

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia  
das Radiações, Minerais e Materiais

# Portfólio de Projetos Processo Seletivo 2018

Setembro de 2017

Áreas de Concentração e Linhas de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais

| Áreas de Concentração                                    | Linhas de Pesquisa  |
|--|---|
| Ciência e Tecnologia dos Materiais – CTMA                | <ul style="list-style-type: none"><li>– Integridade Estrutural</li><li>– Nanotecnologia</li><li>– Materiais Avançados</li></ul>   |
| Ciência e Tecnologia das Radiações – CTRA                | <ul style="list-style-type: none"><li>– Metrologia das Radiações</li><li>– Radiações Ionizantes na Saúde e Biologia</li><li>– Tecnologia de Reatores Nucleares</li></ul>  |
| Ciência e Tecnologia dos Minerais e Meio Ambiente – CTMI | <ul style="list-style-type: none"><li>– Geoquímica e Geologia em Recursos Minerais e Meio Ambiente</li><li>– Metalurgia Extrativa e Meio Ambiente</li><li>– Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente</li></ul> |

| <b>Área</b> | <b>Linha</b>   | <b>Docente</b>   | <b>Tema</b>   |
|-------------|--|--|---|
| CTMA        | Integridade Estrutural                                     | Emerson Giovani Rabello                                | MA01 - Avaliação numérica e experimental de tensões   |
| CTMA        | Integridade Estrutural                                     | Silvério Ferreira da Silva Júnior                      | MA02 - Avaliação Não Destrutiva em Componentes  |
| CTMA        | Integridade Estrutural                                     | Wagner Reis da Costa Campos                            | MA03 - Avaliação da resistência à corrosão eletroquímica e corrosão sob tensão em soldas dissimilares envolvendo aços carbono, inoxidáveis e ligas de níquel. |
| CTMA        | Materiais Avançados  | Armindo Santos   | MA04 - Síntese e caracterização de membranas esféricas de Ni-agarose e seu uso na purificação da proteína histidina.  |
| CTMA        | Nanotecnologia   | Adelina Pinheiro Santos ou Clascídia Aparecida Furtado | MA05 – Manipulação química de nanoestruturas de carbono para estudos e aplicações.  |
| CTMA        | Nanotecnologia   | Edésia Martins Barros de Sousa                         | MA06 - Materiais Nanoestruturados Multifuncionais para Bioaplicações.   |
| CTMA        | Nanotecnologia   | José Domingos Ardisson                                 | MA07 – Investigação das propriedades estruturais, magnéticas e hiperfinas de compostos de Fe ou Sn por espectroscopia Mössbauer.                              |
| CTMA        | Nanotecnologia   | Maximiliano Delany Martins                             | MA08 - Investigação de nanoestruturas utilizando microscopia de varredura por sonda de alta resolução.  |
| CTMA        | Nanotecnologia   | Waldemar Augusto de Almeida Macedo                     | MA09 - Nanoestruturas magnetoresistivas para sensores.  |
| CTMI        | Metalurgia Extrativa e Meio Ambiente                       | Ana Cláudia Queiroz Ladeira                            | MI01 – Caracterização e tratamento de contaminações ambientais decorrente de atividades de metalurgia e mineração.  |
| CTMI        | Metalurgia Extrativa e Meio Ambiente                       | Carlos Antônio de Moraes                               | MI02 - Estudos químicos, termodinâmicos e hidrometalúrgicos, visando o desenvolvimento de processos para recuperação e purificação de metais.                 |
| CTMI        | Geoquímica e Geologia em Recursos Minerais e Meio Ambiente | Francisco Javier Rios                                  | MI03 – Geoquímica de Jazidas de Urânio e Minerais Estratégicos.   |
| CTMI        | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente            | Alberto Avellar Barreto                                | MI04 - Estudos de avaliação da qualidade do ar.   |
| CTMI        | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente            | Carlos Alberto de Carvalho Filho                       | MI05 – Estudos de avaliação da qualidade das águas e sedimentos.  |

