



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Biociências – Campus de Botucatu**

Consultoria em Física Médica e Radioproteção

Eduardo Pereira Rodrigues Chaves

Monografia apresentada ao Instituto
de Biociências, Campus de Botucatu, para
obtenção do título de Bacharel em Física Médica.

Botucatu, 2011.

Eduardo Pereira Rodrigues Chaves

Consultoria em Física Médica e Radioproteção

Monografia apresentada ao Instituto
de Biociências, Campus de Botucatu, para
obtenção do título de Bacharel em Física Médica.

Orientador: Físico Ilo de Souza Baptista

Botucatu, 2011.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE*

Chaves, Eduardo Pereira Rodrigues.

Consultoria em física médica e radioproteção / Eduardo Pereira Rodrigues
Chaves. - Botucatu, 2011

Trabalho de conclusão (bacharelado - Física médica) - Instituto de
Biotecnologia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2011

Orientador: Ilo de Souza Baptista

Capes: 20904002

1. Física médica. 2. Consultoria. 3. Controle de qualidade.

Palavras-chave: Consultoria em física médica; Controle de qualidade;
Radioproteção.

Avaliadores

Professor Doutor José Ricardo de Arruda Miranda

Departamento de Física e Biofísica

Instituto de Biociências – UNESP – Campus de Botucatu

Físico Ilo de Souza Baptista

Consultor em Medicina Nuclear

PhyMED Consultores em Física Médica e Radioproteção Ltda.

Agradecimentos

A Deus por me permitir uma vida saudável e feliz, me guiando sempre pelo caminho certo.

À minha família pelo amor, educação e confiança que sempre depositaram em mim, além do suporte fundamental para a minha formação.

À Degliane Brizzi por me transmitir carinho, força e segurança todos os dias.

Ao grande amigo Daniel Bueno pelas várias parcerias que fizemos.

Aos amigos da República CB que me receberam em Botucatu, e com os quais pude desfrutar de ótimos momentos.

Aos amigos da República KTIVERO pelas conversas, festas, viagens e tantos momentos incríveis que vou me lembrar para sempre.

Aos amigos de Botucatu, em especial Alex Pereira, Amilto Mendonça, Artur Corvino, Rodrigo Martins e Vinícius Bassoli, companheiros de muitas trilhas.

Aos professores e amigos da V Turma de Física Médica, companheiros de muito estudo e dedicação.

À Elizabeth dos Santos, proprietária da República Blue House, minha casa em Porto Alegre, além de todos os amigos que fiz na cidade.

A todos da *PhyMED* que me receberam muito bem, proporcionando um grande aprendizado e experiência, em especial Adriano Goulart, Alessandro Mazzola, Ilo Baptista, Marcus Bortolotto, Rogério Fachel, Thiago Iribarrem e Jackson Argenta.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para minha formação e elaboração deste trabalho.

Resumo

O Controle de Qualidade para serviços de diagnóstico por imagem é fundamental para garantir que suas atividades ocorram conforme o planejado. São procedimentos que visam uma relação positiva de custo-benefício à instituição e risco-benefício aos pacientes. Para isso são necessários profissionais habilitados e capacitados a trabalhar com os equipamentos de alta tecnologia.

A empresa *PhyMED* Consultores em Física Médica e Radioproteção Ltda., pioneira na área de Física Médica no Rio Grande do Sul, dedica-se a prestação de serviços de consultoria na área da saúde. São físicos experientes que atuam nas mais diversas áreas do diagnóstico por imagem.

Palavras-chave: Consultoria em física médica; Controle de qualidade; Radioproteção.

Abstract

The Quality Control services for diagnostic imaging is essential to ensure that their activities occur as planned. Procedures are aimed at a positive cost-benefit to the institution and risk-benefit to the patients. And this requires trained and skilled professionals working with high technology equipment.

The company *PhyMED* Consultores em Física Médica e Radioproteção Ltda., a Pioneer in the field of Medical Physics in Rio Grande do Sul, is dedicated to providing consulting services in healthcare. Physicists are experienced working in many areas of diagnostic imaging.

Keywords: Medical Physics Consulting, Quality Control, Radiation Protection.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Radiodiagnóstico	8
1.2. Medicina Nuclear.....	9
1.3. Ressonância Magnética.....	11
2. METODOLOGIA.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4. CONCLUSÃO.....	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

A *PhyMED* Consultores em Física Médica e Radioproteção Ltda. foi criada em 1998, ano de publicação da Portaria nº 453 do Ministério da Saúde. Desde então a empresa vem crescendo e atualmente conta com um bom escritório administrativo, todos os instrumentos para a prestação dos serviços, estrutura funcional e equipe especializada.

