refletindo-se na satisfação total e recomendação dos serviços a outros usuários. A confiança na marca garante a fidelização dos usuários. Foram sugeridos, entre outros, incrementar a implantação de novos serviços como calibração de monitores de nêutrons, oferta de cursos e treinamentos. A autora recomendou manter a continuidade do processo de avaliação dos serviços do LCR/UERJ, a fim de permitir o seu aperfeiçoamento contínuo.

Estudo da dose-resposta de um dispositivo multieletrodo de diamante

Cotrim, Luiza; Nicolucci, Patrícia

Departamento de Física – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto -
Universidade de São Paulo

Contato: luh.cotrim@usp.br

Introdução: Arranjos de microeletrodos (MEA, do inglês *MultiElectrode Array*) têm sido estudados em pesquisas de processos celulares radioinduzidos (Picollo *et al*, 2020). Em aplicações em radiobiologia, esses arranjos também podem ser utilizados como dosímetros. O objetivo deste trabalho foi estudar a resposta de um MEA em função da dose de radiação.

Materiais e Métodos: O MEA estudado é composto por 16 microeletrodos de diamante posicionados em um poço para cultura de células. O sinal do MEA é dado como a corrente coletada em função do tempo, com intervalo de aquisição de 0,25 ms. Para cada exposição, a resposta do MEA é dada como a integral sob a curva do sinal (carga em função do tempo). A curva de dose-resposta foi obtida para feixe de raios X de 160 kVp (HVL de 5 mmAl), para doses de até 22 Gy. Durante as irradiações, o poço de cultura celular foi preenchido com 2 mL de meio de cultura (DIMEN). A resposta do dispositivo para cada dose foi dada como a média do sinal dos seus eletrodos.

Resultados e Discussões: O dispositivo MEA estudado apresentou um ruído da ordem de 0,01 pC. Notou-se uma grande variação de resposta entre os eletrodos para uma mesma irradiação, com respostas entre os eletrodos variando em até 10 vezes. Entretanto, tomando-se a resposta média entre os eletrodos como representativa da resposta do dispositivo, para o intervalo de doses estudado, o dispositivo mostrou resposta linear em função da dose de radiação, com ajuste com $r^2 = 1$ e sensibilidade de 1,17 $\mu\text{C}/\text{Gy}$, dada como o coeficiente angular do ajuste linear.

Conclusões: O dispositivo MEA estudado mostrou resposta linear com a dose de radiação, apresentando potencialidade para uso como dosímetro em estudos em radiobiologia.

Referência bibliográfica

PICOLLO, F.; *et al*: Triggering neurotransmitters secretion from single cells by x-ray nanobeam irradiation. *Nanoletters* 2020, 20, 3889-3894. doi: 10.1021/acs.nanolett.0c01046

Análise Comparativa de Simuladores de Qualidade para Equipamentos de Ultrassom

Pelegrini, F.¹; Hirata, T.¹; Grechi, B.¹

¹Rad Dimenstein e Associados.

Contato: frpelegrini29@gmail.com

Introdução: A avaliação dos padrões de qualidade para equipamentos de ultrassom diagnóstico foi estabelecida nacionalmente a partir da publicação ANVISA RDC611- IN96¹. Tendo em vista essa demanda, simuladores de padrões de qualidade de diferentes fabricantes têm sido comercializados através de fornecedores internacionais. O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma intercomparação a fim de investigar o aspecto de degradação que possa estar intrínseco ao uso destes simuladores trazendo grande impacto a confiabilidade nos métodos de avaliação na prática de testes de qualidade.

Materiais e Métodos: Dois simuladores *multipurpose* de mesmo fabricante e modelo, adquiridos com um ano de diferença, foram avaliados no critério de acurácia da velocidade no modo doppler em um equipamento de ultrassom diagnóstico com uma sonda linear. De forma a garantir as mesmas condições de aquisição, *presets* e ajustes de imagens, os dados coletados foram feitos em uma mesma data.

Resultados e Discussões: As análises para acurácia da velocidade entre 50,8 e 101,9 cm/s apresentaram uma discrepância em relação ao valor nominal de 22,08% e 0,2% sendo a maior variação respectiva ao simulador mais antigo. Os desvios máximos apontados nos certificados de fábrica não ultrapassam 5%. Os resultados sugerem uma descalibração na bomba de fluxo, porém o fabricante² não estabelece limites de tolerância para o teste nem para manutenção do sistema e a IN96 descreve esta avaliação como estabelecida pelo fabricante do simulador.

Conclusões: Ainda que avaliação de testes em equipamentos de ultrassom seja nova no cenário brasileiro, torna-se de extrema relevância a informação sobre a degradação e/ou resultados aceitáveis sobre as condições intercomparativas com simuladores internacionais.

Referências Bibliográficas

- 1- ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução Normativa RDC Nº 611, de 27 maio de 2021. Disponível em:< www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 08 de abril de 2024.
- 2- SUN NUCLEAR. Manual Doppler Flow Phantom Model 1425B. EUA, 2021, 50 páginas.

Solução Python para extração de informações de imagens DICOM

França, M. C. C.¹; Souza, R. A.¹; Daud, A. P.¹; Rocha, R. V. S.¹; Medeiros, R. B.^{1,2}; Freitas, M. B.^{1,3}

¹Programa de Residência em Área Profissional de Física Médica – UNIFESP

²Pós-Graduação em Cardiologia da Escola Paulista de Medicina – UNIFESP

³Departamento de Biofísica da Escola Paulista de Medicina – UNIFESP

Contato: m.franca17@unifesp.br

Introdução: A extração de informações a partir dos metadados das imagens DICOM configura-se num desafio para realizar o monitoramento dos indicadores de dose e dos parâmetros de exposição praticados nos serviços de radiologia diagnóstica e intervencionista. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi apresentar uma solução desenvolvida na linguagem Python para extração dos metadados das imagens DICOM, comparando os resultados obtidos com outra ferramenta de extração automatizada das informações dos relatórios estruturados de dose.

Materiais e Métodos: Um script foi escrito na linguagem Python para permitir a análise das informações relevantes ao monitoramento dos indicadores de dose e parâmetros de exposição, utilizando-se, dentre outras, a biblioteca *pydicom*. O script foi utilizado para extrair informações das imagens de equipamentos de tomografia computadorizada (TC) de diferentes fabricantes (Siemens, GE e Philips). No total, foram obtidas informações relevantes de aproximadamente 500 imagens DICOM. Os dados foram armazenados para comparação com as informações fornecidas nos relatórios estruturados de dose obtidos com o software OpenREM.

Resultados e Discussões: Os valores de CTDI e os parâmetros de exposição praticados nos exames de TC foram extraídos com o script desenvolvido. Estas informações foram compatíveis com as informações extraídas dos relatórios estruturados de dose obtidos pelo software OpenREM, mas com menor custo computacional (programação e manipulação dos dados) para sua implementação e maior versatilidade no número de metadados extraídos.

Conclusões: O script desenvolvido na linguagem Python utilizando a biblioteca *pydicom* mostrou-se uma ferramenta viável para o monitoramento dos indicadores de dose e parâmetros de exposição, de fácil implementação, com resultados semelhantes aos obtidos com software OpenREM.

Comparativo da DgN entre os códigos de Monte Carlo PENELOPE MC e MCNPx

Miranda, G.¹; Camargo, A.²; Santos, J.¹

¹ Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

² COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Contato: gabrielqmiranda@gmail.com

Introdução: Este trabalho tem como objetivo fazer a comparação da Dose Glandular Normalizada (DgN) em diferentes composições de mama disponíveis na literatura utilizando diferentes códigos de Monte Carlo.

Materiais e Métodos: Foram utilizados como base 7 artigos nos quais se disponibilizava a composição mamária utilizada, considerando como referência para as comparações a composição e o fator de conversão g, necessário para o cálculo da DgN, encontradas por Dance¹. Utilizaram-se os códigos de Monte Carlo MCNPx e PENELOPE/PenEasy para a comparação de resultados de g.

Resultados e Discussões: Ao se comparar os valores do fator g obtidos pelos diferentes códigos para diversas espessuras de mama, foi observado que os códigos geraram resultados com diferenças significativas entre si, variando entre 0,25% a 18%. Os valores de g calculados pelo MCNPx são mais próximos dos valores adotados como referência do que os valores do Penelope, como pode ser observado na Figura 1.

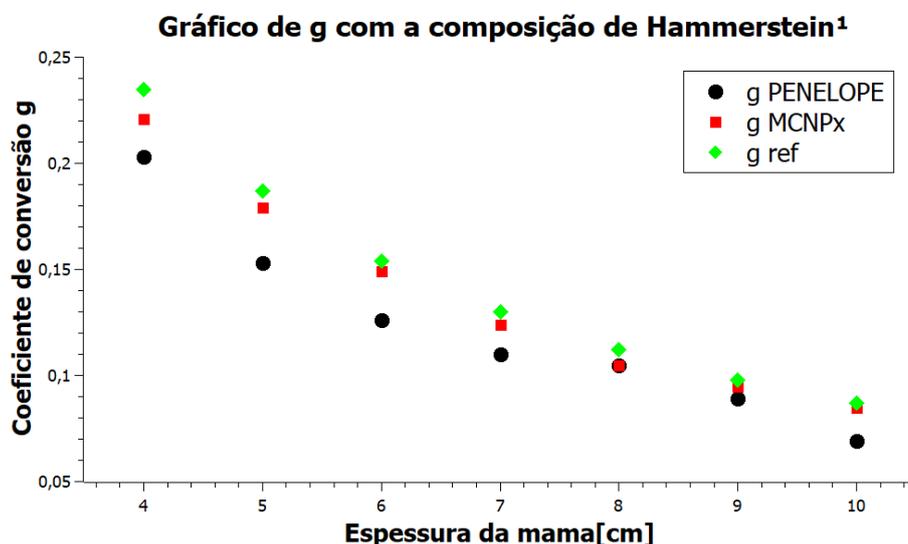


Figura 1: Valores do fator g para diferentes espessuras de mama.

Conclusões: Concluímos que, dependendo do código de Monte Carlo utilizado, as simulações de dosimetria em mamografia podem apresentar valores diferentes.

Referências bibliográficas

1. DANCE, D. R. Monte-Carlo calculation of conversion factors for the estimation of mean glandular breast dose. Physics in Medicine & Biology, v. 35, n. 9, p. 1211, 1990.

Análise de Modulation Transfer Function de Cone Beam Computed Tomography odontológico para avaliação da qualidade da resolução de imagem tridimensional

Weber, R.¹; Candolo, M. ¹

1 Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento – Alliage Technology

Contato: raissa.weber@alliage-tech.com

Introdução: O avanço da Radiologia e Imaginologia odontológica tem proporcionado melhorias nos diagnósticos, principalmente quando a qualidade da imagem é um fator contribuinte para este fim. O estudo tem como objetivo medir e calcular a Modulation Transfer Function (MTF) de Cone Beam Computed Tomography (CBCT) para definir o padrão de qualidade da resolução da imagem tridimensional (3D).

Materiais e Métodos: Com um phantom DVT 161 da Pehamed de diâmetro de 16 cm, foram realizadas imagens dos CBCTs odontológicos Eagle 0.2FS e Eagle Edge da Dabi Atlante, Giano HR e VGi Evo da Newtom, Axeos da Sirona e OP3D da Dexis. Para cada imagem, foi medida e calculada a resolução em lp/mm para MTF em 10%.

Resultados e Discussões: Resolução entre 1,9 a 3,7 lp/mm, com média de 2,7 lp/mm e desvio padrão de 0,44 lp/mm. Os CBCTs acima da média foram Eagle 0.2FS e Giano HR, 37% e 7%, respectivamente. Considerando o desvio padrão, Axeos e Eagle Edge foram considerados dentro da média. OP3D foi considerado abaixo da média em 30%.

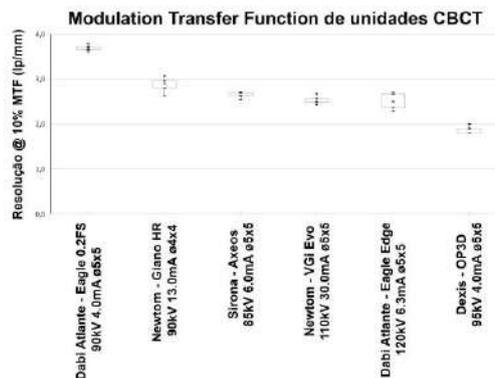


Figura 1. MTF de equipamentos CBCT odontológicos

Conclusões: Utilizando tensão de pico e corrente anódica adequados para diminuir a dose, ainda há possibilidade de um CBCT ter alta qualidade de resolução de imagem 3D utilizando outros métodos, como melhorias no sensor e adicionando filtros de ruído. O CBCT que melhor apresentou resposta a partir da análise de MTF, tensão de pico e corrente anódica foi o Eagle 0.2FS da Dabi Atlante.

Construção e implementação de um simulador para controle de qualidade remoto em exames de radiografia

REIS, M.B.¹; ESTÁCIO, M.C.A¹; BATISTA, K.F.¹; LIMA, J.R.C¹

Hospital Universitário (EBSERH) – Universidade Federal de Sergipe¹

Contato: matheusbastosfm@gmail.com

Introdução: O uso de softwares analisadores de imagem pode trazer benefícios para a área do radiodiagnóstico principalmente por obter resultados objetivos, sem a dependência da análise subjetiva do ser humano. A publicação da AIEA nº 39 traz essa possibilidade e ainda o passo a passo de como construir um dispositivo de baixo custo, de maneira simples, tornando possível o acompanhamento de alguns parâmetros relacionados a qualidade da imagem ao longo do tempo.

Materiais e Métodos: Seguindo a orientação da publicação, foi construído um dispositivo com uma placa de PMMA com espessura de 0,5 cm e dimensão de 28 cm x 28 cm; fixada uma placa de cobre com espessura de 0,2 cm e dimensão de 5 cm x 5 cm e uma placa de alumínio com espessura de 0,2 cm e dimensão de 1 cm x 1 cm. As imagens estão sendo adquiridas em 2 raios X fixos e 2 portáteis com processamento em radiografia computadorizada (CR). A análise dos dados foi feita com o software (ATIA) disponibilizado pela mesma publicação.

Resultados e Discussões: Foi obtido êxito na implementação do simulador e alguns resultados podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1: A tabela apresenta a média dos valores da Razão Sinal Ruído (SNR); a média dos valores da Função de Transferência de Modulação (MTF) (ln/mm) no eixo horizontal (h) e no eixo vertical (v)

Equipamentos	SNR	MTF 50% h	MTF 20% h	MTF 10% h	MTF 50% v	MTF 20% v	MTF 10% v
Compacto Plus	24,77	1,03	2,04	2,69	0,97	1,95	2,62
AXIOM Iconos MD	49,05	1,20	2,45	3,34	1,16	2,24	3,05
Aquila Plus 300	47,90	1,25	2,42	3,36	1,16	2,25	3,13
Aquila Plus 300	47,21	1,24	2,45	3,23	1,16	2,26	3,04

Fonte: O autor

Conclusões: Através da construção e implementação deste simulador na rotina do serviço de diagnóstico de um hospital, constatou-se que é possível implementar em qualquer serviço que disponha de equipamento de raios X. Com isso, o físico médico especialista em radiodiagnóstico pode acompanhar à distância.

Análise comparativa das medidas de linearidade da resposta do detector realizada com diferentes materiais atenuadores na saída do feixe

Marques, M.S.¹; Almeida, C.D.²;

Departamento de Física Médica – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Divisão de Física Médica – Instituto de Radioproteção e Dosimetria

Contato: mthsmarques98@gmail.com

Introdução: No cálculo da otimização dos sistemas digitais de mamografia os parâmetros mais importantes são a linearidade de resposta do detector, a Razão Contraste Ruído (CNR) e a Dose Glandular Média na mama (DGM) [1]. A Linearidade de resposta do detector é a primeira avaliação a ser realizada [1] e existem protocolos com algumas diferenças para esta medição. Este trabalho tem objetivo de comparar os resultados das curvas de resposta do detector usando diferentes metodologias de medidas [2,3] e avaliar se os resultados influenciam na determinação da Razão Contraste Ruído (CNR).

Materiais e Métodos: O estudo utilizou um mamógrafo MAMMOMAT 1000, uma placa de imagem AGFA CR MM 3.0 e o digitalizador AGFA CR 35-X. A resposta do detector foi medida seguindo dois protocolos [2,3]. Foram utilizados três tipos de materiais atenuadores colocados na saída do feixe: sendo um com 45 mm de polimetilmetacrilato (PMMA) e dois tipos de lâminas de alumínio com 2 mm de espessura cada, um tipo comercial e outro com 99% de pureza. As imagens RAW, foram obtidas com 28 kV/Mo/Mo variando o mAs para valores de Kerma de entrada, medidos com um detector UNFOR, dentro da faixa de 10 a 1000 μGy . Em cada imagem foram obtidos os Valores Médio de Pixel (VMP) e de desvio padrão (DP) e construídas as curvas de resposta do detector. A CNR medida para cada espessura de mama foi calculada a partir dos coeficientes a e b fornecidos pelas curvas obtidas com cada material atenuador.

Resultados e Discussões: Foram traçadas as curvas de resposta do detector para cada um dos materiais e obtidos os coeficientes angulares (a), lineares (b) e de determinação (R^2) mostrados na Tabela 1. Os valores de a e b foram usados para linearizar o VMP e DP e então empregados no cálculo da CNR para os três diferentes materiais atenuadores.

Conclusões: Foi observado que apesar de numericamente diferentes, os coeficientes a e b não influenciaram nos cálculos da CNR. O material atenuador usado na medida de linearidade de resposta do detector não altera o resultado final da CNR em toda a faixa de espessura de mama equivalente.

Tabela 1- coeficientes obtidos através da curva de resposta do detector

Material Atenuador	a	b	R^2
PMMA	4252,3	-6115,0	0,999
Al. comercial	4406,6	-7149,6	0,999
Al, 99%	4389,0	-7049,5	0,999

1. Almeida C.D. Otimização da dose glandular média na mama e da qualidade da imagem nos sistemas de mamografia digital. Tese de doutorado, UFRJ. 2014.

2. Euref. Type testing protocol, version 1.2. 2011.

3.NHSBSP. Commissioning and routine testing of full field digital mammography systems. 2009.

Comparação da dose glandular média em exames de mamografia nas modalidades 2D e 3D

Oliveira, A. C. M.¹; Guerra, N. O. M.²; Oliveira, S. R.³

¹Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Hospital São Vicente de Paulo

³Fundação Oswaldo Cruz

Contato: anaclaram@gradu.if.ufrj.br

Introdução: Como forma de auxiliar no diagnóstico de câncer de mama, desenvolveu-se na mamografia a técnica tridimensional (3D). Sabe-se que a quantidade de dose entregue em um exame de imagem é um fator importante para a proteção radiológica, portanto, o objetivo geral deste trabalho é comparar a Dose Glandular Média (DGM) entregue em exames de mamografia nas diferentes modalidades: 2D e 3D.

Materiais e Métodos: Foi utilizado um equipamento de mamografia, modelo Senographe Pristina[®], da marca GE Healthcare[™], para adquirir valores de DGM nas modalidades 2D e 3D, isoladas e em conjunto (2D, 3D e 2D+3D). Como objeto padrão foi utilizado o fantoma Mammo 156, sendo comprimido com uma força de compressão de 10 daN. Utilizou-se a técnica automática, modo AOP STD, com a combinação alvo/filtro Rh/Ag e incidência craniocaudal (CC), começando pela lateralidade esquerda (LCC).

Resultados e Discussões: Os resultados apresentados na tabela 1 sugerem que há uma equivalência na entrega de dose ao tecido glandular entre as diferentes técnicas. Posteriormente, serão feitas análises para verificar tal equivalência.

Tabela 1: Parâmetros de exposição e valores de DGM e kerma de entrada (ESE).

	2D		3D		2D+3D			
	LCC	RCC	LCC	RCC	2D		3D	
					LCC	RCC	LCC	RCC
Tensão (kVp)	34	34	34	34	34	34	34	34
Carga elétrica (mAs)	25,9	26,5	26,1	26,9	26,4	26,4	26,3	26,3
ESE (mGy)	3,63	3,70	3,68	3,68	3,68	3,68	3,42	3,42
DGM (mGy)	1,21	1,25	1,21	1,20	1,24	1,24	1,11	1,12

Conclusões: Os resultados fornecem uma estimativa inicial de dose para as modalidades 2D e 3D. Mais medidas são necessárias, fazendo parte de uma próxima etapa deste estudo, de forma a poder realizar uma análise com maior fidedignidade entre cada modalidade.