| Área | Linha   | Docente                                | Tema   |
|------|---|--|--|
| CTMI | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente | Ilza Dalmázio                          | MI06 – Obtenção de radioisótopos com alta atividade específica via reação de Szilard-Chalmers  |
| CTMI | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente | Maria Ângela de Barros Correia Menezes | MI07 - Otimização do método $k_0$ -padronizado de análise por ativação neutrônica  |
| CTMI | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente | Roberto Pellacani Guedes Monteiro      | MI08 – P&D de metodologias radioquímicas para a determinação de Pb-210 em amostras ambientais.   |
| CTMI | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente | Rubens Martins Moreira                 | MI09 - 1) Hidrologia de Superfície e Subterrânea - 2) Técnicas Nucleares Aplicadas à Indústria.  |
| CTMI | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente | Stela Dalva Santos Cota                | MI10 - Desenvolvimento e aplicação de técnicas de traçadores naturais e de modelagem computacional no diagnóstico, avaliação e gerenciamento de sistemas hidrológicos                                      |
| CTMI | Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente | Vinícius Verna Magalhães Ferreira      | MI11 - Aplicação de técnicas nucleares e convencionais em águas de superfície, águas residuárias e em sedimentologia   |
| CTRA | Metrologia das Radiações                        | Luiz Claudio Meira Belo                | RA01 - Estudo de propriedades térmicas e ópticas de dosímetros luminescentes.  |
| CTRA | Metrologia das Radiações                        | Marco Aurélio de Sousa Lacerda         | RA02 - Modelagem computacional de campos de radiação e sistemas dosimétricos.  |
| CTRA | Metrologia das Radiações                        | Maria do Socorro Nogueira Tavares      | RA03 - Desenvolvimento de métodos e ferramentas para redução do risco em procedimentos de Mamografia, Tomografia Computadorizada e Radiologia Intervencionista nos aspectos da dose e qualidade da imagem. |
| CTRA | Radiações Ionizantes na Saúde e Biologia        | Antero Silva Ribeiro de Andrade        | RA04 - Desenvolvimento de aptâmeros para o diagnóstico de doenças infecciosas.   |
| CTRA | Radiações Ionizantes na Saúde e Biologia        | Marcelo Henrique Mamede Lewer          | RA05 - Controle de Qualidade em Medicina Nuclear.  |
| CTRA | Radiações Ionizantes na Saúde e Biologia        | Maria José Neves                       | RA06 – Geração de Radicais livres por drogas anticancerígenas e poluentes metálicos.   |
| CTRA | Radiações Ionizantes na Saúde e Biologia        | Raquel Gouvea dos Santos               | RA07 – Desenvolvimento de fármacos e nanoradiofármacos para diagnóstico e terapia.   |
| CTRA | Tecnologia de Reatores Nucleares                | Amir Zacarias Mesquita                 | RA08 – Investigações e Desenvolvimentos Aplicados a Reatores Nucleares.  |