A empresa está devidamente cadastrada na Secretaria de Vigilância Sanitária sob nº 001/2005. Atende todo o estado do Rio Grande do Sul e possui clientes em Santa Catarina. A *PhyMED* busca orientar seus clientes na otimização do uso das radiações ionizantes, investindo para o desenvolvimento de programas de melhoria da qualidade e gestão em saúde. Dessa forma, proporcionar proteção radiológica, soluções, e adequação nos custos garante a empresa confiança e respeito no mercado.

Os serviços prestados são nas áreas de Mamografia, Hemodinâmica, Medicina Nuclear, Radiologia Médica, Radioimunoensaio, Densitometria Óssea, Radiologia Industrial, Ressonância Magnética, Radiologia Odontológica, Litotripsia Extracorpórea, Tomografia Computadorizada, além de cursos e treinamentos básicos ou específicos.¹

1.1. Radiodiagnóstico

Desde sua descoberta, em novembro de 1895, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen, os Raios-X têm sido desvendados e aplicados em diversas áreas como medicina e odontologia. O uso da radiação-X é uma excelente ferramenta para identificar estruturas anatômicas e direcionar os médicos para um diagnóstico preciso. No entanto, seu uso deve ser restrito em casos estritamente necessários.²

A Portaria nº 453 do Ministério da Saúde estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências. Segue os princípios da Justificação da Prática e das Exposições Médicas Individuais, da Otimização da Proteção Radiológica, da Limitação de Doses Individuais e da Prevenção de Acidentes.³

Equipamentos convencionais de Raios-X, tomógrafos, mamógrafos, arcos cirúrgicos, panorâmicos utilizados em odontologia, por exemplo, são instrumentos

comuns em hospitais. Para funcionar corretamente, eles precisam ser monitorados por um programa de garantia de qualidade. Qualquer parâmetro que não esteja ajustado pode causar exposições desnecessárias, envolvendo riscos aos pacientes e indivíduos ocupacionalmente expostos. Para isso, o serviço de radiologia deve manter uma política de investigação dos aparelhos, fazendo os testes propostos pela Portaria nº 453 na periodicidade certa e manutenções preventivas.

Para o radiodiagnóstico, a dosimetria pessoal é uma exigência da Portaria nº 453. Os limites de dose asseguram que nenhum profissional ou indivíduo do público ultrapasse o limiar seguro das radiações. Existem efeitos biológicos estocásticos e determinísticos inerentes a radiação ionizante. A diferença é que nos determinísticos existe um limiar de dose necessário para sua ocorrência e cuja gravidade aumenta com a dose, enquanto os estocásticos não possuem um limiar e a gravidade destes efeitos é independente da dose.³

A blindagem dos ambientes que trabalham com radiação-X é obrigatória. A resolução nº 50 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. O licenciamento de um serviço de radiologia necessita de uma planilha de cálculo de blindagem assinada por um especialista em física do radiodiagnóstico.^{3,4}

Para radiologia convencional e mamografia, há os testes de controle de qualidade, que abrangem o equipamento de Raios-X, conjunto tela-filme ou cassetes, os químicos e outros fatores de processamento, câmara escura e vestimentas de proteção. O físico pode também auxiliar nos protocolos, no memorial descritivo da instituição descrevendo por completo o serviço e supervisionar a equipe da radiologia.³

Em tomografia computadorizada, por exemplo, o pós-processamento pode ser mais uma tarefa para o físico. O domínio da tecnologia aliado ao conhecimento dos parâmetros utilizados permite estudos específicos e bem detalhados. A definição de protocolos otimizados é fundamental quando se almeja baixas doses e custos reduzidos.