Desenvolvimento de um *plugin* no ImageJ para cálculo automatizado dos novos indicadores de dose (SSDE) em tomografia computadorizada

Gagetti, F.L.¹; Souza, P.H.O.¹; França, M.C.C.¹; Souza, R.A.¹; Medeiros, R.B.^{1,2}; Freitas, M.B.^{1,3}

¹Programa de Residência em Área Profissional de Física Médica – UNIFESP

²Pós-Graduação em Cardiologia da Escola Paulista de Medicina – UNIFESP

³Departamento de Biofísica da Escola Paulista de Medicina – UNIFESP

Contato: fabio.gagetti@unifesp.br

Introdução: Os novos indicadores de dose em Tomografia Computadorizada (TC), denominados *Size-Specific Dose Estimates* (SSDE) são estimativas da dose de radiação recebida pelo paciente que levam em consideração o tamanho e atenuação da região do corpo examinada. Estes indicadores ainda não foram totalmente incorporados nos equipamentos de TC, ou nos relatórios de dose fornecidos. Neste trabalho foi desenvolvido um *plugin* no software ImageJ para cálculo automatizado dos valores de SSDE, a partir das imagens tomográficas.

Materiais e Métodos: Um *plugin* (extensão) para o software ImageJ foi desenvolvido para o cálculo automatizado do SSDE considerando o diâmetro efetivo (D_{eff}) e o diâmetro equivalente de água (D_w) determinados a partir de parâmetros obtidos das imagens DICOM. O *plugin* permite também a análise de imagens individuais ou diretórios de imagens, com grandes amostras.

Resultados e Discussões:

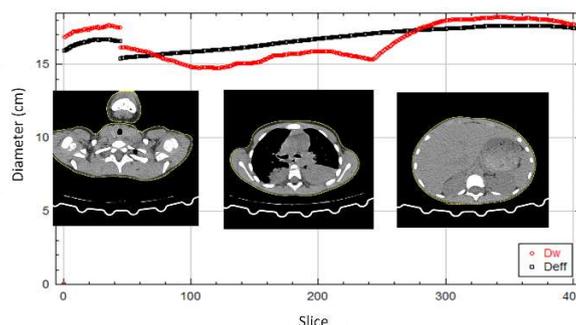


Figura 1: Resultados do diâmetro equivalente de água (D_w) e do diâmetro efetivo (D_{eff}) obtidos com o *plugin* desenvolvido para cálculo automatizado dos valores de SSDE.

Conclusões: O *plugin* desenvolvido no software ImageJ permitiu a determinação dos valores de SSDE de forma automatizada e rápida para uma grande quantidade de imagens tomográficas, contribuindo para a implementação prática dos novos indicadores de dose em tomografia computadorizada.

Phantom cerebral para avaliar o desempenho de sistema de imagem por ressonância magnética

Gomes, H.¹; Vieira, S.¹; Assunção, M.²

¹ Instituto de Física – Universidade Federal de Goiás

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação (PPGEEC/EMC/UFG)

Contato: hyalen123@gmail.com

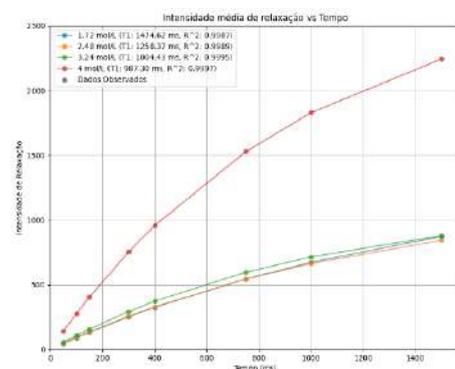
Introdução: Os phantoms são cruciais para o controle de qualidade de equipamentos biomédicos e para o avanço de técnicas de imagem médica. Este estudo investiga o comportamento dos tempos de relaxação T1 em phantoms cerebrais contendo Sulfato de Cobre II e agarose, simulando tecidos cerebrais em ressonância magnética de 1,5 Tesla.

Materiais e Métodos: As amostras foram preparadas com agarose em pó para modificar T2 e sulfato de cobre II para modificar T1, ajustando os tempos de relaxação variando as concentrações. Distribuídas em tubos identificados, as amostras foram imersas em solução salina para evitar suscetibilidade do ar e alcançar equilíbrio térmico antes da aquisição das imagens em um tomógrafo de ressonância magnética de 1,5 Tesla, usando o método spin-eco.

Resultados e Discussões: O comportamento do T1 diminui quando aumenta a concentração, mostrado na Figura 1. Todas as curvas fitaram com a equação esperada, com $R^2=0.99$. Na Tabela 1 são mostrados valores de referência presentes na literatura, utilizados para os devidos ajustes experimentais.

Tabela 1. Tempos de relaxação T1 e T2 aproximados para diversos tecidos do corpo humano a 1,5 T

Tecido	T1 (ms)	T2 (ms)
Substância branca	790	90
Substância cinzenta	920	100
Líquido cefalo-raquidiano (liquor)	4000	2000
Sangue (arterial)	1200	50
Parênquima hepático	490	40
Miocárdio	870	60
Músculo	870	50
Lípidios (gordura)	260	80



Conclusão: Os resultados preliminares sugerem bom comportamento das curvas de interesse, trazendo perspectivas futuras de aplicações.

Avaliação Preliminar de Pacientes submetidos a múltiplos procedimentos de Tomografia Computadorizada e Hemodinâmica em um Hospital Universitário

Amorim, P.¹; Tavares, E.²; Jornada, T.³, Souza, D.², Caldas, L.¹

¹Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo

²Departamento de Física – Universidade Federal de Sergipe

³Hospital das Clínicas – Universidade Federal de Pernambuco

Contato: priscilastamorim@usp.br

Introdução: Os métodos de imagem que empregam radiação ionizante estão cada vez mais presentes na prática clínica, o que inevitavelmente implica em um aumento no número de pessoas expostas às radiações. Com essa crescente demanda, surge a necessidade de considerar não apenas a exposição individual em um único exame, mas também o potencial cumulativo dos efeitos das radiações ao longo da vida de um paciente. O objetivo deste trabalho é quantificar e analisar procedimentos cumulativos em um setor de diagnóstico por imagem de um hospital da rede pública de saúde.

Materiais e Métodos: Foi feita uma análise de dados provenientes do PACS do hospital, no período de 2022 a 2024. Em um processo de seleção aleatória de 10 pacientes, foram coletadas informações relacionadas a exames de tomografia computadorizada e hemodinâmica. As grandezas dosimétricas avaliadas foram as identificadas no relatório de dose dos procedimentos radiológicos, incluindo o $CTDI_{vol}$ e o Kerma (K) no ponto de referência de entrada no paciente.

Resultados e Discussões: A partir dos dados coletados dos 10 pacientes (Tabela 1), observou-se que 80% dos pacientes foram submetidos a ao menos mais um exame radiológico durante o período analisado. Isso ressalta a importância de estar atento ao acúmulo de doses de radiação, pois além dos exames de TC, muitos pacientes também são submetidos a procedimentos de hemodinâmica, os quais implicam em exposições consideravelmente altas de radiação. Essa acumulação de doses ao longo do tempo aumenta a probabilidade de os pacientes serem afetados por efeitos estocásticos ao longo da vida.

Pacientes	2022					2023					2024	
	TC		Hemo			TC		Hemo			TC	Hemo
	Nº	CTDI _{vol} (mGy)	Nº	K (mGy)	Nº	CTDI _{vol} (mGy)	Nº	K (mGy)	Nº	CTDI _{vol} (mGy)	Nº	K (mGy)
A	2	5,2 5,5	-	-	1	5,7	-	-	1	28,3	-	-
B	-	-	2	562,8 2113,0	-	-	1	56,8	-	-	-	-
C	-	-	1	4113,0	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	1	17,1	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-	2	9,1 7,4	1	86,4
F	-	-	2	494,9 2043,0	-	-	-	-	-	-	-	-
G	1	7,3	-	-	1	21,7	-	-	1	18,8	-	-
H	-	-	2	2277,0 3309,0	-	-	1	1623,0	-	-	-	-
I	-	-	-	-	1	8,6	-	-	-	-	2	1011,0 1388,0
J	2	9,0 6,7	-	-	1	11,1	-	-	-	-	-	-

Conclusões: Esses dados destacam a importância do mapeamento de todos os pacientes submetidos a exames radiográficos, para garantir um menor número de exames cumulativos nos pacientes evitando que sejam afetados por efeitos estocásticos ao longo da vida. Além disso, evidenciam a necessidade de uma averiguação cuidadosa e da adoção de políticas de otimização dos procedimentos analisados e proteção radiológica.

Referências bibliográficas

MARTIN, Colin J.; BARNARD, Michael. How much should we be concerned about cumulative effective doses in medical imaging? **Journal of Radiological Protection**, v. 42, n. 1, p. 011514, 2022.

VANO, Eliseo. Challenges for managing the cumulative effective dose for patients. **The British Journal of Radiology**, v. 93, n. 1116, p. 20200814, 2020.

Avaliação de materiais tecido-equivalentes para fabricação de objetos simuladores antropomórficos de mama: estudo por simulação Monte Carlo

Boiset G. R.¹; Moratta R.¹; Yoshimura E. M.¹; Tomal, A.²; Costa P. R.¹

¹Departamento de Física Nuclear - Instituto de Física, Universidade de São Paulo

²Instituto de Física “Gleb Wataghin” - Universidade Estadual de Campinas,

Contato: gisell@if.usp.br

Introdução: Objetos simuladores antropomórficos de mama (*phantoms*) são ferramentas indispensáveis para controle de qualidade, otimização de protocolos e desenvolvimento de novas técnicas de imagem. Este estudo avaliou, por meio de simulação Monte Carlo (MC), a viabilidade de materiais de impressão 3D combinados com materiais à base de resina epóxi para produção de *phantoms* físicos para mamografia e tomossíntese digital de mama.

Materiais e Métodos: O simulador computacional de mama foi criado com o *software* VICTRE, desenvolvido pela *Food and Drug Administration* dos EUA. A imagem obtida foi segmentada em tecido adiposo, glandular e pele. Três *phantoms* computacionais foram gerados com base nas imagens segmentadas: um com a composição elementar dos tecidos mamários reais e dois com materiais de impressão 3D (TPU e Flex 80A) e a base de resina epóxi como substitutos dos tecidos reais. As simulações foram realizadas na plataforma GATE/*Geant4*, usando um código previamente validado. A comparação das imagens mamográficas simuladas foi realizada por meio da comparação de perfis de linhas obtidas das imagens planares geradas, bem como por meio de avaliação visual.

Resultados e Discussões: As imagens simuladas das mamas mostraram que os tecidos adiposo, glandular e pele apareceram de forma realista na imagem dos modelos com materiais substitutos. Os perfis de linha obtidos das imagens mostraram uma diferença relativa inferior a 10% entre os modelos simulados com tecidos reais e os com materiais de impressão 3D. A imagem do modelo simulado com tecidos mamários apresentou valores de cinza ligeiramente inferiores aos das outras imagens, mas os padrões dos perfis são semelhantes.

Conclusões: Os resultados mostraram que o uso de materiais de impressão 3D como TPU e Flex 80A em combinação com materiais à base de resina epóxi representam as características de absorção dos tecidos mamários e são apropriados para o desenvolvimento de modelos antropomórficos de mama.

Cálculo de blindagem: A LAFISMED na sinergia entre o Físico Médico e o Engenheiro Civil

Lopes-Oliveira, H.¹; Paranaíba, Caio.¹; Filipe-Rodrigues, A.³. Gerber-Junior, Walmoli.²; Itikawa, E.N.¹

¹ Instituto de Física – Universidade Federal de Goiás

² BrasilRad- Santa Catarina

³Escola de Engenharia Civil e Ambiental- Universidade Federal de Goiás

Contato: heloisylopes14@gmail.com

Introdução: O cálculo de blindagem é crucial na construção de salas para equipamentos médicos, como parte do processo de garantir a segurança e eficácia dos procedimentos realizados. Este estudo explorou a interação entre engenheiros civis e físicos médicos nesse contexto, destacando a colaboração necessária para garantir a conformidade com os requisitos de segurança e pré-instalação dos fabricantes.

Materiais e Métodos: Uma palestra remota foi elaborada envolvendo a participação de um físico médico experiente, (BrasilRad e VP da Acate), através do canal de YouTube da LAFISMED. A divulgação foi feita principalmente pelo Instagram, gerando um alcance significativo e atraindo 197 participantes no evento. Os materiais gerados incluíram posts no Instagram, vídeo no YouTube, apresentação oral e debates durante a palestra.

Resultados e Discussões: A palestra remota atraiu uma audiência considerável e promoveu a conscientização da importância do cálculo de blindagem correto e otimizado, e a interação entre físicos médicos e engenheiros civis no cenário clínico e hospitalar. Além disso, esta ação promoveu o reconhecimento da LAFISMED, tanto entre profissionais das áreas relacionadas quanto entre o público em geral.

Conclusões: A colaboração entre engenheiros civis e físicos médicos desempenha um papel fundamental no cálculo de blindagem para salas de equipamentos médicos. Esta ação demonstrou eficácia na disseminação de conhecimentos relacionados além de promover a visibilidade da LAFISMED nas engenharias. Essa interação viabiliza um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente para a instalação de equipamentos médicos, beneficiando a comunidade médica e seus pacientes.

Segmentação pulmonar utilizando inteligência artificial

Paranaíba, Caio.¹; Custódio, Guilherme.²; Rodrigues, Ana.³; Itikawa, Emerson.⁴

Departamento Física – Universidade Federal de Goiás

Contato: caioparanaiba@discente.ufg.br

Introdução: Este estudo visa desenvolver algoritmos de inteligência artificial (IA) para segmentação e volumetria pulmonar em imagens de tomografia computadorizada (TC). Apesar dos avanços no uso de redes neurais convolucionais, os desafios de precisão e eficiência persistem. O estudo busca superar tais obstáculos, visa aprimorar a prática clínica e fornecer diagnósticos mais precisos em radiologia.

Materiais e Métodos: Os materiais e métodos abrangeram a utilização de imagens de TC torácica do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás. Foi desenvolvido um algoritmo de IA com a rede neural convolucional U-Net em Python, treinado e testado na plataforma Kaggle. Os resultados foram comparados com segmentações realizadas no software MATLAB.

Resultados e Discussões: O algoritmo desenvolvido alcançou uma alta precisão na segmentação pulmonar, com valores médios e quartis de IoU e Dice consistentemente acima de 95% em todos os conjuntos de dados. A comparação com o MATLAB confirmou a eficácia do modelo, evidenciando seu potencial para diagnósticos precisos em radiologia.

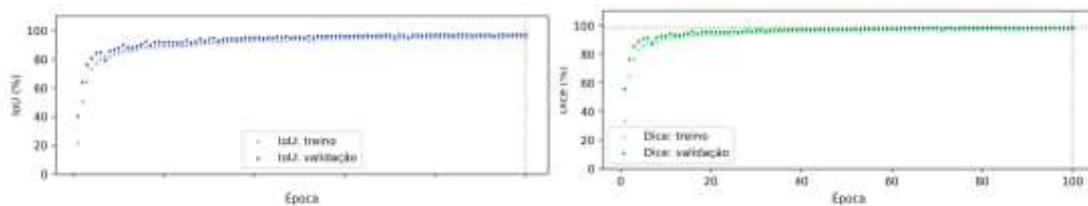


Figura 1: Evolução da Loss Function, IoU e Dice em função das épocas.

Conclusões: É destacado o sucesso do desenvolvimento e treinamento da Rede Neural Convolucional U-Net para segmentação pulmonar em imagens de TC, demonstrando alta precisão e capacidade de generalização. Os resultados obtidos contribuem significativamente para o avanço da área de processamento de imagens médicas e inteligência artificial aplicada à saúde pulmonar, promovendo diagnósticos mais precisos e eficientes.

Avaliação das doses ocupacionais em ambiente cirúrgico: uma revisão da literatura

Pazetto, A.¹, Guimarães, G.¹, Bacelar, A.¹, Lykawka, R.¹, Valença, J.²;

¹Serviço de Física Médica e Radioproteção – Hospital de Clínicas de Porto Alegre

²Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Contato: apazetto@hcpa.edu.br

Introdução: Os procedimentos cirúrgicos guiados por fluoroscopia vêm sendo cada vez mais utilizados, visto que possibilitam a redução de complicações e a otimização do tempo de procedimento. No entanto, há fragilidade na cultura de proteção radiológica e na monitoração individual junto aos profissionais que atuam em ambiente cirúrgico. Por isso, é de suma importância avaliar as doses ocupacionais às quais esses profissionais estão expostos para assegurar otimização da proteção radiológica.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma revisão da literatura nas bases de dados PubMed, Embase, Web of Science e Scopus, na qual foram pesquisados os termos ("Occupational Exposure" OR "Occupational Risk*") AND ("Operating Room*" OR Surgicenter* OR "operating theatre") AND ("Ionizing Radiation" OR "Radiation Dosage*" OR "Radiation Exposure") e sem aplicação de filtros de busca. Dois revisores avaliaram resumos dos artigos encontrados, excluindo revisões, capítulos de livro, cartas e estudos que não mencionassem a dose ocupacional ou não utilizassem equipamentos de fluoroscopia.

Resultados e Discussões: Foram encontrados 275 artigos, dos quais 63 foram incluídos nesta revisão. Um desafio desta revisão foi a distribuição da avaliação da dose ocupacional por procedimento, uma vez que nem todos estudos fizeram esta estratificação da amostra, ou os procedimentos estratificados possuíam denominação passíveis de serem agrupados para uma possível avaliação de complexidade (variando de 1 a 149). As maiores doses ocupacionais foram identificadas em procedimentos da cirurgia vascular ($H_p(10) = 370\mu\text{Sv}$).

Conclusões: A cultura de proteção radiológica em ambiente cirúrgico ainda é muito incipiente, visto o pequeno número de estudos que abordam sobre o tema de dosimetria ocupacional e suas estruturas conceituais. Sugere-se o investimento em estudos nesse contexto para o fortalecimento da proteção radiológica ocupacional em ambiente cirúrgico.

Dosimetric impact on fiducial array distortion for tracking in robotic radiosurgery: a phantom study

Picioli, Marcelo ¹; Zeituni, Carlos Alberto.²

¹Fundacion Arturo Lopez Perez, Radiotherapy, Santiago, Chile. ²Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Radiotherapy, São Paulo, Brazil

Contact: marcelo.ribeiro@falp.org

Introduction: The Cyberknife system uses a parameter known as rigid body error (RBE) to determine differences in the distances between fiducial pairs as measured during the treatment and the planning. If RBE thresholds are out of tolerance, treatment interruptions are triggered and according to the manufacturer, tracking accuracy might be affected. The objective of this work is to create a new 3D printed phantom capable of inducing fiducial errors, mimicking fiducial array distortions, and measuring the dose differences caused by RBEs.

Materials and Methods: A Cyberknife model M6 was used in this study. The phantom contained three embedded fiducials, 2 fixed (F2, F3) and one moveable (F1). Two plans were built using two targets, T1 and T2 located at 2,5 cm and 6,5 cm respectively from fiducial center of mass (COM). Plans were delivered firstly without induced errors. Subsequently, errors of 2 mm, 4 mm and 6 mm were applied in F1. Two semiflex A1SL ionization chambers, C1 and C2 were used to measure the dose at targets T1 and T2 respectively. RBEs values and dose differences were registered and reported accordingly. Figure 1 illustrate the axial (left) and coronal (right) for the plan created for T1. The purple and blue line represents isodoses for 8Gy and 2Gy respectively.

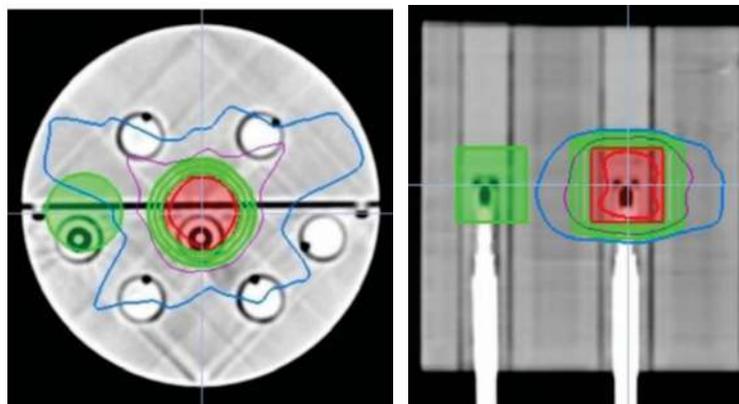


Figure 1 - axial (left) and coronal (right) for the plan created for T1

Results and Discussion: Dose differences were seen to be greater as RBE gets wider and for targets farther from fiducial COM. Displacing F1 by only 2mm, corresponding to an RBE of 1,8 mm in this study, led to an absolute dose difference of 7% for T2. When displacing F1 by 6mm, yielding an RBE of 4,6 mm, the measured absolute dose differences reached up to 23% in the high gradient region for T2. Conversely for T1 the impact was maintained bellow 5%, mitigated by the proximity with COM.

Conclusions: RBE has been shown to be a powerful indicator of fiducial array deformation. Performing these analyses is paramount for a better understanding of fiducial tracking accuracy in Cyberknife and confirms manufacturer recommendations.