## Área: Ciência e Tecnologia dos Materiais – CTMA

### Linha: Integridade Estrutural

|  |
|--|
| <b>Docente:</b> Emerson Giovani Rabello  |
| <b>Tema:</b> MA01 - Avaliação numérica e experimental de tensões   |
| <b>Descrição</b>   |
| Neste projeto pretende-se realizar pesquisa e desenvolvimento de metodologias, técnicas e procedimentos para análise de tensões em componentes nucleares e convencionais, fundamentais para as atividades de avaliação de integridade estrutural e gestão de envelhecimento de componentes estruturais. As atividades previstas incluem: a aplicação do método elementos finitos; extensometria; fotoelasticidade e desenvolvimento de técnicas para determinação de tensões residuais.  |
| <b>Docente:</b> Silvério Ferreira da Silva Júnior  |
| <b>Tema:</b> MA02 - Avaliação Não Destrutiva em Componentes  |
| <b>Descrição</b>   |
| São duas as abordagens possíveis: a) Caracterização de juntas soldadas e de materiais estruturais por métodos avançados de Ensaio Não Destrutivos (END) - o tema se refere ao uso de diferentes métodos de ensaios não destrutivos para a caracterização de materiais e componentes estruturais, obtidos por diferentes processos de fabricação, envolvendo os seguintes métodos de ensaio: a análise do ruído magnético Barkhausen, o ultrassom com as técnicas convencionais, Phased Array e TOFD e o ensaio por correntes parasitas. Serão estudados aspectos referentes à detecção e caracterização de descontinuidades estruturais bem como aspectos referentes à microestrutura e à presença de tensões residuais nesses materiais e componentes. Também aborda o desenvolvimento de sensores de correntes parasitas e de metodologias de avaliação para uso em componentes de troca térmica. b) Avaliação de componentes de reatores de pesquisa e testes de materiais por métodos de END - o tema se refere ao uso dos métodos de ensaios visual, por correntes parasitas e ultrassom para a avaliação de componentes do reator Triga e de combustíveis nucleares tipo placa. Também aborda o desenvolvimento de sensores de correntes parasitas e de metodologias de avaliação para uso nesses componentes. |
| <b>Docente:</b> Wagner Reis da Costa Campos  |
| <b>Tema:</b> MA03 - Avaliação da resistência à corrosão eletroquímica e corrosão sob tensão em soldas dissimilares envolvendo aços carbono, inoxidáveis e ligas de níquel.   |
| <b>Descrição</b>   |
| Neste projeto serão avaliados os efeitos de diferentes tratamentos térmicos frente à corrosão por pites e corrosão sob tensão de uma solda dissimilar de aço inoxidável austenítico AISI 316L com liga de níquel 182 como metal de adição em meio salino ácido. Para este estudo serão analisadas as microestruturas resultantes de cada tratamento térmico e conduzidos os ensaios eletroquímicos como a polarização anódica potenciodinâmica cíclica, e ensaios de corrosão sob tensão com taxa de deformação lenta em amostras sem tratamento térmico e tratadas termicamente a 600°C, 700°C e 800°C, em meio contendo 190 g/L de NaCl e pH 4 a 80°C. Durante o projeto outras condições para melhorias do comportamento à corrosão de juntas soldadas dissimilares poderão ser incorporadas.   |

### Linha: Materiais Avançados

|   |
|---|
| <b>Docente:</b> Armindo Santos  |
| <b>Tema:</b> MA04 - Tecnologia sol-gel aplicada à nanoestruturação de materiais de interesse das áreas nuclear e não nuclear: síntese, caracterização e aplicação industrial  |
| <b>Descrição</b>  |
| Em materiais nucleares, nossa P&D foca no desenvolvimento de combustível nuclear avançado, cerâmico (contendo o veneno queimável Gd, UO <sub>2</sub> -Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) e cerâmico-metálico (cermet, tipo UO <sub>2</sub> -Aço inox). No combustível UO <sub>2</sub> -Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , buscamos entender e controlar o excesso de densificação das pastilhas combustíveis com a introdução do Gd. No combustível cermet, desenvolvemos a síntese de microesferas porosas de aço inox bem como a criação de camadas coerentes de aço inox na superfície de microesferas de UO <sub>2</sub> , visando maximizar a fração volumétrica de UO <sub>2</sub> . Em materiais não nucleares, nossa P&D prioriza o |

desenvolvimento de tecnologias alternativas de tratamento de águas que possibilitem realizar dessalinização de águas salobras e remediar águas contaminadas com arsênio, metais pesados (por exemplo, U, Cd, Hg, Pb, etc.) e orgânicos. Estas tecnologias alternativas demandam desenvolver filtros coloidais estáticos e flutuantes. Além disto, prospectamos e atendemos demandas de clientes; dois exemplos: Síntese de microesferas de Ni-Agarose para purificação de proteínas; e Síntese de nanopartículas estáveis da liga magnética NdFeB para fabricar ímãs permanentes.