1.2. Medicina Nuclear

A medicina nuclear é uma especialidade médica que utiliza materiais radioativos para tratamento e diagnóstico. Faz-se o uso de fontes abertas de radionuclídeos que podem ser aplicadas juntamente com fármacos, a fim de se atingir um sistema

específico. Essa especificidade permite estudar o funcionamento de vários órgãos do corpo sem prejudicar outras regiões.⁵

O comportamento fisiológico e estrutural advém do material radioativo administrado ao paciente, o qual emite a radiação que é detectada pelas câmaras de cintilação. O cristal de iodeto de sódio é ionizado pela radiação de alta energia, tem seus elétrons excitados, e há uma liberação de fótons no retorno das partículas negativas ao seu estado original. A eficiência de conversão é de 13%. Esses fótons vão de encontro às células fotomultiplicadoras. Na célula, o fotocátodo descarrega elétrons que passam por dinodos com diferentes potenciais, que acabam por multiplicar o número de elétrons que atingirão o ânodo ligado ao sistema elétrico. O fator de multiplicação inerente aos dinodos é da ordem de 3 a 6 por cada estágio ou de milhões de vezes após passar por todos. Finalmente o sinal é adquirido e os dados processados em computadores.⁶

Instrumentos como Curiômetro e Geiger-Müller são muito utilizados na preparação das doses e na monitoração das áreas do serviço de medicina nuclear. A presença do físico é indispensável para manipular os equipamentos, preparar e administrar o material radioativo, controlar os rejeitos, além de promover uma supervisão geral. Sua importância é evidenciada na realização dos testes de controle de qualidade dos detectores, com posterior interpretação dos resultados.^{12,13}

É possível avaliar, por exemplo, o sistema nervoso central, a tireóide, os pulmões, os rins, os ossos, além de uma possível detecção de tumores. Os isótopos mais utilizados são iodo (^{123}I , ^{131}I), tálio (^{201}Tl), irídio (^{192}Ir), tecnécio ($^{99\text{m}}\text{Tc}$), samário (^{153}Sm), cromo (^{51}Cr) e gálio (^{67}Ga).

Para o tratamento de resquícios de células tumorais, após a retirada da glândula tireóide, é recorrente o uso do ^{131}I . Ele é captado pelas células restantes e com emissão beta age na destruição das mesmas. Após a administração do isótopo radioativo, a atividade do paciente deve ser monitorada para que ele não seja liberado como uma fonte nociva de radiação.

Em função de estabelecer os requisitos básicos de radioproteção e segurança para serviços de Medicina Nuclear, a Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN, publicou a norma CNEN-NN-3.05, em abril de 1996. Ela se aplica às atividades relativas ao uso de radiofármacos para fins terapêuticos e diagnósticos “in vivo” no campo da Medicina Nuclear.⁷ Atualmente a norma está sendo revisada para garantir o melhor fator risco benefício, e uma das medidas será incrementar a rigidez na fiscalização.

Toda a instalação de um serviço de Medicina Nuclear tem que ser muito bem planejada, devendo conter sala de espera de pacientes, sanitário exclusivo para pacientes, local para armazenamento de rejeitos radioativos, laboratório de manipulação e armazenamento de fontes em uso, sala de administração de radiofármacos, sala de exame e quarto para internação de paciente com dose terapêutica. Além disso, esses locais devem possuir blindagem adequada, pisos e paredes impermeáveis e com cantos arredondados que permitam descontaminação.⁷

Por se trabalhar com fontes não seladas, há grandes riscos de contaminação, tanto por descuido dos profissionais ou por diversas reações dos pacientes, gerando exposições desnecessárias. Dessa forma, deve-se tomar muito cuidado na manipulação e administração do material radioativo, e contar com toda a estrutura para fácil descontaminação e monitoração dos ambientes.

1.3. Ressonância Magnética

Imagem por Ressonância Magnética (MRI) é uma ferramenta incrível capaz de desvendar, por exemplo, o interior do corpo humano com imagens de alta qualidade. Seus primórdios se dão no ano de 1964, quando Felix Bloch e Edward Purcell descobrem o princípio da Ressonância Magnética. Isso rendeu a eles o Prêmio Nobel de 1952, e no período de 1950 a 1970 a MRI foi muito estudada e aplicada em análises físico-químicas de moléculas. Inicialmente foi chamada de Ressonância Magnética Nuclear, porém, a palavra nuclear carregava consigo conotações negativas no fim da década de 1970.⁸

Em julho de 1977, após sete anos na construção de seu equipamento, Raymond Damadian realizou o primeiro exame em um ser humano, levando quase cinco horas para a aquisição de uma imagem de corpo inteiro. A complexidade é tão grande que um exame foi feito 30 anos depois da descoberta do fenômeno físico. Os equipamentos atuais conseguem adquirir e reconstruir as imagens em poucos minutos.⁹