Análise de margens para SRS com dois diferentes sistemas de imobilização

Vasconcellos, H.V.¹; Radicchi, L.A.¹; Stuart, S.R.¹

¹Departamento de Radioterapia – Instituto Brasileiro de Controle do Câncer

Contato: herminiane@gruportcon.com

Introdução: A avaliação da incerteza geométrica global para tratamentos de radiocirurgia (SRS) é primordial, principalmente para conhecer se as margens utilizadas estão adequadas. Neste trabalho foram avaliadas as incertezas geométricas para cálculo de margens na configuração de tratamentos de SRS fracionada para dois sistemas de imobilização para estereotaxia: Solstice (CIVCO™) e Halo (Oxigen™), sem mesa 6D disponível, porém ambos com opção de correção de angulação de “pitch”.

Materiais e Métodos: Os deslocamentos (x,y,z) foram obtidos via Cone-beam CT (CBCT) de casos de SRS fracionada (5 x 600 cGy – planejados com 2 arcos modulados), com margens entre 2 e 3 mm nos sistemas Solstice (n=165) ou Halo (n=69), ambos utilizando colchão à vácuo. Os deslocamentos foram adquiridos entre arcos e no final de cada sessão. As margens foram obtidas seguindo o formalismo de Van Herk, incluindo as componentes erro de delineamento e erro intrínseco de máquina. Foi aplicado o teste t com 5% de significância nas amostras para análise estatística e comparativa.

Resultados e Discussões: Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas de imobilização, exceto para a direção vertical ($p = 0,025$) nas imagens pós-sessão. Para as margens, os valores para o sistema Halo foram 1,39 mm e 1,40 mm, considerando as avaliações inter-arcos e pós-tratamento, respectivamente. No caso do sistema Solstice foram encontradas margens de 1,47 mm e 1,43 mm para a avaliação inter-arcos e pós-tratamento, respectivamente.

Conclusões: Os resultados demonstram que as margens utilizadas para tratar os primeiros casos de SRS fracionada (2 e 3 mm) do departamento foram satisfatórias em ambos sistemas de imobilização Halo e Solstice.

Referências bibliográficas:

The Royal College of Radiologists Society and College of Radiographers. “On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy”. London, 2008

Definição de métricas e níveis de ação para avaliação de dose 3D calculadas usando arquivos log do durante monitoramento *in vivo* de tratamentos pélvicos

Peron, T.M.; Dias, J.R.; Avelino, S.R

VITTA Centro de Radioterapia/Brasília-DF – Grupo Oncoclínicas

Contato: tais.peron@oncoclinicas.com

Introdução: Existe uma lacuna sobre métricas e níveis de ação para avaliação de dose tridimensional (3D) calculada com arquivos log de tratamento em aceleradores lineares. O objetivo deste estudo é definir métricas e níveis de ação para avaliação de DVH e distribuições de dose calculadas na TC de planejamento e no CBCT usando arquivos log de tratamentos na região pélvica.

Materiais e Métodos: Foram analisados 17 pacientes com tratamento na região pélvica (ginecológico e próstata), planejados com VMAT (1 a 3 arcos), feixe de 10 MV, no TPS Eclipse, 15.5, Varian. O cálculo de dose usando arquivos log foi feito no PerFraction, V3.0.2, Sun Nuclear. As métricas de avaliação foram inspiradas no ICRU 83, no AAPM TG 219 e no AAPM TG 307. Além disso, as métricas sugeridas pretendem evitar falsos positivos e avaliar globalmente regiões de altas doses que possam ser clinicamente relevantes. Foram analisadas a dose pontual no isocentro, cobertura do PTV (D95 e Dmédia) e distribuição de dose no corpo (gama 3%/3mm, global, threshold 50%). Os níveis de ação foram calculados usando a metodologia citada no documento AAPM TG 218, com $B = 5,32$.

Resultados e Discussões: Os valores médios obtidos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores dos desvios médios para cada métrica e níveis de ação inferior e superior.

	Cálculo TC planejamento				Cálculo CBCT			
	Dose Isocentro	PTV D95	PTV Dmédia	Corpo Pass rate	Dose Isocentro	PTV D95	PTV Dmédia	Corpo Pass rate
Desvio (%)	-0,4	-0,5	-0,4	99,97	1,3	1,6	1,8	97,93
Nível ação inferior (%)	-2,5	-2,2	-2,0	99,75	-3,2	-3,3	-3,5	85,15
Nível ação superior (%)	1,7	1,2	1,2	NA	5,7	6,4	7,1	NA

Houve um excelente acordo entre as doses calculadas no TPS e usando logs na TC de planejamento. Dadas as maiores incertezas, os níveis de ação foram maiores no cálculo em CBCT, mas estão dentro de limites clinicamente aceitáveis.

Conclusões: As métricas e os níveis de ação calculados podem ser usados no monitoramento *in vivo* com cálculo usando logs de tratamento, sendo viáveis para identificar desvios clinicamente relevantes. Os níveis de ação podem ser calculados para outros sítios.

Comissionamento do software PRIMO para fótons com energia de 6MV do acelerador linear TrueBeam STx

Soares, NM.^{1,2}; Limas-Montanã, AF^{1,2}; Musso, M.^{1,2}; Petit, R.^{1,2}; Almada, MJ^{1,2}; Venencia, D^{1,2}

¹ Instituto Zunino, Córdoba, Argentina

² Fundación Marie Curie, Córdoba, Argentina

Contato: nsoares@institutozunino.org e alimas@institutozunino.org

Introdução: O objetivo deste trabalho é validar a implementação clínica do software PRIMO na rotina diária para o Controle de Qualidade Específico do Paciente (PSQA). **Materiais e Métodos:** A simulação Monte Carlo (MC) foi realizada com o PRIMO v0.3.64.1814 para um feixe de fótons de 6 MV de um acelerador linear TrueBeam STx (Varian). Foram utilizados os arquivos de espaço de fase fornecidos pelo fabricante (www.myvarian.com/montecarlo). Esses arquivos de espaço de fase descrevem a fonte de radiação para a estimativa de dose por meio da simulação de MC. Os arquivos de espaço de fase (S1, S2 e S3) foram importados no PRIMO. Foi utilizado um fantoma de água para simular distribuições de dose de campos abertos de 4x4, 10x10 e 20x20 cm com uma resolução espacial de 0.25 cm. As simulações foram comparadas com os valores calculados pelo TPS Eclipse v15.6 (algoritmo de cálculo AAA) por meio de Percentual de Dose em Profundidade (PDD), perfis de dose transversais e longitudinais em diferentes profundidades e doses absolutas. O critério de comparação incluiu uma análise gamma com tolerâncias de 1%/1mm e 2%/2mm. **Resultados e Discussões:** A análise gamma mostrou uma concordância de 98% entre a simulação com o PRIMO e o cálculo de dose com o Eclipse para a PDD utilizando critérios de 2%/2mm. As regiões de *build-up* e equilíbrio mostraram uma comparação gamma <1 para critérios de 1%/1mm e 2%/2mm. A comparação de doses de perfil mostrou uma concordância maior que 92% para os critérios gamma de 2%/2mm e maior que 72% para os critérios gamma de 1%/1mm. Os melhores resultados foram encontrados, respectivamente, na região central, enquanto as maiores diferenças correspondem à região de penumbra de dose caracterizada por maiores gradientes de dose. **Conclusões:** O software PRIMO com os espaços de fase utilizados permite simular campos quadrados dentro dos critérios de aceitação utilizados. No futuro, os testes de TG119 e dados de pacientes serão utilizados para confirmar os resultados da simulação nos planos de tratamento.

Comissionamento do Software PRIMO para energia de 10x implementado a TG-119 da AAMP para casos de VMAT

Musso, M.^{1,2}; Petit, R.^{1,2}; Limas-Montanã, AF^{1,2}; Soares, NM.^{1,2}; Almada, M.^{1,2}; Venencia, D.^{1,2}

Instituto Zunino¹ - Fundacion Marie Curie²

Contato: mmusso@institutozunino.org and rpetit@institutozunino.org

Introdução: O software PRIMO simula um feixe de radiação dos aceleradores lineares e calcula a distribuição de doses absorvidas em tecidos usando o código PENELOPE e o Monte Carlo DPM. O objetivo deste trabalho é implementar o PRIMO como um método de controle de qualidade específico do paciente (PSQA) para um feixe de fótons de 10 MV de um Acelerador Linear Truebeam STx. **Materiais e Métodos:** Foi utilizado o software PRIMO v0.3.64.1814 para verificar a escolha do espaço de fase e o ajuste dos parâmetros de cálculo, posteriormente foi realizada uma verificação de PDD e perfis de dose. Utilizou-se os planos de tratamento do TG-119 (C1, C2, C3 e C4) em um fantoma de pélvis. O planejamento do tratamento foi realizado no Eclipse V15.6 com VMAT usando o algoritmo de cálculo AAA. Os planos do TG-119 foram verificados por meio de dosimetria portal, Delta4 e cálculo independente no RadCalc v7.3 com o algoritmo de cálculo Collapse Cone. Além disso, foram selecionados 20 pacientes de próstata e realizado PSQA com dosimetria portal e PRIMO. **Resultados e Discussões:** A comparação entre o cálculo de dose entre o Eclipse e o PRIMO para campos abertos mostrou uma boa concordância com as medições experimentais. A análise entre o Eclipse e os diferentes sistemas de PSQA com os planos do TG-119 estava dentro dos limites de tolerância de $\geq 90\%$ do índice gamma (Gráfico 1). A variação máxima do índice gamma encontrada entre um paciente com PSQA do PRIMO e PSQA de dosimetria portal foi de 2,53%. **Conclusões:** O PRIMO mostra resultados de cálculo independentes, de acordo com os obtidos por outros sistemas de controle PSQA, confirmando que é uma ferramenta de verificação dosimétrica aplicável ao ambiente clínico, que simplifica o fluxo de trabalho e otimiza o uso do equipamento. No entanto, apesar de sua natureza como software livre, o PRIMO requer uma estação de cálculo robusta para sua utilização efetiva. Está sendo considerado o comissionamento futuro para a aplicação em outras energias de tratamento.

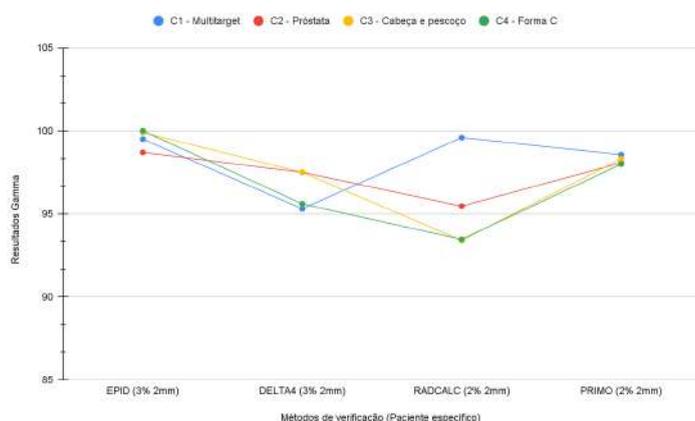


Gráfico 1: Métodos de verificação e resultados Gamma.

Referências bibliográficas: Efendi, M. A., Funsian, A., Chittrakarn, T., & Bhongsuwan, T. (2020). Monte Carlo simulation using PRIMO code as a tool for checking the credibility of commissioning and quality assurance of 6 MV TrueBeam STx varian LINAC. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*, 25(1), 125-132.

Uso da radioterapia de intensidade modulada em pacientes oncológicos de mama: efeitos secundários da radiação

Moura, Laís Ferreira¹; Souza, Divanizia do Nascimento²

Departamento de Física – Universidade Federal de Sergipe

Contato: laisfemoura@gmail.com

No tratamento radioterápico, as radiações ionizantes são empregadas para destruir ou inibir a proliferação de células neoplásicas, todavia, as células saudáveis adjacentes do organismo não deixam de sofrer quando são aplicados feixes de radiação de megavoltagem no volume tumoral, gerando assim, toxicidades advindas do uso da radiação ionizante. Pacientes acometidas pelo câncer de mama possuem órgãos sensíveis próximos de extrema importância, como o coração e o pulmão, sendo necessário o conhecimento dos físicos médicos quanto o uso de técnicas que forneçam homogeneidade na distribuição da dose, conformacionalidade nos planejamentos de tratamento e a minimização de toxicidades nas células normais. Assim, é importante o conhecimento do físico médico na construção de um plano de tratamento radioterápico de mama através do uso das técnicas - convencional (RT2D), conformada (RT3D) e modulada (IMRT) - empregadas na radioterapia, desse modo, para o estudo, foram feitas buscas em plataformas *online* a fim de coletar artigos e trabalhos referentes ao tema e realizar os questionamentos. Os dados mais relevantes dos estudos selecionados foram extraídos e confeccionados em forma de perguntas para que pudesse ser realizada uma análise das informações dos diversos autores, bem como a listagem dos efeitos secundários relatados. Em forma de revisão, verificou-se que as toxicidades aumentam quando usadas as técnicas RT2D e RT3D, conforme a inhomogeneidade da dose, o tipo de câncer, o local irradiado e a conformacionalidade. Ao contrário, da técnica IMRT que oferece uma melhor distribuição da dose e uma melhor cobertura no alvo de tratamento. A escolha da técnica radioterápica aplicada no tratamento está correlacionada com os tipos e gravidades dos eventos adversos nas pacientes de mama submetidas à radioterapia. Mediante a isso, o conhecimento do físico médico sobre as técnicas radioterápicas são de extrema importância para uma entrega de dose mais precisa nas células cancerígenas e na preservação de órgãos sadios, uma vez que, os efeitos não dependem só da dose, mas também do tipo de câncer, do local irradiado e da técnica escolhida para o tratamento.

Validação de um feixe de fótons a partir do feixe de elétrons produzido pela interação de fótons com o meio pelo método de Monte Carlo

R. Neto^{1,3}, F. Marques^{2,3}, T. Andrade¹, D. Machado¹, L. Nascimento¹, A. Rocha¹,
A. Fidelis², L. da Rosa² e S. Cardoso¹

¹Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD/CNEN

³Departamento de Radioterapia – A.C. Camargo Cancer Center

Contato: daniele.machadofisica@gmail.com

Introdução: A compreensão dos danos da radiação em nível molecular é cada vez mais importante. O tamanho nanométrico dos modelos de DNA, como os plasmídeos, torna os fótons ineficientes considerando a quantidade de dose depositada em relação ao número de partículas criadas nos eventos de simulação. Assim, esse estudo busca validar um feixe de elétrons originado de um feixe de fótons clínicos de 6 MV para irradiar estruturas biológicas nanométricas.

Materiais e Métodos: O código TOPAS (TOol for PArticle Simulation) que utiliza o método de Monte Carlo foi empregado em todas as simulações. Na primeira, aplicou-se um espectro de fótons de 6 MV em um phantom 2x2x2 cm³ de água, a fim de avaliar a dose depositada e a fluência de energia dos elétrons para, a partir desta, criar um espectro de elétrons. A segunda simulação avaliou a dose depositada pelo espectro de elétrons criado pelo feixe de fótons.

Resultados e Discussões: A dose depositada, normalizada em relação à fluência, pelo feixe de fótons foi de $3,67E-08 \pm 3,22E-07$ Gy/mm², enquanto a dose depositada pelo feixe de elétrons foi de $2,76E-08 \pm 8,71E-07$ Gy/mm² revelando uma discrepância de 24,71%. Acredita-se que a contribuição de elétrons de baixas energias pode ter sido subestimada pois o alcance médio destes é menor que a profundidade do phantom. Além disso, elétrons que escaparam do phantom reduziram a dose absorvida. Para diminuir essa discrepância, o phantom foi dividido em 8 fatias, porém, nesta nova geometria, a dose depositada pelo feixe de elétrons foi muito maior que a dose depositada pelo feixe de fótons. Acredita-se que um mesmo elétron foi contabilizado mais de uma vez no decorrer das fatias.

Conclusão: Apesar da disparidade na dose, a importância da validação do feixe se mantém. Desse modo, o estudo enfatiza a necessidade de melhorar os métodos de pontuação e geometria para aumentar a acurácia entre os valores de dose do feixe de fótons e elétrons.

Avaliação do uso de filme radiocrômico, inserido em um fantoma cilíndrico, como alternativa ao EPID, para a realização de um controle de qualidade específico de um paciente de VMAT

Feital, Thamirys Mussel De Oliveira¹; Peres, Leonardo Peres da Silva.² Rodrigues, Mateus Vencato.³; Pinheiro, Bruno Rafael de Oliveira.⁴

Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Contato: thamirysmussel@gmail.com

Introdução: hoje em dia as técnicas moduladas estão cada vez mais frequentes nos serviços de radioterapia. Como parte de um programa de garantia da qualidade todo planejamento de radioterapia deve ser verificado. O método mais utilizado é o cálculo manual. O problema é que esse método não se aplica às técnicas moduladas. Esta utiliza, em sua maioria, uma comparação de distribuição de dose, através da análise Gama, entre o plano planejado e o medido. A distribuição de dose medida pode ser obtida utilizando um dispositivo planar, perpendicular ao feixe, girando junto com o *gantry* ou através de um fantoma cilíndrico localizado sobre a mesa de tratamento. Atualmente no INCA (Instituto Nacional do Câncer), só existe o método planar, utilizando o Portal eletrônico (EPID) para controle de qualidade. Logo, em caso de problemas com o portal, o complexo hospital fica impossibilitado de realizar o controle de qualidade. Sendo assim, este trabalho visa a utilização desse fantoma cilíndrico, desenvolvido no setor, com o filme radiocrômico inserido, para realização das medidas de verificação do planejamento de um paciente específico, utilizando a técnica de arco modulado (VMAT), como alternativa ao método planar.

Materiais e Métodos: O fantoma cilíndrico de PMMA, desenvolvido no INCA, foi tomografado e sua imagem exportada para o sistema de planejamento Eclipse[®]. Em seguida foram exportadas a fluência de 20 pacientes de cabeça e pescoço para o fantoma cilíndrico e para o EPID. Todos os planos foram irradiados utilizando o detector filme radiocrômico inserido no fantoma e o EPID. Após a irradiação os planos medidos e irradiados foram comparados utilizando a análise gama, com critério 3% e 3mm. Os resultados da análise Gama do filme foram comparados com os do EPID.

Resultados e Discussões: O resultado da comparação das distribuições planares do filme com as do portal coincidiram em 90% dentro de um intervalo de confiança de 95%.

Conclusões: Os resultados da comparação nos permitem concluir que o fantoma cilíndrico, desenvolvido no setor de física médica do INCA, pode ser utilizado para controle de qualidade de um paciente de VMAT em alternativa ao EPID.

Blindagem em Salas de Tratamento de TBI: Comparação entre a Metodologia Convencional e TBI VMAT

J. Sousa^{1,2,3*}, E. Lima¹, D. Olbi², A. Fidelis³, M. Maciel³, L. Nascimento³, L. da Rosa⁴ and S. Cardoso^{3*}

¹Programa de Pós-graduação em Engenharia Nuclear, UFRJ, Rio de Janeiro Brasil

²Grupo Oncoclínicas, Rio de Janeiro, Brasil

³Instituto de Física, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

⁴ Programa de Pós-graduação IRD/CNEN, Rio de Janeiro, Brasil

*juan.valani@gmail.com

Introdução: O tratamento de Irradiação corporal Total (TBI), desempenha papel fundamental nos procedimentos de transplante de medula óssea. A metodologia convencionalmente empregada preconiza a irradiação a uma distância média de 3 metros da fonte do acelerador linear. Esse fato implica na necessidade de salas de tratamento maiores. Como pode ser observado na RT2030 somente 14% dos serviços de radioterapia brasileiros realizam a técnica. O que gera a necessidade do deslocamento do paciente e aumento de riscos associados. Uma nova metodologia isocêntrica de tratamento para TBI vem sendo aplicada, TBI VMAT. Diversos autores já observaram vantagens na aplicação dessa metodologia, como por exemplo a capacidade de utilizar salas de tratamentos com tamanhos convencionais. O presente trabalho tem o objetivo de comparar a variação em relação a blindagem para salas de tratamentos aplicando a metodologia convencional de TBI e a metodologia VMAT.

Materiais e Métodos: Utilizando tomografias de neuroeixo casos de TBI VMAT e tradicional foram planejados, para o acelerador linear Varian® VitalBeam® com MLC millenium 120, utilizando energia de 6 MV em um TPS Eclipse 16.1. Os planos foram normalizados $D_{90\%}=12\text{Gy}$. A sala considerada para TBI convencional tem 7 metros de largura;

Resultados e Discussões: Em relação os planos convencionais a diferença média de MU para os planos de TBI VMAT foi de 2530 UM. O que implica em um aumento da carga de trabalho. Contudo pela distância reduzida outras características como espessura e largura das barreiras diminuem, gerando uma economia no volume de concreto de 24%.

Conclusões: A utilização de técnicas isocêntricas de tratamento de TBI permitem diminuir custos das salas de radioterapia. Medidas estão sendo feitas para avaliar as considerações encontradas para outras salas de tratamento e para a blindagem da porta.

Análise do uso da Radioterapia para a técnica de Ablação Ovariana: uma revisão de escopo

Mioto, L. S.¹; Pavoni, J. F.²;

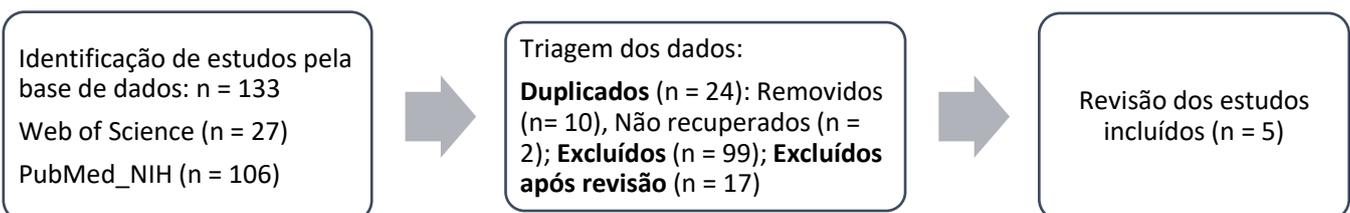
Departamento de Física – Universidade de São Paulo

Contato: laiane_simoes@usp.br

Introdução: A Ablação Ovariana (OA) é uma técnica utilizada para supressão da síntese dos hormônios estrogênio e progesterona, com o objetivo de minimizar a ocorrência de neoplasias secundárias ocasionadas por células que são receptoras positivas desses hormônios. Sabe-se que a Radioterapia (RT) pode ser usada como forma de tratar condições não cancerígenas¹, e já foi comprovada a eficácia do uso da RT como método para OA. Com o objetivo de sumarizar as informações sobre o assunto, esse estudo propõe uma revisão de escopo² para identificar e mapear sistematicamente publicações nesse campo.

Materiais e Métodos: A análise de escopo é feita através da revisão de literatura sobre o tema em questão². Os artigos para a revisão foram retirados de bases de dados eletrônicos como *Web of Science* e *PubMed*; fontes de pesquisa para a literatura cinzenta não foram considerados no momento. A análise foi realizada no software gratuito *Rayyan*, o relato da revisão seguiu as orientações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR) e as buscas seguiram estratégias de acordo com o banco de dados específico.

Resultados e Discussões:



Conclusões: Através dos resultados da análise de escopo, foram encontrados cinco artigos abordando o uso da RT para OA, sendo um desses uma meta-análise. Conclui-se que o tema em questão possui uma deficiência em informações e necessita de atualizações, visto que suas publicações são obsoletas. Ressaltamos que a eficácia da OA por RT já foi comprovada, porém são necessárias publicações com enfoque no uso das novas tecnologias como forma de minimizar os efeitos da radiação em tecidos saudáveis adjacentes.

¹Thariat, J., *et al*: Radiotherapy for non-cancer diseases: benefits and long-term risks. **Public**. v. 100, p. 506-526, 2024

²Munn, Z., *et al*: Systematic review or scoping review? Guidance for authors When choosing between a systematic or scoping review approach. **Public**. v. 18, p. 143, 2018

Ferramenta para análise de DVH de câncer de próstata utilizando ESAPI

Gnatkovski, Victor H. C.¹; Pavoni, Juliana F.¹.

Departamento de Física – FFCLRP – Universidade de São Paulo

Contato: victorceloni@usp.br

Introdução: Histogramas de dose volume (DVH) são uma ferramenta essencial de verificação do plano de tratamento em radioterapia. Eles são avaliados para todos pacientes tratados, então uma ferramenta automatizada para isso seria de grande valia para rotina clínica. Neste trabalho desenvolvemos uma ferramenta, utilizando a biblioteca ESAPI, para comparar o DVH com os limites clínicos aceitáveis de dose em diversos protocolos de tratamento de próstata [1].

Materiais e Métodos: A ferramenta foi desenvolvida no software Visual Studio Community da Microsoft, utilizando a biblioteca de classes ESAPI da Varian para programação do script em linguagem C#. Foram implementados 3 protocolos clínicos de câncer de próstata, o CHHiP Prostate 20x300 cGy (60 Gy), POP-RT 25x272 (68 Gy) e Pós Braquiterapia 15x250 cGy (3750 cGy). O resultado final é impresso em um relatório.

Resultados e Discussões: A ferramenta pode ser observada na Figura 1, com a análise dos limites clínicos de um planejamento de próstata, utilizando protocolo POP-RT.

Tratamento Radioterápico					
POP-RT - 25x272 cGy (6800 cGy) Prostata					
25x200 cGy (5000 cGy) Pelve					
Diagnóstico _____					
Proposta _____					
Verificar DVH					
Estrutura	Volume	Dose Planejada (cGy)	Limite de Dose (cGy)	Volume na Dose	Check
Reto	< 5%	6474	7500	0.0%	✓
Reto	< 15%	6420	7000	0.0%	✓
Reto	< 30%	6313	6500	2.8%	✓
Reto	< 57%	4966	6000	45.0%	✓
Reto	< 60%	4511	4000	63.4%	✗
Femur esquerdo	< 5%	5196	5000	11.2%	✗
Femur direito	< 5%	5245	5000	13.6%	✗
Delgado	< 78 cc	367	4500	0.0 cc	✓
Delgado	< 27 cc	735	5000	0.3 cc	✓
Delgado	< 14 cc	815	5500	0.0 cc	✓
Delgado	< 0.5 cc	4606	6000	0.0 cc	✓
Delgado	< 0 cc	5597	6500	0.0 cc	✓
Bexiga	< 50%	2985	5000	23.0%	✓
Bexiga	< 25%	4337	6000	19.4%	✓
Bexiga	< 5%	6620	7000	0.0%	✓

Figura 1: Tabela gerada utilizando dados do sistema de planejamento e comparados com o protocolo.

Conclusões: A aplicação desenvolvida pode auxiliar na rotina clínica, facilitando a verificação da conformidade do DVH com os limites dos protocolos, reduzindo erros humanos.

Referências: [1] Khan, Gerbi: Treatment Planning in Radiation Oncology, volume 1. Wolters Kluner, 2012.

Garantia da Qualidade na Radiocirurgia Estereotáxica Cranial com Elekta Infinity®: Uma Avaliação end-to-end

Vaz, J. D. B.¹; Araújo, V. P.²; Itikawa, E. N.³; Goulart, F. B.⁴; Resende, K. M. B.⁵; Santos, G. S.⁶; Vieira, S. L.⁷; Silva, J. O.⁸; Santos, R. S.⁹; Araújo, F. C. F.¹⁰.

Instituto de Física - Universidade Federal de Goiás
Hospital Araújo Jorge - Associação de Combate ao Câncer em Goiás
Contato: jose_vaz@discente.ufg.br

Introdução: O Teste de Ponta a Ponta (E2E) em radioterapia assegura a integração total do processo terapêutico, da imagem à dose administrada, crucial para a radiocirurgia de alta precisão. Este estudo analisa o sistema de colimação comercial Agility® da Elekta, destacando sua capacidade em colimar alvos pequenos e administrar altas doses, comparado com métodos convencionais. Além disso, investiga a integração entre os sistemas de planejamento e gerenciamento Elekta Monaco® e Elekta Mosaiq®, oferecendo uma análise abrangente do processo.

Materiais e Métodos: No Hospital Araújo Jorge, o processo de E2E é conduzido utilizando o phantom StereoPHAN® e o SRSSMapChek®, ambos sistemas comerciais da SunNuclear. Com o StereoPHAN®, realizou-se o delineamento das estruturas nas imagens obtidas, posteriormente comparado com os valores de referência. Em seguida, foi realizada a avaliação do sistema de imagem integrado no LINAC. Para a avaliação do teste dosimétrico, foi realizado um planejamento teste empregando uma dose de 500 cGy. Neste teste, obteve-se a fluência de dose com os SRSSMapChek®, seguida da avaliação dosimétrica com uma câmara de ionização PTW 31016.

Resultados e Discussões: Nas imagens sequenciais, o contraste permitiu um delineamento preciso das cavidades, com erro abaixo de 5%. A fusão das imagens de diferentes técnicas foi bem-sucedida, tanto manualmente quanto automaticamente. A avaliação visual concentrou-se nas margens e marcações do phantom, resultando em uma qualidade satisfatória. O volume delineado das cavidades apresentou erros consistentemente abaixo de 5%, indicando uma integração eficaz entre planejamento e execução do tratamento. A avaliação da dose revelou um pequeno erro de apenas -0,33%, demonstrando segurança e confiabilidade. O sistema Elekta Monaco® otimizou os parâmetros de dose, enquanto o Elekta Moisaq® se integrou diretamente com o LINAC para execução dos tratamentos, com alta compatibilidade *gamma* de 98,3%.

Tabela 1: Parâmetros obtidos: Volume real e delineado para os protocolos de CT, MR e CBCT o erro percentual. CE, cavidade esquerda; CD, cavidade direita e CC, cavidade central.

Estrutura	CT			MR		CBCT	
	Volume Real (cc)	Volume Contornado (cc)	Diferença (%)	Volume Contornado (cc)	Diferença (%)	Volume Contornado (cc)	Diferença (%)
CE	0,52	0,526	1,15	0,529	1,73	0,534	2,88
CD	0,52	0,535	2,88	0,508	-2,31	0,529	1,73
CC	3,90	3,859	-1,05	4,079	4,59	3,896	-0,10

Conclusão: O volume delineado das cavidades apresentaram resultados favoráveis, bem como na avaliação de dose demonstrou um desempenho satisfatório, com um notável erro percentual de apenas -0,33%, evidenciando uma integração eficaz entre o planejamento e a execução do tratamento, garantindo segurança e confiabilidade. A integração de todo o sistema foi formidável, pois as métricas avaliadas individualmente estão em boa consonância com a integração dos processos.

Influência das margens dos colimadores multi-lâminas no planejamento radioterápico de metástase cerebral com radiocirurgia

Marinello, Camila Cechin¹; Sánchez, Mirko Alva¹; Pianoschi, Thatiane Alves¹

¹Curso de Bacharelado em Física Médica - UFCSPA

Contato: camilama@ufcspa.edu.br

Introdução: A radiocirurgia estereotáxica (SRS) é caracterizada por doses ablativas focais em pequenos volumes-alvo e gradientes de dose acentuados, com direcionamento preciso. Para o planejamento de SRS, o arco conformado dinâmico realiza a inclinação do gradiente de dose fora e dentro do limite do volume tumoral grosseiro (GTV) pela configuração da margem do colimador multi-lâminas (MLC) na borda do volume alvo. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a influência das margens do MLC ao PTV no planejamento de radiocirurgia de pequena metástase cerebral.

Materiais e Métodos: Foi realizado planejamento de metástase cerebral única central tratada com radiocirurgia por meio da técnica arco conformacional dinâmico, com um arco de 181°-179° no sentido horário, com rotação do colimador em 15°, e peso do campo igual a 1. Utilizou-se cinco margens assimétricas diferentes do MLC ao PTV: 0 (x) e 0,1 (y) nas opções “middle”, “inside” e “outside” ao PTV; 0,1 (x) 0,3 (y) “outside” e 0,3 (x) e 0,5 (y) “outside” ao PTV. O cálculo de dose foi realizado, para que 100% da dose de prescrição fosse entregue em 99% do volume do PTV para todos os casos, e com isso obteve-se a curva de normalização de cada planejamento, a depender da margem do MLC. Analisou-se o gradiente de dose dentro do GTV e também a dose de radiação fora do PTV, a partir da criação de um anel para avaliação.

Resultados e Discussões: A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos dos planejamentos.

Tabela 1. Resultados de gradiente de dose no GTV de acordo com a margem do MLC

Margem do MLC	Curva de normalização	Gradiente no GTV
0 (x) e 0,1 (y) middle	77%	131,3%
0 (x) e 0,1 (y) inside	50%	201%
0 (x) e 0,1 (y) outside	80%	124,8%
0,1 (x) e 0,3 (y) outside	90%	111,5%
0,3 (x) e 0,5 (y) outside	96%	104,2%

Conclusões: As menores margens do MLC forneceram curvas de normalização menores, mas com gradientes dentro do GTV maiores (a cobertura do PTV é a mesma), e a dose no anel fora do PTV é menor. Sendo assim, o melhor resultado obtido foi a curva de 77%.

Análise da eficácia da radioterapia como tratamento inicial em diferentes neoplasias malignas na região nordeste do Brasil

Santos Lima, L.¹; Pereira Attie, M. R.²

Departamento de Física – Universidade Federal de Sergipe

Contato: liggiaslima@gmail.com

Introdução: A eficácia da radioterapia como tratamento inicial para pacientes com câncer no Nordeste do Brasil é crucial, dadas as altas taxas de incidência e as disparidades no acesso aos tratamentos. Este estudo visa avaliar sua eficácia nas neoplasias malignas mais comuns na região, contribuindo para recomendações embasadas em evidências a partir da análise dos Registros Hospitalares do Câncer.

Materiais e Métodos: A pesquisa utilizou a plataforma "integradorRHC" para coletar dados dos Registros Hospitalares do Câncer, processados com Python e bibliotecas pandas, matplotlib e dbfread. O Visual Studio Code foi o ambiente de desenvolvimento utilizado para análise e geração de gráficos.

Resultados e Discussões: Inicialmente a base de dados apresentou 2.212.282 linhas e 46 colunas. Após a etapa de processamento, o conjunto de dados foi reduzido para 325.268 linhas, correspondendo a cerca de 15% do volume original. Foram identificadas 70 CID-O diferentes e destas, 54 tiveram radioterapia como tratamento primário.

Localização	CID-O	%	Descrição	%
Pele	C44	17.76%	Doença estável	55.56%
Mama	C50	17.43%	Remissão completa	18.52%
Próstata	C61	13.38%	Doença em progressão	12.96%
Colo do útero	C53	8.22%	Remissão parcial	5.56%
Glândula tireoide	C73	4.70%	Óbitos	5.56%
Estômago	C16	3.53%	Suporte terapêutico	1.85%
Brônquios e pulmões	C34	3.22%		
Medula óssea	C42	3.19%		
Colón	C18	2.53%		
Reto	C20	2.20%		

Tabela 1: Principais localizações primárias de neoplasias: CID-O, descrição e porcentagem | **Tabela 2:** Frequência dos estados da doença predominantes nas 54 CIDs analisadas

Conclusões: A análise dos resultados ressalta a variabilidade na eficácia da radioterapia como tratamento inicial. Apesar de eficaz em alguns casos, como tireoide, mama e próstata, apresenta limitações em outros, como estômago e cólon. A individualização na escolha terapêutica é crucial, destacando o papel da radioterapia na gestão do câncer.

Auditoria Externa com TLD100 e OSL em Braquiterapia de Alta Taxa de Dose com Fonte de ^{192}Ir

Mota, C. L.¹; de Almeida, C. E.¹; Silva, A. O.², Mascarenhas, Y. M.³, Magon, M. F. A.³, Villani, D.³

1 Departamento de Ciências Radiológicas – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

2 Centro Universitário de Combate ao Câncer (CUCC), Hospital Universitário Pedro Ernesto, Rio de Janeiro

3 Sapra Landauer, Rua Cid Silva César, 600, São Carlos 13562-400, São Paulo, Brazil

Contato: carla.mota@uerj.br

Introdução: Na braquiterapia, para garantir a exatidão da dose administrada com fontes de alta taxa de dose são necessários a calibração e controle da qualidade. Portanto, é necessária a realização de uma auditoria de qualidade postal, com a utilização de simuladores e detectores (OSLs e termoluminescentes), como parte de um programa nacional de controle da qualidade em Braquiterapia. Para obter a dose absorvida nos detectores, os TLDs e OSLs foram irradiados em um equipamento de braquiterapia de alta taxa de dose com uma fonte de ^{192}Ir dentro de um fantoma.

Materiais e Métodos: Para a realização da auditoria postal, foi desenvolvido um fantoma cúbico com dois insertos, um para cada tipo de dosímetro. Um único furo de 2 mm de diâmetro foi feito até o centro geométrico do fantoma para inserção do cateter. 96 TLDs e 36 Nanodots de OSLs foram irradiados no Centro Universitário de Combate ao Câncer (CUCC) com braquiterapia de alta taxa de dose com uma fonte de ^{192}Ir do mHDR-v2.

Resultados e Discussões: A tabela abaixo apresenta as doses obtidas neste trabalho comparadas com as respectivas doses esperadas.

Dose esperada (Gy)	TLD		OSL	
	Dose média (Gy)	Diferença percentual (%)	Dose média (Gy)	Diferença percentual (%)
0,5	0,53	5,00	0,48	4,14
1,0	1,04	3,50	0,95	4,79
1,5	1,58	5,00	1,44	4,00

Conclusões: O fantoma foi irradiado com os TLDs e OSLs na braquiterapia e a dose foi calculada para os respectivos dosímetros. Os dados mostram uma boa concordância entre os valores esperados pelo sistema de planejamento e os dados obtidos pelos dosímetros.

Referências bibliográficas: IAEA. Aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia: Protocolo de control de calidad, IAEA - TECDOC-1151, 2000.

Análise do comportamento dos coeficientes de calibração de câmaras de ionização tipo poço utilizadas em braquiterapia de alta taxa de dose

Castro, V. M.¹; Alves, C. F. E.¹; Marechal, M. H. H.¹; Cruz, M. A. C.¹; Magalhães, L. A. G.¹,
Milani, P.², Leite, S. P.¹

Departamento de Ciências Radiológicas – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Universitário de Controle do Câncer – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Contato: vanessa_mondaini@yahoo.com.br

Introdução: As câmaras de ionização do tipo poço desempenham um papel essencial na dosimetria de radiação em braquiterapia. Essas câmaras são utilizadas para determinar a taxa de kerma no ar de fontes de ¹⁹²Ir de alta taxa de dose, parâmetro importante para o planejamento correto da dose a ser entregue ao paciente. O Laboratório de Ciências Radiológicas (LCR) calibra desde 2013 esse tipo de câmara e mantém registrado todos os coeficientes de calibração (N_k) das câmaras dos usuários. O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento dos resultados de N_k de câmaras, de um mesmo modelo, calibradas no LCR.

Materiais e Métodos: Neste estudo, foi realizada uma análise do resultado do N_k de 91 câmaras do tipo poço, do modelo HDR 1000 Plus, fabricadas pela Standard Imaging, calibradas no período de 2013 a 2024 no LCR.

Resultados e Discussões: Os resultados desta análise mostraram um intervalo de N_k entre $4,537 \times 10^5$ e $4,692 \times 10^5 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}\text{A}^{-1}$ a 1 metro, para câmaras fabricadas entre 1995 e 2020. Um conjunto de câmaras, correspondendo a 25,3% do total de câmaras avaliadas, foi calibrado ao menos quatro vezes durante o período analisado. Foi observado que 52% das câmaras apresentaram variações de N_k de até 1,6% entre as calibrações. Entretanto, 7% das câmaras analisadas apresentaram variações de N_k acima de 3,0%.

Conclusões: A maioria das câmaras apresentou variações dentro de limites esperados, porém cerca de 7% apresentaram variações superiores a 3,0% entre as calibrações. Isso indica a importância de testes periódicos de controle da qualidade entre as calibrações para o monitoramento da estabilidade da câmara. Esses resultados reforçam a importância do cumprimento da periodicidade das calibrações, estabelecida no regulamento NN CNEN 3.01, como parte importante para a garantia da segurança e eficácia dos tratamentos de braquiterapia, contribuindo para a confiança na dose entregue ao paciente.

Avaliação dosimétrica do equipamento Halcyon em tratamentos de radiocirurgia estereotáxica no serviço de radioterapia do Hospital São Lucas/PUCRS

Morato, L.¹; Goulart, L.¹., Guedes, M.¹; Giulia, F.¹, Linhares I.¹, Mergen C.¹,
Caldeira J., A.¹; Trinca, W.¹;

¹Departamento de Radioterapia – Hospital São Lucas/PUCRS

Contato: leonardo.morato@edu.pucrs.br

Introdução: Entre os diversos dispositivos de radioterapia, o Halcyon apresenta aplicações promissoras [1]. Sua utilização em tratamentos de técnicas de radiocirurgia estereotáxica fracionada (SRT) vem sendo amplamente estudado. Contudo, para implementar com segurança este equipamento para tratamentos de SRT são necessários estudos sobre sua entrega de dose. Dessa forma, este estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade dosimétrica do Halcyon na entrega de tratamentos de SRT para metástases intracranianas no Hospital São Lucas da PUC/RS.

Materiais e Métodos: Para avaliar a viabilidade dosimétrica do equipamento Halcyon em tratamentos SRT de fracionamento 3x900cGy serão comparados 28 planejamentos para esse equipamento com planejamentos previamente tratados no acelerador linear Trilogy, também disponível no departamento de Radioterapia do Hospital São Lucas-PUCRS.

Resultados Prévios e Discussões: Os planejamentos previamente entregues no acelerador Trilogy em nossa instituição possuem PTVs que variam entre 0.24 e 36.1cc. Para comparar os planejamentos serão avaliados cobertura de PTV, índices de conformidade do alvo, gradiente, V20Gy em volume de cérebro incluindo PTV e doses em órgãos em risco. Na literatura, estudos comparativos não apresentaram inferioridades dosimétricas significativas nos tratamentos com técnica de SRS coplanares [1].