Um equipamento de MRI é composto de magneto, bobinas de gradiente, bobinas de radiofrequência, suporte eletrônico, computador e console. O magneto é um ímã que induz de maneira preferencial os átomos de hidrogênio do corpo ao eixo do tubo, alinhando paralelamente e antiparalelamente seus spins. As bobinas de radiofrequência alteram a direção do movimento dos spins em 90° e 180°, buscando manter o movimento de precessão, além de servirem como receptor. A bobina de gradiente é a responsável por diferenciar espacialmente a magnetização dos spins, possibilitando às

bobinas receber os pulsos de radiofrequência emitidos pelo paciente. O sinal passa por amplificadores até chegar na estação de trabalho para ser interpretado.¹⁰

Atualmente os aparelhos dispõem de muita tecnologia em eletrônica, materiais supercondutores utilizados nas bobinas, aumento do campo magnético do equipamento e softwares de reconstrução. Essa evolução abriu espaço para os estudos de Ressonância Magnética Funcional (fMRI), técnica que permite mapear as funções cerebrais. São imagens do tecido cerebral que possibilitam localizar regiões que estão envolvidas com determinadas tarefas. Auxiliam também na neurocirurgia e radioterapia.¹⁰

Com toda tecnologia, o sistema precisa passar por testes de controle de qualidade, para assegurar o bom desempenho. O físico pode analisar razões de sinal ruído, uniformidade, artefatos, controlar os níveis de hélio, temperaturas, fluxos etc. Outra função é trabalhar na parte de pós-processamento, reconstruindo imagens para estudos específicos.¹¹

2. METODOLOGIA

O estágio curricular obrigatório foi realizado na empresa *PhyMED* Consultores em Física Médica e Radioproteção Ltda., em Porto Alegre/RS. Por um período de quatro meses realizei diversas tarefas nas áreas aqui discutidas, conhecendo de perto as oportunidades que o mercado oferece para um bom prestador de serviço.

A empresa possui em seu patrimônio todos os equipamentos necessários para a prestação de todos os serviços oferecidos, calibrados dentro da validade por órgãos certificados. Os físicos têm títulos de especialista para poder cumprir com suas responsabilidades inerentes. A *PhyMED* é líder de mercado no Rio Grande do Sul, principalmente em Porto Alegre, e possui clientes em Santa Catarina.

Para os serviços de dosimetria há uma terceirização com a TEC-RAD Tecnologia em Radioproteção Ltda., laboratório credenciado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) sob nº 092/06.

Na equipe os físicos se dividem, por suas especialidades, em Radiologia, Medicina Nuclear e Ressonância Magnética. Com isso o estágio curricular teve suporte de profissionais com vivência nas áreas, contribuindo de maneira eficiente para meu aprendizado e amadurecimento profissional. Para os clientes com contrato ativo, a *PhyMED* tem um número de horas mensais de serviço. Dessa maneira, foi possível acompanhar alguns serviços diferentes, com funcionários, equipamentos e rotinas

distintas. As periodicidades apresentadas são referentes ao Grupo Hospitalar Conceição, no qual aconteceu a maior parte do estágio.

- Radiologia

Para a Radiologia, executamos os testes de Controle de Qualidade nos equipamentos de Raios-X, equipamentos de proteção individual (EPI), sistema de processamento, sistema de interpretação, levantamento radiométrico e fuga de cabeçote, assentamentos exigidos pela Portaria nº 453, além do suporte para a equipe técnica.

- Equipamentos de Raios-X

Para radiologia, incluem-se os testes:

- 1) Sistema de Colimação e Alinhamento do Eixo Central do Feixe de Raios-X: Avaliar os desvios entre o campo luminoso e o campo de radiação, além do alinhamento do eixo central do feixe de Raios-X. Deve ser feito semestralmente.
- 2) Exatidão e Reprodutibilidade da Tensão do Tubo: Avaliar a tensão e a reprodutibilidade da tensão aplicada ao tubo de Raios-X. Deve ser feito anualmente.
- 3) Reprodutibilidade e Linearidade da Taxa de Kerma no Ar: Avaliar a linearidade e a constância da taxa de kerma no ar. Deve ser feito anualmente.
- 4) Rendimento do Tubo de Raios-X: Avaliar o rendimento do tubo de Raios-X. Deve ser feito anualmente.
- 5) Exatidão e Reprodutibilidade do Tempo de Exposição: Avaliar a exatidão e a reprodutibilidade do tempo de exposição. Deve ser feito anualmente.
- 6) Reprodutibilidade do Controle Automático de Exposição: Avaliar a constância do sistema de controle automático de exposição, quando houver. Deve ser feito anualmente.
- 7) Camada Semi-Redutora (CSR): Verificar a qualidade do feixe de Raios-X. Deve ser feito anualmente.
- 8) Ponto Focal: Avaliar as dimensões do ponto focal. Deve ser feito anualmente.
- 9) Dose de Entrada na Pele: Estimar a dose de entrada na pele representativa dos exames praticados no serviço. Deve ser feito bienalmente.
- 10) Alinhamento de Grade: Determinar a correta instalação da grade anti-espalhamento, verificando o seu alinhamento. Deve ser feito semestralmente.
- 11) Contato Tela-Filme: Avaliar as condições de contato entre o filme radiográfico e a tela intensificadora. Deve ser feito semestralmente.

Para a mamografia, incluem-se os testes:

- 12) Desempenho do Controle Automático de Exposição (AEC): Avaliar a compensação do AEC para diferentes tensões e espessuras de fantoma. Deve ser feito anualmente.
- 13) Desempenho do Controle de Densidade: Avaliar o desempenho do controle de densidades. Deve ser feito anualmente.
- 14) Força de Compressão: Avaliar a intensidade da força de compressão. Deve ser feito anualmente.
- 15) Qualidade da Imagem: Avaliar a qualidade da imagem mamográfica. Deve ser feito anualmente.
- 16) Luminância do Negatoscópio: Verificar a luminosidade e sua uniformidade para um negatoscópio. Deve ser feito anualmente.

Para fluoroscopia, incluem-se os testes:

- 17) Tempo Acumulado de Fluoroscopia: Verificar o acionamento do alarme sonoro após o tempo selecionado. Deve ser feito anualmente.
- 18) Taxa de Kerma no Ar na Entrada da Pele do Paciente: Determinar a taxa de kerma no ar máxima na entrada da pele do paciente. Deve ser feito anualmente.
- 19) Resolução Espacial de Alto Contraste: Verificar a resolução de alto contraste do sistema fluoroscópico. Deve ser feito semestralmente.
- 20) Discriminação de Baixo Contraste: Verificar a resolução de baixo contraste do sistema fluoroscópico. Deve ser feito semestralmente.
- 21) Ajuste Automático da Abertura do Colimador: Verificar se a abertura do colimador ajusta-se de modo automático e adequado à variação da distância do ponto focal à entrada do intensificador de imagem. Deve ser feito semestralmente.

Para equipamentos de tomografia, incluem-se os testes:

- 22) Alinhamento da Mesa em Relação ao “Gantry”: Verificar se o eixo longitudinal da mesa coincide com o plano vertical que passa pelo isocentro e com o indicador luminoso sagital. Deve ser feito semestralmente.
- 23) Deslocamento Longitudinal da Mesa: Determinar a exatidão do deslocamento longitudinal da mesa. Deve ser feito semestralmente.
- 24) Inclinação do “Gantry”: Determinar a exatidão dos indicadores de deslocamento angular. Deve ser feito semestralmente.

- 25) Ruído, Exatidão e Uniformidade de Número de CT: Avaliar o nível de ruído, a uniformidade e a exatidão do valor médio do número CT. Deve ser feito semestralmente.
- 26) Resolução de Alto Contraste: Determinar a resolução de alto contraste sob diferentes condições. Deve ser feito semestralmente.
- 27) Espessura de Corte: Determinar a espessura do corte tomográfico. Deve ser feito semestralmente.
- 28) Dose médica em Cortes Múltiplos (MSAD): Determinar as doses absorvidas representativas dos procedimentos clínicos em pacientes adultos típicos. Deve ser feito bienalmente.^{3,14}

Em mamografia, os testes de qualidade da imagem eram feitos sistematicamente toda semana, para que a equipe técnica dispusesse dos melhores fatores para aquisição das imagens. Isso remete a segurança dos pacientes quanto às exposições desnecessárias. Os testes de número CT, para tomografia, eram realizados semanalmente para garantir o bom funcionamento do equipamento.

- Equipamentos de Proteção Individual (EPI):

As vestimentas e itens destinados a proteção dos trabalhadores, pacientes e acompanhantes devem ser verificados quanto à integridade da sua blindagem. Os aventais, luvas, protetores de gônadas e protetores de tireóide passam por avaliação anual.