Conclusões: A utilização do acelerador Trilogy para tratamentos de SRT é parte da rotina em nosso setor. Esperamos que a comparação entre planejamentos desta técnica no Trilogy e no Halcyon possa colaborar na implementação do uso do Halcyon em tratamentos de SRT no Hospital São Lucas-PUCRS.

Referências Bibliográficas

1. KNUTSON, Nels C. et al. Intracranial stereotactic radiation therapy with a jawless ring gantry linear accelerator equipped with new dual layer multileaf collimator. *Advances in radiation oncology*, v. 5, n. 3, p. 482-489, 2020.

Morato L., et al: **Avaliação dosimétrica do equipamento Halcyon em tratamentos de radiocirurgia estereotáxica no serviço de radioterapia do Hospital São Lucas/PUCRS** *Public.* v. 1.1, p. 03, 2024.

PowerBi como Ferramenta Integrada na Física Médica da Radioterapia

Coelho, Pedro.¹; Pena, Geovani.¹; Hashimoto, Mario.¹; Valentim, Marcelo.¹

Departamento Física Médica – CEBROM Oncoclínicas

Contato: pedrohdcoelho@gmail.com

Introdução: Existem algumas ferramentas para auxiliar os gestores na obtenção de indicadores e relatórios de uma operação, entretanto, a literatura relata poucas soluções para a radioterapia. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar uma ferramenta integrada para facilitar a tomada de decisão estratégica no âmbito assistencial e administrativa da radioterapia. Em seu escopo há integração de banco de dados, formulários e planilhas em um *dashboard online* de indicadores. Também contém relatórios de epidemiologia e de controles de qualidade bem como indicadores de tempo de atraso de máquina e tempo de tratamento, taxa de ocupação dos aceleradores lineares e outros dados relacionados ao relacionamento radioterapeuta-encaminhador-convênio.

Materiais e Métodos: Na primeira fase, a equipe de física médica identificou as principais planilhas, formulários e banco de dados de uso coletivo. Na fase dois, organizou-se os materiais em ambiente colaborativo online, Microsoft Excel e Forms. Nesta fase, ainda, a equipe de tecnologia local concedeu o acesso em modo leitura aos bancos de dados relevantes. Na fase três, fez-se ETF (extract-transform-load) e relacionamento de tabelas com Microsoft PowerQuery. Na última fase, foram construídos painéis através do Microsoft PowerBi e continuamente atualizados por meio da leitura das informações das conexões da etapa anterior e disponibilizados visualização em equipes via Microsoft Teams.

Resultados e Discussões: Foi implementado um conjunto de 6 (seis) painéis que resumem os diversos repositórios de dados captados na fase um do desenvolvimento, com dados estatísticos e indicadores pertinentes, possibilitando uma análise mais rápida e eficaz dos dados. É importante ressaltar que a segurança de acesso aos dados foi preservada, já que os acessos são exclusivamente via conta e autenticação corporativa.

Conclusões: Os *dashboards* estão disponibilizados em aplicativo multiplataformas e podem ser acessados simultaneamente por vários usuários. Em suma, a implementação da ferramenta integrada possibilita que os gestores do Cebrom Oncoclínicas tenham acesso mais simplificado e mais eficiente às informações principais dos repositórios de dados.

Avaliação da precisão no posicionamento automatizado do paciente por sistemas geradores de imagem com phantom para testes E2E

Andrade, L. C. ¹; Martínez, B. A¹; Oliveira, M. I.²

1- PTW Latin America; 2- Hospital Marcos Moraes

Contato: lucio.andrade@ptwdosimetry.com

Introdução: O perfeito posicionamento do paciente é fundamental para uma correta entrega da dose especialmente em tratamentos de radiocirurgia intra-craniana. Atualmente, sistemas de radioterapia guiada por imagem (IGRT) realizam a tarefa do posicionamento do paciente de SRS de forma automatizada, utilizando imagens do posicionamento do paciente no dia da entrega do tratamento tendo como referência a imagem utilizada no planejamento. Esse trabalho objetiva avaliar a precisão do algoritmo que realiza o deslocamento automático da mesa utilizando o phantom Ruby para testes End-To-End.

Materiais e Métodos: Foi utilizado o phantom Ruby em conjunto com os insertos LINAC QA e System QA Multimet. Foram obtidas imagens com sistemas IGRT com feixes nas faixas de kV/MV em um Synergy Full (Elekta) e avaliado a influência dos parâmetros tamanho de campo, região de interesse para definição do campo e ângulo de varredura em imagens de CBCT. Cada imagem foi obtida com variação dos parâmetros de influência e encontrado uma condição ótima para obtenção das imagens do paciente no dia de tratamento.

Resultados e Discussões: O Phantom Ruby possui linhas demarcadas em sua superfície que permite a reprodutibilidade no seu posicionamento em todas as imagens de amostra. A condição ótima para obtenção de imagens do paciente no dia de tratamento é a que apresenta menor diferença dos valores de correção fornecidos pelo sistema com relação aos valores de referência no manual do phantom. Os resultados mostram que a condição ótima desejada está nas imagens onde o parâmetro tamanho de campo configura menor exposição de áreas sem a presença do phantom e que ângulos de varredura maiores tendem a diminuir a diferença entre os valores fornecidos pelo sistema IGRT e os de referência no manual.

Conclusões: Conclui-se que o phantom Ruby é um equipamento versátil e que pode ser utilizado para a avaliação da precisão do algoritmo do posicionamento automatizado do paciente e na definição da condição ótima de obtenção de imagens no dia de tratamento.

Referências bibliográficas

[1] - Klein E. E., Hanley J. Bayouth J., et al. Task Group 142 Report: Quality Assurance of Medical Accelerators. Med. Phys. 2009;36(9):4197-4212.

Avaliação da precisão no posicionamento automatizado do paciente por sistemas geradores de imagem com phantom para testes E2E

Andrade, L. C. ¹; Martínez, B. A¹; Oliveira, M. I.²

1- PTW Latin America; 2- Hospital Marcos Moraes

Contato: lucio.andrade@ptwdosimetry.com

Introdução: O perfeito posicionamento do paciente é fundamental para uma correta entrega da dose especialmente em tratamentos de radiocirurgia intra-craniana. Atualmente, sistemas de radioterapia guiada por imagem (IGRT) realizam a tarefa do posicionamento do paciente de SRS de forma automatizada, utilizando imagens do posicionamento do paciente no dia da entrega do tratamento tendo como referência a imagem utilizada no planejamento. Esse trabalho objetiva avaliar a precisão do algoritmo que realiza o deslocamento automático da mesa utilizando o phantom Ruby para testes End-To-End.

Materiais e Métodos: Foi utilizado o phantom Ruby em conjunto com os insertos LINAC QA e System QA Multimet. Foram obtidas imagens com sistemas IGRT com feixes nas faixas de kV/MV em um Synergy Full (Elekta) e avaliado a influência dos parâmetros tamanho de campo, região de interesse para definição do campo e ângulo de varredura em imagens de CBCT. Cada imagem foi obtida com variação dos parâmetros de influência e encontrado uma condição ótima para obtenção das imagens do paciente no dia de tratamento.

Resultados e Discussões: O Phantom Ruby possui linhas demarcadas em sua superfície que permite a reprodutibilidade no seu posicionamento em todas as imagens de amostra. A condição ótima para obtenção de imagens do paciente no dia de tratamento é a que apresenta menor diferença dos valores de correção fornecidos pelo sistema com relação aos valores de referência no manual do phantom. Os resultados mostram que a condição ótima desejada está nas imagens onde o parâmetro tamanho de campo configura menor exposição de áreas sem a presença do phantom e que ângulos de varredura maiores tendem a diminuir a diferença entre os valores fornecidos pelo sistema IGRT e os de referência no manual.

Conclusões: Conclui-se que o phantom Ruby é um equipamento versátil e que pode ser utilizado para a avaliação da precisão do algoritmo do posicionamento automatizado do paciente e na definição da condição ótima de obtenção de imagens no dia de tratamento.

Referências bibliográficas

[1] - Klein E. E., Hanley J. Bayouth J., et al. Task Group 142 Report: Quality Assurance of Medical Accelerators. Med. Phys. 2009;36(9):4197-4212.

Avoidance Structure impact on DVH Estimates for Left Breast VMAT plans

Castelo, Joao.^{1,2}; Menezes, Danilo.^{1,2}; Bonifácio, Daniel.³

1 Física Médica – Grupo Oncoclínicas

2 Física Médica – Instituto de Radioproteção e Dosimetria

3 Física Médica – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Contato: jhmcastelo@gmail.com

Introduction: Avoidance structure (AvS) tool blocks beam entry and exit in contoured region of interest. We investigated the impact of this tool (blocking lungs + heart cropped 3 cm from target) on dose volume histogram (DVH) estimates.

Materials and Methods: A retrospective sample of 30 patients was selected. They were treated in 1 week for the whole breast. DVH metrics and DVH estimates were compared between plans with and without AvS for a Halcyon v2 linear accelerator (Varian Medical Systems, USA).

Results and Discussion:

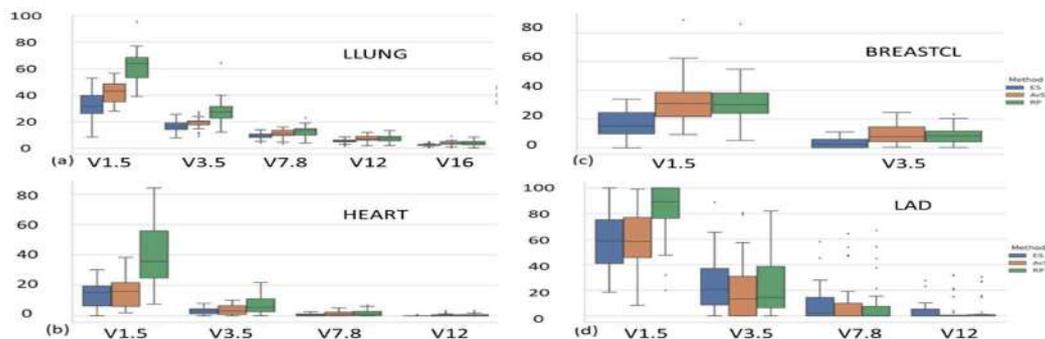


Figura 1: Relative cumulative DVH values for (a) left lung, (b) heart, (c) LAD, (d) right breast. DVH estimates are displayed as method ES, results from the plans without Avoidance Structure as RP (RapidPlan) and results from the plans with AvS as AvS.

Conclusions: DVH estimates are blind to the AvS tool. Except for the right breast, the AvS tool improved organs at risk sparing and did not worsen the coverage or hotspots.

References:

- [1] Costa, E., Richir, T., Robilliard, M., Bragard, C., Logerot, C., Kirova, Y., Fourquet, A., De Marzi, L.: Assessment of a conventional volumetric modulated arc therapy knowledge-based planning model applied to the new halcyon® o-ring linac in locoregional breast cancer radiotherapy. *Physica Medica* 86, 32–43 (2021)
- [2] Fogliata, A., Parabolici, S., Paganini, L., Reggiori, G., Lobefalo, F., Cozzi, L., Franzese, C., Franceschini, D., Spoto, R., Scorsetti, M.: Knowledgebased dvh estimation and optimization for breast vmat plans with and without avoidance sectors. *Radiation Oncology* 17(1), 1–11 (2022)

Desempenho de arcos cirúrgicos: taxas de kerma no ar típicas e qualidade de imagem ao longo de 5 anos

Souza, R. A.¹; França, M. C. C.¹; Daud, A. P.¹; Rocha, R. V. S.¹; Medeiros, R. B.^{1,2}; Freitas, M. B.^{1,3}

¹Programa de Residência em Área Profissional de Física Médica – UNIFESP

²Pós-Graduação em Cardiologia da Escola Paulista de Medicina – UNIFESP

³Departamento de Biofísica da Escola Paulista de Medicina – UNIFESP

Contato: ra.souza@unifesp.br

Introdução: O acompanhamento dos parâmetros de desempenho de equipamentos radiológicos com fluoroscopia ao longo dos anos permite caracterizar eventuais falhas nos equipamentos e/ou estabelecer linhas de base quantitativas para testes futuros. Para tanto, o objetivo geral deste estudo foi avaliar os valores de taxa de kerma no ar típicas em associação com os parâmetros de qualidade da imagem entregues por arcos cirúrgicos, ao longo de cinco anos, incluindo também a monitoração de área no entorno desses equipamentos.

Materiais e Métodos: Considerando os testes de controle de qualidade previstos pela instrução normativa nº91 da ANVISA, foram avaliados 11 arcos cirúrgicos de fabricantes diversos, instalados em quatro unidades hospitalares, no período de 2019 à 2023. Nas avaliações foi utilizado um conjunto diodo (modelo *Accu-Gold+*), eletrômetro e câmara de ionização (180 cm³) da *Radcal*, devidamente calibrados, para medição das taxas de kerma no ar e um simulador para avaliação de qualidade imagem e espalhamento da *CIRS* (modelo 903). A avaliação das imagens foi realizada utilizando o *software* ImageJ.

Resultados e Discussões: Ao longo dos cinco anos foram medidas taxas de kerma no ar típicas que variaram entre 3,88 e 30,00 mGy/min no modo baixo de exposição e entre 6,07 e 42,00 mGy/min, no modo normal. A análise da qualidade da imagem mostrou variação entre 1,2 e 2,4 pl/mm de resolução de alto contraste e o número de estruturas de baixo contraste visíveis variou entre 2 e 5 estruturas do simulador da *CIRS*.

Conclusões: A compilação do desempenho ao longo dos anos evidenciou os valores típicos para as taxas de kerma no ar e parâmetros de qualidade de imagem dos arcos cirúrgicos, permitindo estabelecer valores absolutos como linhas de base para testes futuros. Os valores de monitoração de área permitiram determinar o número de exposições máxima por semana, considerando os IOEs que participam dos procedimentos.

Viabilidade da radioterapia VHEE-FLASH em tumores hipóxicos

Rodrigues, Enio R.F.^{1,3}; Trombini, Henrique^{1,2,3}; Alva, Mirko.^{1,2,3}; Bonatto, Alexandre^{1,2,3}

¹ Grupo de Física de Feixes, ² PPGTIG e Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre³

Contato: enior@ufcspa.edu.br

Introdução: O crescimento dos tumores sólidos pode resultar em problemas vasculares, levando à hipóxia tumoral e à resistência à radiação. A radioterapia FLASH procura reduzir a toxicidade dos tecidos, mantendo a eficácia do tratamento. Uma abordagem promissora desta modalidade de radioterapia usa elétrons altamente energéticos (ou VHEE, do inglês *Very High Energy Electrons*), produzidos por aceleradores a laser, devido à sua eficácia e baixa sensibilidade a variações teciduais. Por tratar-se de uma nova modalidade terapêutica, o uso de simulações computacionais é crucial para explorar suas propriedades dosimétricas em tecidos com concentrações variadas de oxigênio ou em cenários hipóxicos. Esta pesquisa visa investigar as propriedades dosimétricas da radioterapia VHEE-FLASH em tumores com baixas concentrações de oxigênio por meio de simulações de Monte Carlo com o código TOPAS.

Materiais e Métodos: Oito tumores com frações distintas de oxigênio (O_2), caracterizado por densidades variadas e associações específicas com pressões de O_2 , foram simulados e posicionados no centro de uma geometria cilíndrica que simula a anatomia da cabeça de um adulto. Em cada simulação, 10^8 partículas primárias foram empregadas em um feixe VHEE, com distribuição Gaussiana na energia, com energia média de 250 MeV e com desvio padrão de 0,75 MeV, e no espaço com desvios padrão de 6,5 mm nas suas duas coordenadas transversais, x e y.

Resultados e Discussões: Os resultados mostraram uma correlação direta entre o aumento da pressão de oxigênio e a dose depositada nos tumores, análoga à correlação observada na literatura para feixes de fótons. Um aumento linear na deposição de energia foi observado à medida que a pressão de oxigênio excedia os valores hipóxicos. A análise do perfil de dose perpendicular ao eixo de radiação mostrou uma diferença de 5,44% na dose máxima entre tumores hipóxicos e normóxicos. Além disso, OER destacou a influência da presença de oxigênio na eficácia da radiação, mostrando uma sensibilidade aumentada em condições normóxicas

Conclusões: Considerando os resultados obtidos neste trabalho, um feixe de elétrons VHEE com os parâmetros adotados possui carga total de aproximadamente 16 pC, depositando uma dose de aproximadamente 10 mGy no tumor hipóxico. Assim, para atingir as taxas de dose necessárias à observação do efeito FLASH, seria necessário fornecer feixes de elétrons com os parâmetros descritos a uma taxa de repetição igual ou superior a 4 kHz. Apesar dos atuais aceleradores clínicos não terem essa capacidade, avanços em tecnologias de laser e LWFA podem viabilizar a obtenção do FLASH no futuro.

Comparação Dosimétrica entre Diferentes Algoritmos de dose, utilizando a técnica de VMAT para alvos pequenos, no fantoma Ruby da PTW, com diferentes insertos de heterogeneidade

Nascimento, L.¹; Barbosa, W.¹; Pinheiro, B.²; Silva, L.²

¹Instituto de Física - Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Instituto Nacional de Câncer (INCA)

Contato: lucasfnascimento@ufrj.br¹

Introdução: Com o progresso da radioterapia, tratamentos como VMAT, destacam-se pela necessidade de um cálculo de dose altamente preciso, dada a complexidade na entrega adequada da dose em meios heterogêneos e na maioria das vezes com alvos bem pequenos. Com o esse intuito diferentes algoritmos surgiram nos últimos anos. Com tantos algoritmos disponíveis no mercado, surge a dúvida de qual usar? O RTOG 0813, por exemplo, não recomenda o uso do algoritmo *Pencil beam*, no cálculo de dose, com campos pequenos de VMAT, no pulmão. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo comparar alguns dos principais algoritmos disponíveis no mercado (*Pencil beam*, AAA e Acuros) com os valores medidos por câmaras de volumes pequenos (*Pinpoint-PTW*), que possuem fatores de calibração rastreados por laboratórios padrão primários, utilizando o fantoma Ruby com insertos de heterogeneidades irradiados com a técnica de VMAT em alvos de tamanho pequenos, adequados para radiocirurgia.

Materiais e Métodos: O fantoma Ruby com 3 insertos de diferentes densidades (osso, cérebro e pulmão) e uma câmara de ionização, *Pinpoint* 3D volume 0,016 cm³, foi tomografado. Em seguida, o volume sensível da câmara foi contornado no sistema de planejamento eclipse 13.1® da Varian. Na sequência, três planejamentos, com três algoritmos diferentes: *Pencil Beam*, AAA e Acuros, utilizando a técnica de VMAT, foram realizados, com o volume da câmara simulando o alvo. Após o planejamento, o phantom foi irradiado no Acelerador Linear Varian® Clinac CX® equipado com um MLC Millenium 120 HD e um feixe de fótons de 6 MV, com a câmara de ionização posicionada no centro e com todos os insertos de heterogeneidade citados. Por fim, os valores de dose medidos com a câmara foram comparados com os obtidos pelo sistema de planejamento para os diferentes algoritmos de dose.

Resultados e Discussões: Nesse estudo, os resultados preliminares encontrados mostraram, que para a técnica de VMAT com alvos pequenos, e com o feixe atravessando as heterogeneidades, osso, cérebro e pulmão, o algoritmo Acuros se mostrou o mais exato, cujo os valores se aproximaram do medido com a câmara rastreada por laboratório padrão primário. Este fato se justifica pela sua aleatoriedade inerente ao método, que utiliza a constante de Boltzmann. Na sequência foram o AAA e o *PB*.

Conclusões: Os resultados indicam que algoritmo Acuros, utilizando a técnica de VMAT em alvos pequenos, foi o que mais se aproximou do valor de dose medido, seguido pelo AAA e pelo *Pencil beam*.

Usando TOPAS MC para ver como a heterogeneidade osso/água afeta feixes monoenergéticos de prótons

T. Vasconcelos¹, R. Neto¹, L. Nascimento¹, T. Andrade¹, L. da Rosa² and S. Cardoso¹

¹ Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN), Rio de Janeiro, Brasil

Contato: tsvasconcelos94@gmail.com

Introdução: O alcance de prótons em um meio, determinado pela posição do pico de Bragg, depende principalmente da energia do feixe e do *stopping power* do alvo. Por isso, é importante considerar a heterogeneidade dos tecidos durante o planejamento de tratamento, de modo a proteger órgãos de risco. O objetivo deste trabalho é estudar a influência de heterogeneidade osso/água em feixes monoenergéticos de prótons usando simulações Monte Carlo com o TOPAS (*Tool for Particle Simulation*)^[1,2].

Materiais e Métodos: Nas simulações, foram usados os materiais para ar, água e plástico equivalente a osso definidos na base de dados do TOPAS (Geant4) como "Air", "G4_WATER" e "G4_B-100_BONE". As características do mundo (ar, seco) e do feixe (paralelo, campo de 5 x 5 cm², espalhamento central de 15%) se mantiveram as mesmas para as três energias usadas (70, 100 e 120 MeV). Dois *phantoms* simples de cabeça foram usados. O primeiro era uma caixa (12.8 x 18.0 x 22.0 cm³) de água; e o outro era composto de uma fina camada (0.8 x 18.0 x 22.0 cm³) de osso na frente de uma caixa (12 x 18 x 22 cm³) de água (mantendo as proporções de 12.8 x 18.0 x 22.0 cm³).