- Sistema de Processamento:

Todos os fatores relevantes ao processamento são avaliados. Para garantir que não seja necessário aumentar doses por prejuízo no processamento das imagens, são feitos os testes:

1. Vedação da Câmara Escura: Avaliar a vedação da câmara escura quanto à entrada de luz externa. A lâmpada de segurança também é avaliada. A periodicidade é semestral.
2. Densidade, temperatura, pH e taxa de reposição dos químicos: A densidade, temperatura, pH e taxa de reposição dos químicos utilizados são fatores que interferem na qualidade do processamento radiográfico. Dessa forma, eles devem ser monitorados e adequados baseando-se nos limites propostos pelos fabricantes. Eram feitos semanalmente.
3. Sensitometria: Com a sensitometria é possível obter a curva de estudo H&D (Hurter & Driffield), e a partir dela fazer a análise de indicadores como

velocidade, gradiente, contraste, latitude e densidade máxima e, portanto, a investigação de possíveis irregularidades. Toda semana era feita uma avaliação sensitométrica.

Para os sistemas de processamento a seco são utilizados os padrões SMPTE e TG18, a fim de avaliar uniformidade, artefatos, escala de cinza, resolução e geometria. Esses parâmetros determinam o ajuste da impressão. Os testes eram feitos mensalmente, ou semestralmente.

- Sistema de Interpretação:

Os negatoscópios e monitores utilizados para a interpretação das imagens devem ser avaliados, de forma a se garantir diagnósticos seguros. São avaliados luminosidade e uniformidade dos negatoscópios. Para os monitores são feitos os testes do TG18 (Task Group 18, AAPM).

- Assentamentos:

Os assentamentos fazem parte das exigências da Portaria nº 453. As técnicas utilizadas na rotina, índice de rejeição de radiografias, controle ocupacional implantado, sistema de garantia da qualidade e treinamentos realizados devem arquivados em forma de um documento para fiscalização da Vigilância Sanitária.

Um memorial descritivo, contendo especificações do serviço e suas instalações, programa de proteção radiológica, da garantia de qualidade, incluindo relatórios de aceitação da instalação.

- Medicina Nuclear

Para a Medicina Nuclear, foi cumprida uma rotina de monitoração das áreas do serviço, controle do material radioativo fornecido pela CNEN, proteção dos itens presentes no quarto terapêutico, fracionamento e administração de dose terapêutica, controle dos rejeitos radioativos, descontaminações e os testes de controle de qualidade das gama-câmaras, dentre eles:

1. Resolução Espacial: Caracterizar o desempenho da câmara de cintilação em resolver dois pontos separados ou linhas de fonte de radiação como entidades distintas.
2. Resolução Energética: Avalia a capacidade do sistema em produzir respostas idênticas para fótons com energias iguais, ou seja, selecionar precisamente os fótons de acordo com a sua energia.

3. Uniformidade de Campo: Verificar a uniformidade na aquisição das imagens pela câmara de cintilação. Pode ser extrínseca ou intrínseca, com ou sem os colimadores, respectivamente.
4. Centro de Rotação: Analisar se o eixo pelo qual os detectores giram coincide com o centro da matriz reconstruída.

- Ressonância Magnética

A vivência na Ressonância Magnética se deu em fazer controle de alguns parâmetros do equipamento, como, por exemplo, pressão e temperatura de entrada e saída da água utilizada na refrigeração, pressão e nível do hélio, fluxos e indicadores do sistema, análise de artefatos e os testes de controle de qualidade, dentre eles:

Razão Sinal Ruído: Avaliar a qualidade do sinal adquirido em sequências de crânio, em detrimento aos ruídos presentes nas bobinas, uniformidade do campo magnético principal ou frequências indesejáveis na sala de exame.

Nas três áreas do estágio curricular também foi possível participar de cursos promovidos pelos sócios da empresa, sejam de reciclagem ou extensão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quatro meses de acompanhamento foi possível compreender a importância de um físico em ambiente hospitalar. A profissão requer muita responsabilidade, afinal julgamos o que é certo e o que é errado em um serviço que utiliza radiação. Qualquer descuido ou omissão pode gerar consequências indesejáveis, acarretando danos à saúde e prejuízo a instituição.