Resultados e Discussões: A Figura 1 compara a deposição de dose em profundidade (PDD) nos dois *phantoms* para prótons de 100 MeV. As curvas foram normalizadas para 100% na dose máxima.

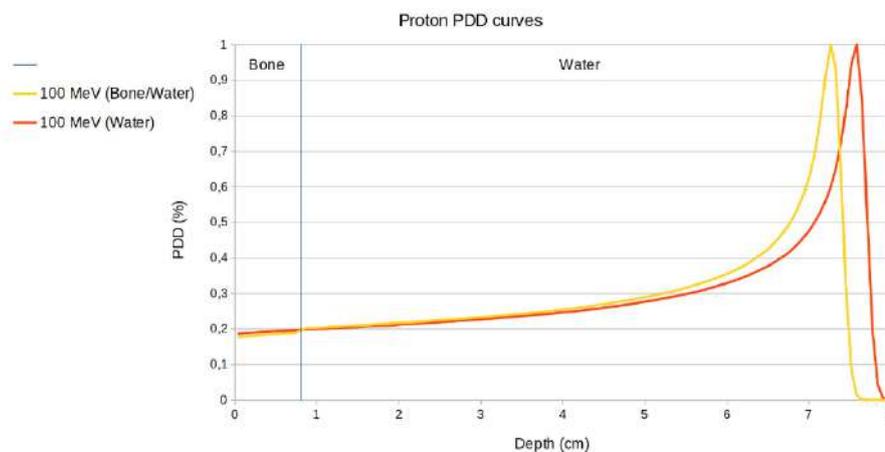


Figura 1: A curva vermelha representa a dose no *phantom* de água; a curva amarela representa a dose no *phantom* de osso e água; a linha azul indica a interface osso-água no *phantom* da curva amarela.

Conclusões: De acordo com nosso objetivo, acreditamos ter demonstrado que uma fina camada de osso é capaz de afetar o alcance de prótons em tecido mole, modificando a posição do pico de Bragg.

Referências bibliográficas:[1] J Perl, J Shin, J Schümann, B Faddegon, H Paganetti. "TOPAS: an innovative proton Monte Carlo platform for research and clinical applications." *Med Phys.* 2012 Nov; 39(11):6818-37. [2] B Faddegon, J Ramos-Méndez, J Schümann, A McNamara, J Shin, J Perl, H Paganetti. "The TOPAS Tool for Particle Simulation, a Monte Carlo Simulation Tool for Physics, Biology and Clinical Research." *Phys Med.* 2020 Apr 02; 72:114-121. PMID: 32247964. PMCID: PMC7192305.

Avaliação da deposição de dose por diferentes placas de braquiterapia oftalmológica utilizando simulação Monte Carlo

Balczareki, G.¹; Ramon, P.¹; Quevedo, A.²; Corrêa, P.¹; Pianoschi, T.¹

¹Curso de bacharelado em Física Médica – Universidade de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA, Porto Alegre, RS, Brasil

²Departamento de Ciências de Saúde – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Jaú, SP, Brasil.

Contato: gabriela.balczareki@ufcspa.edu.br

Introdução: A braquiterapia oftalmológica utiliza fontes radioativas, próximas à região a ser tratada, para a irradiação do globo ocular, com a finalidade de reduzir o volume tumoral e preservar as regiões sadias adjacentes. Tem-se como objetivo comparar a dose depositada por profundidade em diferentes placas de braquiterapia oftalmológica.

Materiais e Métodos: As placas de braquiterapia foram modeladas usando o código de simulações Monte Carlo PENELOPE. As placas emissoras de elétrons, de modelo CCA, CCB (Ru-106) e SIA.6 (Sr-90) possuem espessura total de 1 mm, sendo 0,8 mm constituído de material de blindagem e 0,2 mm de um filme de material radioativo, com diâmetros respectivos de 15,3 mm, 20,2 mm e de 15 mm. Enquanto as placas emissoras de fótons modelo ROPES (Pd-103 e I-125) possuem diâmetros de 15 mm com 10 fontes seladas, possuindo espessuras de 1 mm e 2 mm, respectivamente.

Resultados e Discussões: A comparação entre as placas de Ru-106 demonstram similaridade na deposição de dose por profundidade no eixo axial, possuindo uma diferença máxima de 0,9 p.p no primeiro pixel fora da fonte. Já a placa de Sr-90 quando comparada às placas de Ru-106, demonstrou um rápido decaimento da dose ao longo da profundidade, com diferenças de 26,55 p.p e 26,59 p.p, respectivamente. Por outro lado, a comparação entre as placas modelo ROPES apresentou semelhança na deposição de dose, com uma diferença máxima de 9,18 p.p. Dessa forma, nota-se uma influência no comportamento do padrão de posição de dose por profundidade a partir da mudança do tipo de radiação.

Conclusões: Evidenciou-se a importância da seleção criteriosa do tipo de radiação e da fonte mais apropriada para cada tumor, considerando seu diâmetro, espessura e localização.

Comparação entre ICVI™, MultiMet e MPC para verificação de isocentro em plataforma Truebeam™

Oliveira, Lucas.¹; Santos, Matheus.¹; Delbem, Lucas.¹; Pieri, Karen¹, Medrado, Daniela¹, Calado, Jose¹

Real Instituto de Radioterapia – Real Hospital Português¹

Contato: lucasmartins2809@gmail.com

Introdução: A verificação do isocentro é um dos testes de controle de qualidade mais importantes em Aceleradores Lineares (AL) que executam tratamentos complexos, tais como Radiocirurgia Estereotáxica (SRS). O objetivo desse estudo foi comparar 3 métodos para a análise do tamanho do Isocentro: (i) sistema de intertravamento e verificação do colimador cônico integrado (ICVI), (ii) MultiMet (MM) e (iii) Verificação de desempenho diário da máquina (MPC). Tais testes possuem a finalidade de verificar se o isocentro do AL está dentro da especificação do fabricante, fazendo parte do programa de controle de qualidade.

Materiais e Métodos:

A aquisição de dados consiste em uma série de 30 imagens obtidas com uma esfera metálica de 7,5 mm posicionada no Isocentro para o ICVA, de 15 imagens para o MM com uma esfera metálica de 5 mm no Isocentro e 39 imagens do IsoCal Phantom que possui 16 esferas de 5mm. O teste geométrico visa estimar o tamanho do isocentro de tratamento e sua coincidência com o dispositivo de imagem. A ferramenta integrada na plataforma do AL analisa de maneira automática as imagens, determinando a distância entre o centro do círculo formado pela imagem da esfera até o centro do sistema de imagem do AL (ICVA e MM) e através do feixe central e a posição esperada das esferas (MPC). Cada imagem é analisada separadamente, contemplando vários ângulos de gantry, colimador e mesa.

Resultados e Discussões:

Os valores do tamanho do isocentro variaram de 0,44 mm a 0,68mm, 0,28 mm a 0,43 mm e 0,25 mm a 0,30, correspondendo respectivamente ao ICVA, MM e MPC. De modo que não houve uma correlação clara de tendência do tamanho do Isocentro entre os três métodos.

Conclusões:

Os resultados demonstraram que o ICVA é a ferramenta que mais se aproximou das medidas executadas pelo fabricante, ISOLOCK para acompanhamento do Isocentro, sendo então o método mais indicado para avaliação do isocentro devido a sua precisão e acurácia.

Nanopartículas biodegradáveis em radiodiagnóstico e radioterapia

de Faria, CMG.¹; Bissoli, M.¹; Spinelli, A.², Vago, R.², Amendola, V.¹

¹ Dipartimento di Scienze Chimiche – Università degli Studi di Padova, IT

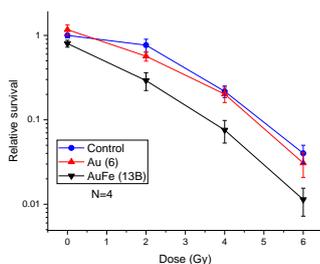
² Urological Research Institute/Experimental Imaging – Ospedale San Raffaele, IT

Contato: claramaria.goncalvesdefaria@unipd.it

Introdução: Nanopartículas de ouro têm sido estudadas para deposição de dose mais localizada e precisa dentro dos tumores e uma maior proteção dos tecidos normais adjacentes devido a sua alta seção de choque que aumenta a dose local. No entanto, há a preocupação com sua persistência nos órgãos por longos períodos pós administração. Sua conjugação com ferro pode superar essa limitação ao se tornar um sistema autodegradável, característica recentemente relatada em ligas de ouro-ferro obtidas por ablação a laser em líquido (LAL). Neste estudo, investigamos o potencial desses sistemas como agentes de contraste para tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM), e sua eficácia em aumentar os efeitos da radiação em tumores.

Materiais e Métodos: Formulações com diferentes proporções de ouro-ferro foram testadas (90/10, 25/75, 100/0) com diferentes revestimentos. Experimentos de radiação foram realizados usando um irradiador pré-clínico de raios-X (SmART, Precision XRay) a 225 kV, com uma corrente de 13 mA.

Resultados e Discussões: Diferentes nanopartículas foram testadas em células de câncer de próstata e células normais em termos de toxicidade, eficácia de rádio-sensibilização, produção de ROS e danos ao DNA. No ensaio clonogênico, observamos uma diminuição dependente da dose na sobrevivência para ambas as NPs Au e AuFe, como esperado, e um efeito de rádio-sensibilização para este último.



Conclusões: Neste estudo, demonstramos formulações que apresentam baixa toxicidade em células e aumentam o efeito da radiação em modelo tumoral de próstata. No geral, apresentamos a viabilidade de avançar o estudo para modelos de tumores in vivo.

Figura 1 – Resultado de sobrevivência a radiação em função da dose por ensaio clonogênico, linha preta representa o grupo AuFe (N=4).

Avaliação da dose em múltiplas metástases cranianas, com isocentro único, após a indução de erros

Barbosa, W. ¹; Nascimento, L. ¹; Pinheiros, B.²; Silva, L.².

¹Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Instituto Nacional de Cancer (INCA)

Contato: wesramos20@gmail.com¹

Introdução: A radiocirurgia é um tipo de tratamento que emprega radiação ionizante, em alvos pequenos intra-cranianos, de maneira precisa, com altas doses por fração, visando a ablação do alvo específico. A Radiocirurgia intra- Craniana tradicional, com múltiplos isocentros, para tratamento de várias metástases cerebrais, prolonga o tempo de tratamento [1]. A técnica mais recente, VMAT com único isocentro (SIVMAT), reduz significativamente o tempo de tratamento ao tratar múltiplos alvos simultaneamente. Embora SIVMAT mantenha uma distribuição de dose eficaz, a precisão do posicionamento do paciente é crucial devido à variação na localização do isocentro de planejamento em relação aos alvos. Erros rotacionais e translacionais no posicionamento do paciente afetam a distribuição de dose, especialmente considerando o tamanho e a distância do alvo ao isocentro [2]. Portanto, o objetivo do trabalho é avaliar o impacto desses erros na cobertura de dose para volumes tumorais intra-cranianos.

Materiais e Métodos: O fantoma Ruby da PTW com duas câmaras de ionização *pinpoints* (PTW) de volume 0,016 cm³ foi tomografado. Em seguida, os volumes das câmaras de ionização foram contornados, no sistema de planejamento eclipse 13.7®, e transformados em estruturas alvos com uma margem de 3mm (PTV). Em seguida, foi realizado o planejamento utilizando a técnica de VMAT com apenas um isocentro. Na sequência foram feitos outros cinco planejamentos, com VMAT, com a indução de erros no isocentro de 1 a 5mm. Após essa etapa os planos foram irradiados no fantoma com as câmaras inseridas e medindo a dose para os seis planejamentos (1 sem erro e cinco com erros).

Resultados e Discussões: Este estudo preliminar sugere que, ao tratar múltiplas metástases cerebrais com um único isocentro, a cobertura de dose nos alvos diminui à medida que a distância do isocentro aumenta. Esse efeito é especialmente significativo em lesões pequenas, levando a uma entrega de dose que difere do planejado.

Conclusões: Os resultados mostraram que um deslocamento no isocentro pode estar associado a um erro ampliado na lesão, resultando em uma subdose nos volumes alvos.

Referências bibliográficas: [1] PEREIRA, Iany Keviny Martins et al. A EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DA TELETAPIA: 2D AO VMAT. **Revista Científica Eletrônica Race Interdisciplinar**, v. 1, 2021. [2] SILVA, Diego da Cunha Silveira Alves et al. GT 2301: Documento Técnico de Radiocirurgia Brasileiro. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 17, p. 738-738, 2023.

DETERMINAÇÃO DE NÍVEIS DE TOLERÂNCIA E AÇÃO PARA PSQA

Fernandes, A. N. S.¹; Lopes, E. O. M.¹; Ferreira, I. C.¹, Cunha, D.¹, Machado, D. W. L.¹

¹Departamento de Radioterapia – Hospital de Amor de Barretos

Contato: anaclara.sfernandes01@gmail.com

Introdução: Avaliar a precisão dos planejamentos em radioterapia com técnicas de intensidade modulada através da análise gama é fundamental para garantir a qualidade do sistema de entrega de doses. Essa avaliação examina a concordância entre o plano de tratamento estabelecido no sistema de planejamento e o tratamento administrado pelo Acelerador Linear (AL), utilizando critérios de diferença de dose e distância. O objetivo é calcular a proporção de pontos que atendem aos critérios de aceitação do índice gama em relação ao total de pontos avaliados. O relatório do TG218 da AAPM sugere estabelecer níveis de controle institucionais para diferentes sítios anatômicos, uma vez que abordagens distintas são utilizadas em planejamentos distintos.

Materiais e Métodos: Foram realizadas medições de 104 PSQA de IMRT no AL Elekta Synergy® com o ArcCHECK, abrangendo os sítios de Cabeça e Pescoço (C&P), Tórax, Mama, Pelve e Próstata. Foi adotado para a avaliação gama o critério de dose absoluta, normalização global e diferenças de no máximo 3%-3mm.

Resultados e Discussões: Utilizando a metodologia descrita no TG218 foram calculados os limites de controle para cada sítio anatômico. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

LIMITES	SÍTIO ANATÔMICO				
	C&P	TÓRAX	MAMA	PELVE	PRÓSTATA
LT (%)	88,9	90,4	88,6	89,0	91,6
LA (%)	83,9	85,8	88,5	87,6	87,3
n	25	5	5	30	39

Tabela 1: Limites de tolerância (LT), ação (LA) e tamanho da amostra (n) para cada um dos sítios anatômicos analisados.

Apesar da limitação no tamanho das amostras para os sítios de tórax e mama, os limites de controle foram calculados.

Conclusões: Foram estabelecidos os limites de controle para análise dos PSQA de IMRT para diferentes sítios anatômicos do AL Elekta Synergy.

PHANTOM-TELLES: SISTEMA DE MEDIDAS PONTO A PONTO PARA PROCEDIMENTOS DOSIMÉTRICOS EM RADIOTERAPIA

Filho, N.¹;

Departamento de Física – Universidade de Sergipe

Contato: prgamesmk@gmail.com

Introdução: O trabalho se refere ao Phantom-Telles: Sistema de Medidas Ponto a Ponto para Procedimentos Dosimétricos em Radioterapia. Phantom é um simulador comumente usado na dosimetria para estimar a dose no meio simulador, como a água por exemplo. Assim, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema de medidas ponto a ponto para obtenção de parâmetros dosimétricos de feixes de aceleradores lineares de radioterapia.

Materiais e Métodos: Foram utilizados motores da estrutura X, Y e Z, para a movimentação do detector nas três dimensões, além da câmara de ionização que é utilizada como o detector do phantom. Como também foi desenvolvido um modelo matemático, o software Focal, que utiliza aproximações da Equação de Transporte para simular a propagação de radiação em um meio.

Resultados e Discussões: Os resultados derivam da validação do Phantom-Telles, realizada no Real Hospital Portugues de Beneficiencia de Pernambuco, em comparação ao Phantom-IBA no presente local. A partir destes testes foram possíveis analisar o PDD (percentage depth dose curve) e Perfil de Dose com relação ao Phantom-IBA, em diversas profundidades de 1,5 cm até 20 cm nos campos 5 x 5; 10x 10 e 20 x 20. Essas medidas foram de suma importância para validar o método ponto-a-ponto frente ao método de varredura, em que as medidas para todos os campos foram coincidentes, como também, buscando avaliar o perfil de dose foi possível notar que as diferenças entre os dados de doses relativas entre os três métodos apresentaram variação máxima de 0,4%.

Conclusões: A implementação do phantom-Telles como uma alternativa aos phantoms comerciais revelou-se viável após a análise dos resultados das medidas realizadas para a sua validação, considerando comparações com dados obtidos de medições com o phantom-IBA. Portanto, a criação do phantom-Telles possibilitou a introdução de uma nova metodologia de medição de PDD e perfil de dose de feixes de aceleradores lineares empregados em radioterapia.

Dosimetria gel 3D por Tomografia Computadorizada Óptica para verificação de dose em aplicadores de Ru-106 utilizados na Braquiterapia Oftálmica

Costa, E. P¹; Delgado, G.M.²; Silveira, M.A³ Pavoni, J.F.⁴

Departamento Física – Universidade de São Paulo (Campus Ribeirão Preto)

Contato: eduardacosta@usp.br

Introdução: A verificação de dose na Braquiterapia oftálmica é uma tarefa desafiadora, devido ao alto gradiente de dose e a geometria do aplicador oftálmico, que possui forma de calota esférica. O objetivo deste trabalho é fornecer uma verificação de dose em aplicadores de Ru-106, utilizando dosímetro de gel combinado com aquisição de imagens por tomografia computadorizada óptica (TCO).

Materiais e Métodos: Um simulador plástico de formato esférico ($D=2,9$ cm) é preenchido com gel Fricke e irradiado com uma dose de 14 Gy (6h) pelo aplicador COC de Ru-106. Em seguida, o simulador é escaneado com o TCO [1]. As distribuições de dose foram reconstruídas e comparadas com os valores do certificado de calibração.

Resultados e Discussões: A Figura 1 apresenta os resultados obtidos e a sua comparação com os resultados esperados pelo certificado de calibração do aplicador.

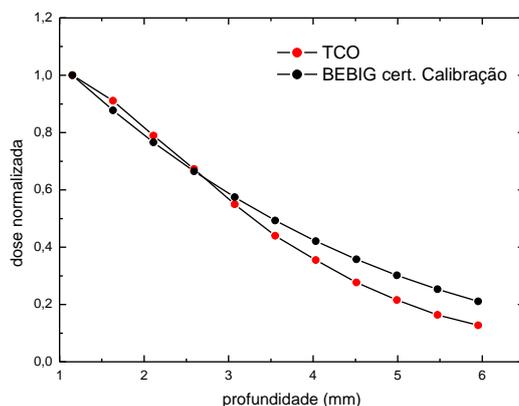


Figura 1: curvas normalizadas de TCO e certificado de calibração.

Conclusões: Foi feito um estudo preliminar para verificação da dose da fonte de Ru-106 utilizando gel Fricke e tomografia computadorizada óptica.

Referências bibliográficas

[1] Silveira M. A., *et al*: 3D dosimetry by optical-ct and radiochromic gel dosimeter of a multiple isocenter craniospial radiation therapy procedure. **Gels**, MDPI. v. 8, p. 582, 2022.

Atuação do Físico Médico na Prevenção de Incidentes em Radioterapia

Santos, A.¹.

Departamento de Física – Universidade Federal de Sergipe

Contato: 2003.alannasantos@gmail.com

Introdução: A radioterapia é um método clínico que consiste no tratamento de tumores empregando técnicas que envolvem feixes de radiação ionizante sendo necessário estabelecer normas para garantir a segurança tanto dos pacientes quanto da equipe. Entre 1986 e 2023, foram registrados 1007 incidentes em radioterapia no banco de dados da Safety in Radiation Oncology (SAFRON). Geralmente, esses incidentes resultam da negligência nos protocolos e de falhas nos equipamentos e softwares. Assim, este estudo visa analisar os incidentes relatados na literatura e analisar como o físico médico pode atuar na prevenção destes.

Materiais e Métodos: Cerca de 1750 relatos de incidentes foram analisados do banco de dados da SAFRON, dos quais, 200 foram identificados pelo físico médico. Além disso, foram revisadas normas e resoluções da Agência Internacional de Energia Atômica, da Comissão Nacional de Energia Nuclear e do Ministério da Saúde para correlacionar a função do físico médico na prevenção de incidentes.

Resultados e Discussões: Os incidentes identificados pelo físico incluíram procedimentos inadequados, erros no planejamento, falha em equipamentos e softwares, comunicação deficiente, falta de habilidades, desgaste físico e falta de discernimento. Suas responsabilidades como físico incluem a participação na elaboração do tratamento, o controle de qualidade dos equipamentos e instrumentos, a realização de programas e treinamentos de proteção radiológica, entre outros, conforme a Resolução-RDC n° 20/06.

Conclusões: Os físicos médicos desempenham um papel crucial na prevenção de incidentes em radioterapia conforme as diretrizes da RDC n° 20/06. Ao comparar suas funções com os incidentes analisados, é evidente que sua participação ativa pode prevenir tais ocorrências.

Terapia complementar e integrativa biofísica magnética e de infravermelho longo no tratamento da dor crônica e inflamação osteomuscular com uso de aparelho terapêutico durante o sono.

Complementary and integrative biophysical magnetic and far infrared therapy in the treatment of chronic pain and musculoskeletal inflammation using a therapeutic device during sleep.

Glauson F. Chaves¹

¹Secretaria de Estado de Saúde, Brasília, Distrito Federal, Brasil

¹Escola de Aperfeiçoamento de Profissionais de Educação, Brasília, Brasil

¹Núcleo de Pesquisas e Saúde Master Science, Maringá, Paraná, Brasil

Resumo

Este artigo apresenta uma proposta de intervenção terapêutica em prática complementar e integrativa biofísica (PCIB), com uso de campo magnético e infravermelho longo, combinados em sistema de terapia eletromagnética para uso durante o sono, para o tratamento da inflamação e da dor crônica osteomuscular. Foi investigado um grupo de 80 pacientes diagnosticados com doença crônica a mais de 12 meses, submetidos a conduta médica convencional e sob indicação de terapêutica complementar. Nossa hipótese é que o uso combinado da magnetoterapia de baixa intensidade, da ação do infravermelho longo e da ergonomia do aparelho terapêutico, durante o sono noturno de 7 a 9h, favorecerão a diminuição da dor, desinflamação e melhoria da qualidade de vida dos usuários. Para identificação do grupo de estudo utilizou-se anamnese em conjunto ao questionário de Órebro Musculoskeletal Screening Questionnaire (OMSQ), em conjunto com a escala multidimensional de avaliação de dor (EMADOR) e verificação resumida do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI). A amostra foi dividida em 4 grupos conforme a energia terapêutica biofísica indicada para o tratamento das doenças osteomusculares com ergonomia, infravermelho longo, magnetismo e vibroterapia. Foram utilizados os sistemas de terapias por energia eletromagnética marca Teralife® com espumas de densidades progressivas ergonômicas, campos magnéticos estáticos de 80mT, infravermelho longo na faixa de emissividade de 4 a 14µm e motor elétrico de rotação de geração vibracional mecânica de torque 14,63gf.cm. A observação final da conduta terapêutica foi de melhoria nos aspectos da dor, da inflamação e na qualidade do sono em doenças distintas e com sintomas combinados, sendo então que a terapia complementar e integrativa biofísica com uso de campos magnéticos e infravermelho longo mostraram-se relevantes no tratamento da inflamação e dor crônica durante o sono.

Palavras-chave: medicina integrativa; física médica; biofísica; magnetoterapia; infravermelho longo; práticas integrativas e complementares em saúde.

Avaliação dos Métodos Iterativos MLEM e OSEM para Reconstrução de Imagens de SPECT Ósseas Utilizando Simulações Monte Carlo Evaluation of Iterative Methods MLEM and OSEM for Bone SPECT Image Reconstruction Employing Monte Carlo Simulations

Wallifer R. de Lima.¹, Fernando K. S. Garcia.¹, Thamy D. M. Santos.¹, Diego M. da Cunha.¹

¹Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais

Resumo

A cintilografia óssea é um dos principais exames indicados para a avaliação do sistema esquelético. Para conseguir identificar alterações com mais precisão, pode ser indicada a técnica de SPECT (Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único). Entretanto, a qualidade da imagem em SPECT é dependente do método e dos parâmetros de reconstrução empregados. Dentre os métodos de reconstrução, destacam-se os métodos iterativos *Maximum Likelihood Expectation Maximization* (MLEM) e *Ordered Subset Expectation Maximization* (OSEM), capazes de alcançar uma melhor resolução espacial e razão contraste-ruído. Este trabalho tem como objetivo a avaliação dos métodos iterativos de máxima probabilidade de maximização de expectativa (MLEM) e OSEM para a reconstrução de imagens de SPECT ósseo, a fim de identificar os parâmetros de reconstrução otimizados para cada técnica. A aquisição das imagens das projeções foi realizada utilizando-se o método Monte Carlo por meio do software SIMIND para simulação computacional da aquisição do sinal em uma gâma câmara. A reconstrução das imagens foi realizada utilizando-se os métodos MLEM e o OSEM com iguais números de iterações, e este último com 2, 4, 8 e 16 subconjuntos. A análise das imagens reconstruídas foi realizada a partir da razão sinal-ruído (SNR), contraste (C) e razão contraste-ruído (CNR) entre regiões de alta e baixa captação do radionuclídeo. Os resultados mostram que a técnica OSEM fornece imagens com maiores valores de contraste e CNR que a MLEM, para um menor número de iterações. Em particular, a OSEM com 8 e 16 subconjuntos forneceu os maiores valores de CNR em 6 e 2 iterações, respectivamente. O aumento do número de iterações, a partir desses valores tende a reduzir a qualidade da imagem, pelo aumento do nível de ruído. De forma geral, os resultados obtidos apontam para a importância da otimização dos parâmetros de reconstrução dos métodos iterativos.

Palavras-chave: Cintilografia óssea; SPECT; Monte Carlo; métodos iterativos

A Proteção Radiológica em Ambientes de Medicina Veterinária de Aracaju: Observações de Inspeção Sanitária

Radiological Protection in Veterinary Medicine Environments in Aracaju: Sanitary Inspection Observations

GUEDES, B. D. O.^{1,2}, NOVAIS A. A.³, ATTIE, M. R. P.², CAMPOS, L.², SOUZA, D.N.²

¹*Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte, Brasil*

²*Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil*

³*Secretaria Municipal de Saúde, Prefeitura Municipal de Aracaju, Aracaju, Brasil*

Resumo

A medicina veterinária está sujeita às práticas radiológicas. Nos últimos anos, o uso da radiografia, tomografia computadorizada e ultrassonografia cresceram no ramo veterinário. Para esse uso, são necessários cuidados com a proteção radiológica, como pede a Resolução RDC nº 611. Neste trabalho são discutidas as principais desconformidades de radioproteção observadas em estabelecimentos de radiologia veterinária de Aracaju, SE, a partir de dados obtidos em inspeção da Vigilância Sanitária Municipal ocorrida em 2023. Nesta cidade, os tais serviços não eram inspecionados há 10 anos. Dentre as não conformidades, foi identificado ausência do uso de vestimentas de proteção radiológica (VPR) e de dosímetros pessoais pelos profissionais. Também foi constatado médicos veterinários atuando na imobilização de animais durante exame radiodiagnóstico. Em revisão bibliográfica, observou-se que alguns desses problemas são recorrentes em outras cidades e países. Buscando-se entender sobre a formação desses profissionais, foram analisadas as ementas das disciplinas de um dos cursos de Medicina Veterinária ofertado em Aracaju, constatando-se a ausência do tema proteção radiológica no seu teor. Dessa forma, a insuficiência de conhecimentos sobre proteção radiológica identificada a partir das práticas desses profissionais formados pode ser justificada. Portanto, ações promotoras de formação sobre práticas de proteção radiológica e inspeções sanitárias mais frequentes se fazem necessárias para conscientizar os seus profissionais acerca da segurança radiológica, e para que manter os estabelecimentos veterinários em conformidade com as diretrizes de organização e adequado funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica.

Avaliação da exposição médica e ocupacional durante procedimentos de drenagem biliar percutânea trans-hepática utilizando simuladores antropomórficos adultos de referência e simulação Monte Carlo
Assessment of medical and occupational exposure during percutaneous transhepatic biliary conduction procedures using adult anthropomorphic reference simulators and Monte Carlo simulation

Daniela S. Souza¹, L. P. Neves^{1,2}, A. P. Perini^{1,2}, Carla J. Santos¹, William S. Santos^{1,2}

¹*Faculdade de Engenharia Elétrica, Pós Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil*

²*Instituto de Física (INFIS-UFU) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil*

Resumo

Neste estudo foi feita uma avaliação das exposições médicas e ocupacionais em procedimentos intervencionista de drenagem biliar. Foi investigado de como o tamanho de campo e a variação da tensão no tubo pode afetar os valores de coeficientes de conversão (CCs) para dose equivalente e efetiva usadas para avaliar os riscos das exposições do paciente e dos profissionais médicos. O estudo foi realizado usando simuladores antropomórficos computacionais de referência feminino FASH3 e masculino MESH3 construídos com base nos dados anatômicos e antropométricos da ICRP 89. Os CCs normalizados pelo o PKA foram calculados para um conjunto cenários de exposição. Em cada cenário, foram utilizados simultaneamente dois simuladores antropomórficos implementados no código MCNPX 2.7.0 para representar um médico e um paciente. As projeções utilizadas foram a ânterpo-posterior (PA), oblíqua anterior esquerda e direita (LAO25 e RAO25). Os resultados mostram que à medida que aumenta o tamanho de campo e a tensão no tubo, os valores dos CCs aumentam sensivelmente para todos os indivíduos estudados.

Palavras-chave: radiologia intervencionista; exposição ocupacional; drenagem biliar; simulação computacional; Monte Carlo.

Avaliação da Metodologia de Seleção de Dosímetros Termoluminescentes (TLD) Submetidos à Baixas Doses para a Medição das Taxas de Kerma no Ar no Repositório de Rejeitos Radioativos Provenientes do Acidente com ^{137}Cs em Goiânia.

Evaluation of the Methodology for Selection of Thermoluminescent Dosimeters (TLD's) Submitted to Low Doses for Measuring Air Kerma Rates in the Repository of Radioactive Waste from the ^{137}Cs Accident in Goiânia.

Stefany Gabrielle Rosa de Queiroz^{1,2}, Raiany Carvalho Batista¹, Daniel Anderson Rodrigues^{1,2}, Rugles César Barbosa¹

¹Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Abadia de Goiás, Brasil

²Instituto de Física, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil

Resumo

Este trabalho apresenta a metodologia de seleção de dosímetros termoluminescentes (TLD), do tipo TLD 100 (LiF:Mg,Ti), adotada pelo Laboratório de Radioproteção do Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CRCN-CO), órgão vinculado à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). O processo envolve a escolha de 50 pastilhas termoluminescentes, com base em sua aparência visual, seguido de sua limpeza para remover impurezas. Posteriormente são realizados os "ciclos de irradiação", que consistem no tratamento térmico a 400°C, irradiação das pastilhas à baixas doses, tratamento a 100°C e leitura da dose dos dosímetros, nessa ordem, a fim de analisar o comportamento individual de cada TLD. Ao fim do processo, os dados provenientes das leituras são analisados matematicamente, utilizando-se o desvio padrão das doses de cada dosímetro individualmente, além de seu valor médio, e é possível selecionar os 33 melhores TLD's a serem utilizados na análise de Kerma no Ar do Programa de Monitoramento Ambiental (PMA) do CRCN-CO.

Palavras-chave: Dosímetro; pastilha termoluminescente; radioproteção; metodologia de seleção; kerma no ar.

Caracterização de Dosímetros Opticamente Estimulados Utilizados para Dosimetria em Mamografia Characterization Of Optically Stimulated Luminescent Dosimeters Used For Dosimetry In Mammography

Stella V. Mainoth¹, Claudio D. de Almeida², João E. Peixoto³

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

²Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, Brasil

³Instituto Nacional do Câncer, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

A mamografia é, atualmente, o método mais eficaz para detectar o câncer de mama de maneira precoce. Por ser um exame que utiliza radiação ionizante, é necessário monitorar e otimizar as doses recebidas por pacientes, a fim de garantir imagem de alta qualidade com a menor dose. Um método de monitoração da dose na mama é através da medida do kerma de entrada na pele utilizando dosímetros e do cálculo da dose glandular média (DGM). Há diversos dosímetros que podem ser empregados para tal, como os dosímetros termoluminescentes (TLD) e dosímetros opticamente estimulados (OSLDs). Mas, como a resposta do dosímetro OSL difere conforme a energia utilizada, para garantir o uso deste tipo de dosímetro, há a necessidade de caracterizar seus limites, reprodutibilidade, precisão e avaliar a dependência energética. O objetivo deste trabalho é caracterizar os OSLDs para a faixa de energia utilizada em mamografia e avaliar resultados de medidas realizadas nos serviços de mamografia no país entre os anos de 2020 à 2022 utilizando este tipo de dosimetria. Para isso, foi determinado o limite inferior de detecção (D_{LID}), a reprodutibilidade, a precisão estatística, o fator de sensibilidade e os fatores de calibração. Como resultado, encontrou-se $D_{LID} = 18,5035 \pm 0,0009 \mu\text{Gy}$, fatores de sensibilidade entre 0,91 e 1,07 e fatores de calibração entre 0,248916 e 0,294323 $\mu\text{Gy}/\text{Leitura}$. Concluiu-se que o limite inferior de detecção dos OSLDs é capaz de detectar valores próximos a 98% menores da dose mínima utilizada em exames de mamografia e que os fatores de sensibilidade determinados melhoram a reprodutibilidade dos dosímetros quando se utiliza grandes lotes.

Palavras-chave: física médica; dosímetro opticamente estimulado; caracterização de OSLD; mamografia.

**Estudo da viabilidade da utilização do tiocianato de sódio como
indicador para dosimetria tridimensional**
Study of the use of sodium thiocyanate as an indicator for
three-dimensional dosimetry

Iasmin V. Nishibayaski¹, Anna Luiza F. Silveira¹, Luiz C. Meira-Belo¹

¹Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Brasil.

Resumo

A dosimetria tridimensional permite a determinação de grandezas dosimétricas que possuem um gradiente volumétrico. Com o Fricke Gel é possível fazer medições dessa natureza devido à restrição de íons nesse dosímetro ocasionado pela presença de uma matriz gelatinosa. Quando indicadores de íons são adicionados ao Fricke Gel, a difusão dos íons é dificultada ainda mais e, além disso, o uso de técnicas ópticas de medição para a determinação da dose absorvida se torna possível. Nesse estudo, uma nova possibilidade de indicador de íons férricos para o Fricke Gel é avaliada. O tiocianato de sódio foi acrescido à matriz do Fricke Gel e o efeito dessa adição foi analisado em um campo de radiação gama e em um feixe de elétrons de alta energia. Os resultados obtidos demonstraram a possibilidade da utilização desse indicador como agente ligante no dosímetro Fricke Gel. No campo de irradiação gama, o dosímetro apresentou resposta linear com a dose absorvida entre 5 Gy e 150 Gy, além de apresentar evidência visual da distribuição espacial do campo de radiação a que está sujeito.

Palavras-chave: Fricke Gel, dosimetria tridimensional, óptica.

Proteção Radiológica no Uso das Radiações Ionizantes para fins clínicos durante a gravidez

Radiation protection in the use of radiation for clinical purposes during pregnancy

Lorena Daud Fontoura¹

¹Universidade Federal de Sergipe - UFS, Aracaju, Brasil.

Resumo

Durante a gravidez, o uso de radiação ionizante em exames de imagem exige precaução. Estabelecidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), as diretrizes de radioproteção baseiam-se no princípio da justificação, otimização e limitação de dose. Exames como ultrassonografia e ressonância magnética são preferidos por oferecerem baixo risco ao feto. No entanto, em casos justificados, exames radiográficos e tratamentos radioterápicos ser realizados. A dose efetiva no feto é influenciada pelo estágio gestacional e também pela dose de exposição IRCP-60 (1990). Alguns efeitos da exposição à radiação ionizante incluem morte-intrauterina, malformações, distúrbios do crescimento e desenvolvimento e efeitos mutagênicos (Brendt, 1989). Dessa forma, é crucial uma avaliação cuidadosa dos riscos e benefícios de cada procedimento, além de um protocolo de proteção visando à segurança tanto da mãe quanto do feto.

Palavras-chave: Proteção radiológica; gestação; gravidez.

Impacto da Técnica de Retenção do Fôlego na Dose Cardíaca e Pulmonar em Pacientes Submetidos à Radioterapia da Mama Esquerda

Impact of Deep Inspiration Breath Hold Technique on Cardiac and Pulmonary Dose in Patients Undergoing Left Breast Radiotherapy

Ana Cristina B P Leoni¹, Georgia Adriana A Alves², Francine X S Santos¹,
Patricia Sbaraini¹, Angela de Lima Gonzaga³, Daniela Barletta⁴

¹Física Médica, Unidade de Radioterapia, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, Brasil

²Faculdade de Física Médica, UFCSPA, Porto Alegre, Brasil

³Biomédica, Unidade de Radioterapia, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, Brasil

⁴Médica Radioncologista, Unidade de Radioterapia, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, Brasil

Resumo

O papel do planejamento na radioterapia do câncer de mama esquerda tem como principal objetivo tratar a mama, limitando a dose em órgãos adjacentes a área irradiada, como coração, pulmão e artéria descendente anterior, buscando garantir qualidade de vida da paciente ao minimizar a probabilidade de danos futuros a esses órgãos. Este estudo visa avaliar a redução de dose cardíaca e pulmonar, ao utilizar a técnica de inspiração profunda com retenção de fôlego (DIBH, do inglês *deep inspiration breath hold*) quando comparado com o tratamento tradicional em respiração livre (RL). Foram coletados os dados dosimétricos de 64 pacientes submetidas a radioterapia da mama esquerda no período de 2021 a 2023. Os casos foram planejados com radioterapia conformacional tridimensional, no sistema de planejamento Eclipse v15.6, com feixe de fótons de um acelerador linear TrueBeam Stx, com campos tangentes. A prescrição foi de hipofracionamento moderado com boost sequencial ou concomitante. Todas as pacientes selecionadas tinham realizado tomografia computadorizada (TC) de planejamento em RL e DIBH, sendo realizado o planejamento em ambas as aquisições de imagens. Os planejamentos foram realizados de modo a não haver diferença significativa na cobertura do alvo em ambas tomografias. A dose média em coração teve, na média, uma redução de 46,13% ($\pm 18,06\%$), enquanto a artéria descendente anterior (ADA) teve, na média, uma redução de 65,86% ($\pm 22,21\%$) na dose média. Não foram encontradas diferenças significativas para a dose no pulmão esquerdo.

Palavras-chave: física médica; radioterapia; planejamento, câncer de mama esquerda, DIBH, artéria descendente anterior.

Avaliação dos Perfis de Dose para Campos Pequenos na Radioterapia de feixes de 6 MV utilizando objeto simulador de água sólida

Caio Fernando Teixeira Portela¹, André Ezequiel Lôbo de Abreu^{1,2}, Juan Carlos Chrisostomo Lamônica¹, Arnaldo Prata Mourão¹, Adriana de Souza Medeiros Batista¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, Departamento de Engenharia Nuclear, UFMG, Belo Horizonte – MG, Brasil

²Rede MaterDei de Saúde, Serviço de Radioterapia, Unidade Santo Agostinho, Belo Horizonte - MG, Brasil

Resumo

A radioterapia se utiliza de aceleradores lineares para realizar o tratamento com o uso de feixes de elétrons e de fótons X, visando a destruir ou impedir a proliferação de células tumorais. As tecnologias para o tratamento radioterápico têm avançado rapidamente, sendo necessário planejamentos mais dinâmicos para diferentes pacientes. Os avanços na radiocirurgia estereotáxica (SRS), na radioterapia corporal estereotáxica (SBRT), para lesões cranianas e extracranianas, na radioterapia modulada por intensidade (IMRT) e na radioterapia modulada volumétrica (VMAT), utilizam campos relativamente pequenos, menores que 4x4 cm². A análise dosimétrica para os feixes de raios X na radioterapia para campos pequenos apresentam dificuldades devido ao desequilíbrio eletrônico, à oclusão da fonte, aos altos gradientes de dose e ao volume médio de detectores. Tais fatos demonstram que a determinação e a aquisição dos dados dosimétricos, o conhecimento sobre os detectores adequados a serem utilizados em cada situação e a avaliação do sistema de planejamento computadorizado. Neste trabalho é feita uma análise dosimétrica em campos pequenos do acelerador VersaHD, da fabricante Elekta, utilizando filmes radiocrômicos Gafchromic EBT3, com o uso do objeto simulador de água sólida para o levantamento das variações de dose em diferentes tamanhos de campos. As irradiações são referentes aos campos axiais e longitudinais variando de 1x1 a 10x10 cm².

Palavras-chave: física médica; radioterapia; campos pequenos.