Ser consultor não significa apenas realizar testes de controle de qualidade, realizar um cálculo de barreiras, ou fracionar uma dose. É preciso conhecer bem o serviço, os funcionários e colaboradores, a legislação vigente, os custos envolvidos. Além de tudo isso é preciso administrar uma empresa, cumprir horários e compromissos e possivelmente ministrar aulas, palestras e cursos.

A oportunidade do estágio é importante para o amadurecimento profissional. Aprender a pensar sobre os problemas de um hospital, como trabalhar em conjunto com a equipe técnica, do que o serviço de radiologia depende e o que depende dele fizeram parte do meu aprendizado. É fácil notar que as normas precisam de atualização. Algumas parâmetros e metodologias importantes devem ser acrescentadas ou

atualizadas. Diversas vezes consultamos protocolos internacionais por falta de material nacional.

Com relação à fiscalização, certamente haveria melhoras se houvesse mais rigor dos órgãos competentes. Prestadores de serviço de baixa qualidade existirão, porém a cobrança pode induzir sua extinção, afinal as instituições seriam direcionadas a cumprir exigências mais sérias. Isso pode ampliar o mercado e dar mais confiabilidade às técnicas de diagnóstico por imagem.

Ainda há muita falta de conhecimento quando se trata dos assuntos relacionados ao diagnóstico por imagem. O público em geral, e até mesmo alguns profissionais da área desconhecem as técnicas e os cuidados que devem ter ao se proporem aos exames ou acompanhá-los. Cabe aos conhecedores divulgar as informações em prol de esclarecimento e segurança.

4. CONCLUSÃO

O primeiro dia de estágio foi de certa forma impressionante. Há uma distância entre o aprendizado teórico e a rotina de trabalho. Pouco a pouco fui me adaptando aos horários e tarefas que assumia com responsabilidade. Ao longo dos dias as atividades passavam a fazer mais sentido e tudo ficava mais claro.

Ainda tenho muito a aprender, afinal o segmento de consultoria para física médica é extenso, com muito mais aplicações. Participar da PhyMED acrescentou muito na minha experiência e me fez acreditar que a física médica tem muito a crescer e contribuir para a sociedade.

Não menos importante, todo conhecimento fornecido pela Universidade Estadual Paulista, por meio de professores muito competentes foi essencial para o bom desenvolvimento das atividades em Porto Alegre.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] PhyMED Consultores em Física Médica e Radioproteção Ltda. Disponível em: <www.phymed.com.br>. Acesso em: 08 maio 2011.
- [2] Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem. Disponível em: <www.cbr.org.br>. Acesso em: 08 maio 2011.
- [3] Portaria nº 453, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/453_98.htm>. Acesso em: 08 maio 2011.

- [4] Resolução – RDC nº 50, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/50_02rdc.pdf>. Acesso em: 08 maio 2011.
- [5] Sociedade Brasileira de Biologia, Medicina Nuclear e Imagem Molecular. Disponível em: <<http://www.sbbmn.org.br>>. Acesso em 09 maio 2011.
- [6] THRALL, J.H.; ZIESMAN, H.A. **Medicina Nuclear**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 426p.
- [7] CNEN-NN-3.05, Requisitos de Radioproteção e Segurança em Medicina Nuclear. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=305>>. Acesso em 09 maio 2011.
- [8] The Basics of MRI, Joseph P. Hornak. Disponível em: <<http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside.htm>>. Acessado em 14 maio 2011.
- [9] Lemelson-MIT Program, Massachusetts Institute of Technology. Disponível em <<http://web.mit.edu/invent/a-winners/a-damadian.html>>. Acessado em 14 maio 2011.
- [10] MAZZOLA, A.A. Ressonância Magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. **Rev. Bras. Fís. Med.**, vol.3, n1, p.117, out. 2009.
- [11] MAZZOLA, AA. et al. Protocolo de testes de aceitação em equipamentos de imagem por Ressonância Magnética. **Radiol. Bras.**, vol.38, n3, p.195-204, jun. 2005.
- [12] IAEA, TECDOC-602. **Quality control of nuclear medicine instruments 1991**. Vienna, 1991.
- [13] ROBILOTTA, C.C. **Controle e Garantia de Qualidade de Câmara de Cintilação**. CBBMN, Aracaju, 2004.
- [14] ANVISA, Radiodiagnóstico Médico: Segurança e Desempenho de Equipamentos. 1.ed. Brasília: ANVISA, 2005. 104p.