Estudo da Viabilidade de Otimização do Protocolo de Tomografia Computadorizada de Crânio Utilizando Figura de Mérito (FOM) Study of the Feasibility of Optimizing the Skull Computed Tomography Protocol Using Figure of Merit

Danillo M. Oliveira¹, Fábio A. R. Silva², João V. B. Valença³, Marcelo M. Garcia¹, Claudio L. R. Junior¹

¹Hospital Universitário de Lagarto – HUL-UFS/EBSERH, Lagarto, Brasil

²Universidade Federal de Sergipe – UFS, Nossa Senhora da Glória, Brasil

³Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA, Porto Alegre, Brasil

Resumo

O Exame médico de tomografia computadorizada é um método de diagnóstico por imagem que emprega elevadas doses de radiação, comparando-se com outras modalidades diagnósticas. De acordo com a Resolução RDC 611/2022 as exposições médicas de pacientes devem ser otimizadas ao valor mínimo necessário à obtenção do objetivo radiológico, bem como ser compatíveis com os padrões aceitáveis de qualidade de imagem. O objetivo deste trabalho é apresentar a avaliação de um processo de otimização do protocolo do exame de tomografia computadorizada de crânio utilizando o método da figura de mérito (FOM; do inglês, *Figure Of Merit*), avaliando parâmetros de aquisição das imagens, dose e qualidade da imagem. A FOM foi calculada utilizando a razão contraste ruído (RCR) e o índice de dose em tomografia computadorizada volumétrica (CTDI_{vol}). O Simulador de avaliação da qualidade da imagem tomográfica do próprio equipamento de tomografia foi utilizado para calcular o RCR e o CTDI_{vol} indicado pelo equipamento referente a cada protocolo avaliado. O critério estabelecido para indicar o protocolo mais otimizado foi o que obteve um maior valor de FOM. Foram avaliados 10 protocolos, variando a corrente, o tempo de rotação do tubo e o iDose, além do protocolo de rotina utilizado atualmente. Dentre os protocolos avaliados, o protocolo que apresentou uma melhor performance promoveu um aumento na FOM de 34,47% e uma redução de dose de 50,29% em relação ao protocolo de rotina utilizado atualmente.

Palavras-chave: otimização; tomografia computadorizada; figura de mérito.

**Monitores primários para diagnóstico em TC, RM, DX/CR e US:
atualizações e recomendações no Brasil e no Mundo**
Primary monitors for diagnostic in CT, MR, DX/CR e US: updates and
recommendations in Brazil and Worldwide.

Briane Evellise da Silva Bandeira¹, Jessica Villa Real², Tiago da Silva Jornada³

¹ Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, Filial HUB, Brasília, Brasil

² Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, Filial CHC-UFPR, Curitiba, Brasil

³ Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, Filial HC-UFPE, Recife, Brasil

Resumo

Os monitores primários são cruciais para a precisão das interpretações radiológicas e de diagnóstico por imagem. Diretrizes internacionais definem parâmetros mínimos desses monitores, tais como tamanho da matriz, *pixel pitch*, calibração GSDF, luminâncias máxima e mínima, razão entre as luminâncias máxima e mínima, profundidade em bits e uniformidade. Os monitores podem ser divididos em quatro categorias: Monitores primários, *Modality Displays*, *Clinical Specialist Displays* e *Electronic Health Record Displays*, sendo os primeiros essenciais para interpretação e diagnóstico clínico, exigindo alta precisão e resolução. As referências internacionais consultadas recomendam para monitores de TC, RM, DX/CR e US, uma matriz de 2 a 3 MP, com *pixel pitch* de 0,200 a 0,215 mm para TC, RM e DX/CR, e de 0,250 a 0,300 mm para US. As diretrizes convergem para uma variação máxima de 10% na calibração GSDF, exceto para US, com 20%. As luminâncias mínima e máxima recomendadas são $L_{\min} \geq 1 \text{ cd/m}^2$ e $L_{\max} \geq 350 \text{ cd/m}^2$, com razão de luminância variando de ≥ 250 a ≥ 350 . A profundidade em bits recomendada é de 8 bits, exceto para ultrassom. No Brasil, a ausência de diretrizes específicas para monitores diagnósticos primários destaca a necessidade de regulamentação mais robusta. A Resolução da ANVISA - RDC nº 611/2022 apenas requer monitores específicos para laudo, alinhados com as características das imagens de cada modalidade, proibindo monitores não específicos. As instruções normativas (INs) para DX/CR e TC fornecem apenas tolerâncias para testes de luminância máxima e uniformidade. Para ressonância magnética, a IN N° 97/2021 especifica apenas tolerâncias para o teste de luminância máxima dos monitores, enquanto a IN N° 96/2021 não aborda testes para monitores de laudo de ultrassom.

Palavras-chave: física médica; controle de qualidade; interpretação diagnóstica; radiologia.

**Avaliação da qualidade da imagem de um protótipo de tomografia
computadorizada com detectores contadores de fótons**
Development of a prototype of computed tomography scanner using photon
counting detectors

Hitalo R. Mendes^{1,2}, Allan F. F. Alves^{1,3}, José M. L. Garcia¹, Emmanuel L. Medeiros¹,
Péricles A. N. Tavares¹, Daniel M. Pataca¹, Lucas P. Rocha¹

¹Instituto Brasília de Tecnologia e Inovação, Brasília, Brasil

²Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

³Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil

Resumo

Atualmente existe um grande interesse de usar detectores contadores de fótons (*PCD*) em tomografia computadorizada (*TC*). Este interesse é devido às vantagens desta tecnologia, como ter um menor tamanho de *pixel*, imagens espectrais intrínsecas e diminuição do ruído eletrônico. Este trabalho tem como objetivo apresentar um protótipo de tomógrafo com detector *PCD* e mostrar resultados preliminares da sua qualidade da imagem. O protótipo possui um tubo de raios X pulsado, uma mesa rotativa para fixação de amostras e o *PCD*. O sensor detector foi CdTe com 1 mm de espessura, *pixel* de 55 μm e tamanho de matriz de 256x1024 pixels. Uma *Raspberry Pi 4* controlou o sincronismo entre o motor, a exposição aos raios X e o detector. O algoritmo para reconstrução foi o Feldkamp-Davis-Kress. Os testes preliminares realizados foram com objetos simuladores cilíndricos em que foi avaliada a exatidão do número de TC, ruído relativo, uniformidade e contraste. Os resultados indicaram que, para espessuras de corte de 220 μm , todos os testes se encontraram dentro do valor aceitável. No entanto, ao reduzir a espessura de corte para 55 μm , o ruído relativo duplicou e a uniformidade diminuiu, destacando a importância de otimizar parâmetros como espessura de corte e número de projeções para garantir imagens tomográficas de alta qualidade e precisão. Além disso, foram observados valores de contraste significativos entre os materiais avaliados, com valores chegando até 70%. No entanto, algumas limitações do protótipo foram identificadas, como o tubo de raios X pulsado, que limita o número de projeções e a quantidade de experimentos que podem ser realizados. Apesar disso, este estudo ressalta o potencial do protótipo para contribuir significativamente para avanços na área da tomografia computadorizada, representando uma iniciativa inédita no Brasil.

Palavras-chave: tomografia computadorizada; qualidade da imagem; detector contador de fóton; inovação; desenvolvimento tecnológico.

Análise de dados dosimétricos de radiologia intervencionistas em um Hospital Universitário Dosimetric data analysis of interventional radiology in a University Hospital

Jose R.C. Lima¹, Divanizia N. Souza¹, Tiago S. Jomada²

¹*Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil*

²*Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil*

Resumo

A radiologia intervencionista consiste em procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, com fins diagnósticos ou terapêuticos, guiados por imagens obtidas em tempo real por meio de técnicas radiográficas. No entanto, devido ao uso de radiações ionizantes, procedimentos prolongados podem resultar em altas doses de radiação, tanto para o paciente quanto para a equipe médica. Portanto, este trabalho tem como objetivos principais a quantificação das doses resultantes de procedimentos hemodinâmicos realizados em hospitais universitários ao longo do ano de 2022 e a análise dos procedimentos realizados anteriormente a essas intervenções, a fim de identificar exposições prévias à radiação. Para alcançar esses objetivos, contou-se com a colaboração do Hospital das Clínicas de Pernambuco na coleta de dados e na busca por exames anteriores realizados pelos pacientes que passaram por procedimentos intervencionistas durante o período de agosto de 2022 a junho de 2023. Os resultados deste estudo revelam que uma pequena porcentagem considerável dos procedimentos realizados ultrapassou os limites estabelecidos pela ICRP, levando a potenciais efeitos adversos na pele dos pacientes. Além disso, este trabalho destaca as distribuições percentuais de idade, IMC, sexo e histórico de exames destes pacientes, fornecendo informações valiosas para uma compreensão abrangente das práticas em radiologia intervencionista.

Palavras-chave: Radiologia intervencionista, avaliação estatística, doses efetivas;

**Dosimetria Numérica durante radiografia periapical:
estudo por simulação de Monte Carlo**
Numerical Dosimetry during periapical radiography:
study using Monte Carlo simulation

Ariadny T. Machado¹, Guilherme B. Guimarães¹, Beatriz H. A. Pereira¹,
William S. Santos^{1,2}, Ana P. Perini^{1,2}, Lucio P. Neves^{1,2}

¹Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, FEELT,
Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

²Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

Resumo

Na odontologia, a radiografia é crucial para visualizar estruturas dentárias e maxilofaciais. A radiografia periapical intraoral destaca-se por revelar raízes, coroas dentárias e osso alveolar, sendo essencial para diagnóstico e planejamento. Contudo, a exposição à radiação ionizante traz riscos, especialmente para tecidos sensíveis como o cristalino e as glândulas salivares. Este estudo visa calcular os coeficientes de conversão de dose absorvida simulada (CC[D]) para tecidos de interesse na região de cabeça e pescoço, como cristalino, tireoide e glândulas salivares, usando simulações de Monte Carlo para os principais ângulos da técnica de radiografia periapical. Com base nos resultados do CC[D], na técnica periapical, nem o cristalino nem a tireoide foram os tecidos mais afetados devido à sua distância da área irradiada. Nos posicionamentos molares, o tecido mais sensível foi a glândula parótida, com CC[D] de $1,53E-1$ (0,7%). Sabemos que os tecidos mais próximos à entrada do feixe primário, como as glândulas salivares, recebem doses mais altas, e que exposições repetidas podem causar danos, como alterações na salivação, cataratas e disfunções tireoidianas, aumentando o risco de surgimento de neoplasias. Portanto, é crucial limitar a radiografia periapical a casos necessários clinicamente, com proteção radiológica adequada para pacientes e profissionais. Isso é essencial para evitar complicações decorrentes da exposição de órgãos sensíveis à radiação ionizante.

Palavras-chave: simulação de Monte Carlo; radiodiagnóstico; radiografia intraoral, técnica periapical.

Utilização de Matrizes de Dosímetros Termoluminescentes para Medidas *In Vivo* em Radioterapia

Use of Thermoluminescent Dosimeter Matrices for *In Vivo* Measurements in Radiotherapy

Elisa Cristine da C. Osório¹, Luiz Antonio R. da Rosa²

¹Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

²Divisão de Física Médica, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

Nos procedimentos de radioterapia é importante identificar se o tratamento entregue aos pacientes está correto em relação ao seu planejamento. Um modo de prosseguir é quantificando as doses entregues aos pacientes durante o tratamento, denominado medida *in vivo*. Um procedimento usual é a colocação de um dosímetro termoluminescente (TL) na superfície do paciente, sob espessura de equilíbrio eletrônico adequada à qualidade do feixe terapêutico. Com o advento das técnicas de radioterapia de intensidade modulada (IMRT), que gera gradientes de dose, a medida de dose em um determinado ponto deixa de ser suficiente. Se um único dosímetro estiver localizado neste gradiente de dose não será capaz de verificar com exatidão a dose gerada pelo sistema de planejamento no ponto central. Dessa forma, o uso de um conjunto de dosímetros TL em forma de matriz pode ser mais adequado para a verificação das distribuições de doses medidas frente às geradas pelo sistema de planejamento de tratamento. O objetivo deste trabalho é verificar a possibilidade da utilização dessas matrizes de dosímetros TL na dosimetria *in vivo* em tratamentos radioterapêuticos empregando a IMRT. Foi projetado um aplicador de silicone que acomodasse uma matriz de 25 dosímetros TL-100 para a detecção das doses absorvidas. Também foi desenvolvido um programa baseado na função Índice Gama, que avalia o percentual de pontos de dose medidos que satisfazem os critérios tolerância à diferença dose de 3,0% e distância de concordância de 3,0 mm. Foram propostas 7 simulações simples de entrega de dose, desde campos uniformes até a utilização de modos parcialmente estático e dinâmico. Uma comparação entre as distribuições de dose medidas e as doses fornecidas pelo sistema de planejamento foi realizada usando o sistema matriz de dosímetros TL mais programa desenvolvido, e os resultados gerados mostraram um bom desempenho do sistema na aprovação dos planejamentos.

Palavras-chave: radioterapia; IMRT; medidas *in vivo*; matriz de TLD; índice gama.

Avaliação da dose fetal em um exame de tomografia computadorizada usando simulação Monte Carlo

Leonardo Catusso¹, Lucio P. Neves^{1,2}, Ana P. Perini^{1,2}, Walmir Belinato³, João V. B. Valença⁴, William S. Santos^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

²Instituto de Física / Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil³Departamento de Ensino / Instituto Federal da Bahia, Vitória da Conquista, Brasil

⁴Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas / Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Brasil

Resumo

A tomografia computadorizada é uma das técnicas diagnósticas não invasivas mais utilizada, dentre o grande número de pacientes submetidos aos exames estão as gestantes. A realização de exames com uso de radiação ionizante por gestantes é um tema complexo, devido a alta radiosensibilidade do feto. Para avaliar a dose absorvida pelo feto, foi modelado um cenário fazendo o uso de um simulador antropomórfico de uma gestante e um equipamento de tomografia computadorizada. Para a simulação Monte Carlo foi utilizado o código MCNPX2.7.0. As estruturas que receberam as maiores doses no feto foram para as pernas, tronco, rins e vesícula biliar. Na gestante as maiores doses encontradas foram para tireoide, cérebro, esôfago e glândulas salivares, regiões que estavam contidas ou bem próximas ao feixe primário. Como esperado, o feto recebeu doses bastante inferiores as da gestante, uma vez toda sua dose absorvida é originária de feixe secundário e que esse feixe secundário antes de chegar no feto é parcialmente atenuado por tecidos da própria gestante.

Palavras-chave: Simulação Monte Carlo; Radiodiagnóstico; Proteção radiológica; Simulador antropomórfico; Dose fetal.

Avaliação dos Testes de Controle da Qualidade em Equipamentos de Ressonância Magnética conforme a Instrução Normativa 97

Gonçalves T. Martins¹, Pacífico, L D C¹, Magalhães, L A G.¹

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

Recentemente a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) publicou a RDC No 611/22 e as Instruções Normativas 97, de 27 de Maio de 2021 [1], revogando a Portaria 453/98 e a Resolução Anvisa/RE No 1016/06. É de suma importância a sua atualização devido ao impacto do avanço tecnológico, principalmente no que concerne a ressonância magnética, pois a antiga portaria não especificava testes de controle de qualidade para ressonância magnética. Esse trabalho tem como objetivo analisar os testes de controle da qualidade do equipamento, ressonância magnética de 1,5 tesla, seguindo as especificações da IN 97. Promovendo a otimização, qualidade da imagem, segurança dos pacientes, população e trabalhadores expostos, mitigando os riscos de eventos adversos relacionados a seus procedimentos. Utilizando Phantom homologado pelo American College of Radiology (ACR) [2] sendo a ferramenta utilizada para verificar se os parâmetros utilizados no equipamento estão em conformidade ou não em relação ao nível de tolerância especificado. O método de aquisição de imagem utilizados nesses parâmetros utilizados no equipamento estudado, de 1,5 Tesla, foram retirados da tabela ACR de parâmetros de aquisição das imagens e os resultados obtidos nos testes de distorção geométrica, resolução espacial de alto contraste, espessura de corte posição de corte, uniformidade de imagem, detecção de objetos de baixo contraste e percentual de artefatos demonstraram um resultado favorável, resultando na conformidade do equipamento em relação às exigências da instrução normativa [1].

Palavras-chave: Física médica; controle da qualidade; ressonância magnética; radiologia; instrução normativa.

Importância do Zoneamento para Ressonância Magnética conforme a Legislação IN 97: Uma análise no estado do Rio de Janeiro

Gonçalves T. Martins¹, Pacífico, L D C¹, Magalhães, L A G.¹

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

Atualmente, existem 3429 equipamentos no Brasil e 677 em uso no estado do Rio de Janeiro[1]. Foram realizados 983.264 exames de Ressonância Magnética (RM) no Brasil e 359.753 no estado do Rio de Janeiro [2]. Dado esse volume significativo de exames, aumentam os riscos associados ao forte campo magnético próprio da RM, tanto para os profissionais quanto para os pacientes. O artigo examina a conformidade em locais com equipamentos de ressonância magnética (RM) no estado do Rio de Janeiro com os critérios de zoneamento estabelecidos pela legislação IN 97. A instalação de RM é dividida em zonas de acesso controlado para garantir a segurança de pacientes e funcionários. A falta de zoneamento adequado pode resultar em interações perigosas com os campos magnéticos da RM. Foram avaliados 15 serviços de RM entre abril de 2023 e abril de 2024 no estado do Rio de Janeiro. Destes serviços, 42% possuíam zoneamento adequado. A não conformidade referente ao correto zoneamento do serviço representa um risco significativo tanto para a segurança dos pacientes quanto para a segurança dos profissionais.

Este estudo evidencia a não conformidade de mais da metade dos locais no estado do Rio de Janeiro com os critérios de zoneamento estabelecidos na legislação IN 97. A falta de zoneamento adequado representa um risco para a segurança dos pacientes e a qualidade dos serviços. É crucial que as instituições de saúde tomem medidas imediatas para implementar o zoneamento conforme exigido pela legislação, a fim de garantir a conformidade com as normativas e promover um ambiente seguro para a realização de exames de ressonância magnética.

Palavras-chave: física médica; ressonância magnética; legislação; radiologia; educação continuada.

Proposta de controle de qualidade em monitores de exibição de ultrassom
Proposal for quality control in ultrasound display monitors

Pontes, Dyane L.¹, Real, Jessica V.², Taketomi, Juliane S. R.¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

²Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares/Filial CHC-UFPR, Curitiba, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar e investigar de forma preliminar o desempenho de monitores de exibição de ultrassom a partir do controle de qualidade (CQ). Sabe-se que em nossa legislação nacional vigente não há obrigatoriedade de testes para esta categoria do diagnóstico por imagem, no entanto, tais monitores são considerados monitores de diagnósticos e laudo, e, portanto, devem seguir uma rotina adequada de CQ. Foram avaliados 04 monitores, 03 da marca GE Healthcare modelos Logiq P6, Logiq S7 e Logiq S8, e, 01 da marca Philips modelo Affiniti 50 do CHC-UFPR (Curitiba-PR) com o fotômetro modelo X2 light sensor da marca RaySafe devidamente calibrado. Os testes realizados foram de iluminância da sala, luminância máxima e mínima do monitor, uniformidade de luminância, razão entre a luminância máxima e mínima e o padrão GSDF. Poucos monitores apresentaram resultados satisfatórios para as tolerâncias indicadas pela AAPM. No entanto, destacaram-se valores positivos quanto às avaliações dos padrões de razão da luminância máxima e mínima e uniformidade da luminância. Este trabalho possibilitou uma avaliação metodológica quanto à resposta dos monitores para as recomendações indicadas, assim como assumiu valores de linha de base para que posteriormente possa ser realizada uma análise comparativa entre os testes.

Palavras-chave: Controle de qualidade; monitor de exibição; diagnóstico por imagem; ultrassom.

Avaliação do Perfil de Espalhamento da Radiação em Mamografia Digital Utilizando Simulações Monte Carlo

Evaluation of the Scattering Profile of Radiation in Digital Mammography Using Monte Carlo Simulations

Thamyne Dias Martins Santos¹, Wallifer R. de Lima¹, Fernando K. S. Garcia¹,
Diego Merigue da Cunha¹

¹Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

Resumo

No processo de formação da imagem em Mamografia, a radiação espalhada que atinge o receptor resulta em uma degradação na qualidade e resolução da imagem final, comprometendo o diagnóstico. Compreender o padrão de distribuição da radiação espalhada é essencial para o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de processamento que visam a correção da imagem mamográfica. Neste estudo, foram empregadas simulações Monte Carlo para mapear a distribuição da radiação espalhada em mamografia digital, considerando mamas com espessura variando de 2 a 8 cm, e potenciais de tubo variando entre 24 e 32 kV. Com os resultados obtidos nas simulações, foi possível estimar a razão espalhamento/primário (*SPR*) e a extensão radial média (*k*) da distribuição da radiação espalhada. Os resultados indicam que mamas mais espessas geram uma maior deposição de radiação espalhada sobre o receptor de imagem, assim como, tais mamas apresentam curva de espalhamento que decai ao longo da distância radial de forma menos acentuada que mamas mais finas. Tanto os valores de *SPR* quanto os de *k* apresentam comportamento crescente com a espessura da mama, sendo o comportamento de *SPR* linear. Desse modo, constata-se que a espessura da mama é o fator que mais contribui para a mudança do perfil da radiação espalhada, sendo as mamas mais espessas as mais afetadas pelo espalhamento. Os resultados alcançados podem ser úteis para o desenvolvimento de novas técnicas de correção de imagem, visando melhorar os diagnósticos utilizando mamografia.

Palavras-chave: Mamografia, Espalhamento, Monte Carlo.