## Linha: Nanotecnologia

|  |
|--|
| <b>Docente:</b> Adelina Pinheiro Santos e Clascídia Aparecida Furtado  |
| <b>Tema:</b> MA05 – Manipulação química de nanoestruturas de carbono para estudos e aplicações   |
| <b>Descrição</b>   |
| O Grupo de Pesquisa CNPq “Manipulação Química de Nanotubos de Carbono e Grafenos”, em atividade desde 2002, é um dos pioneiros no Brasil na manipulação química de nanomateriais de carbono, focalizando a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação nos temas: 1) produção de grafenos por esfoliação química do grafite e 2) manipulação pós-síntese de nanotubos de carbono, incluindo as etapas de purificação, dispersão, funcionalização e incorporação em matrizes. O Grupo foca a produção de nanoestruturas de carbono com controle composicional para a elaboração de híbridos e compósitos para aplicações industriais (mineração, refratários, nuclear) e biomédicas. Atualmente, encontram-se abertas vagas para projetos de pesquisa envolvendo a funcionalização e a separação por tamanho de nanoestruturas de carbono para bioaplicações; validação de métodos de análise de nanomateriais de carbono; grafitação catalítica de fontes de carbono; esfoliação de grafite em grafenos e aplicações; refratários contendo carbonos nanoestruturados. Os projetos contam com a infraestrutura no CDTN do Laboratório de Química de Nanoestruturas de Carbono (LQN/CDNT-SisNANO) e de laboratórios parceiros na UFMG e em outras instituições.   |
| <b>Docente:</b> Edésia Martins Barros de Sousa   |
| <b>Tema:</b> MA06 - Materiais Nanoestruturados Multifuncionais para Bioaplicações.   |
| <b>Descrição</b>   |
| Recentemente nanoestruturas de nitreto de boro tem sido objeto de pesquisa devido as suas características especiais. Os nanotubos de nitreto de boro (BNNTs) são formados a partir do nitreto de boro hexagonal (h-BN) que é similar ao grafite por causa de sua estrutura cristalina. Além das nanoestruturas de nitreto de boro, os materiais mesoporosos ordenados a base de sílica são definidos por uma mesoestrutura ordenada e repetitiva de poros de arranjo cúbico que estão ligados entre si, favorecendo a difusão de moléculas no interior da partícula, o que indica um forte potencial para o uso deste material em aplicações biológicas. Estas nanoestruturas citadas, quando associadas a uma segunda fase, apresentam propriedades únicas, podendo ser obtidos nanocompósitos a base de sistemas inorgânicos, contendo partículas elementos terras raras ou magnéticas, ou sistemas híbridos, quando os nanomateriais contêm fases orgânicas em suas superfícies por meio de funcionalização. Estes materiais apresentam multifuncionalidade, podendo ser aplicados em magnetohipertermia, diagnostico e terapia, e como sistemas com entrega de fármacos direcionada, por meio do direcionamento ativo, que pode ocorrer através da conjugação de uma nanopartícula com um ligante que possua um receptor específico. |
| <b>Docente:</b> José Domingos Ardisson   |
| <b>Tema:</b> MA07 – Investigação das propriedades estruturais, magnéticas e hiperfinas de compostos de Fe ou Sn por espectroscopia Mössbauer.  |
| <b>Descrição</b>   |
| Desenvolvimento de tecnologias para a produção de metais, ligas e cerâmicos a partir de elementos e/ou óxidos precursores de terras raras e ferro para uso em produtos de alta tecnologia da cadeia produtiva, prioritariamente ímãs permanentes de alta performance e ferritas magnéticas híbridas visando o desenvolvimento de novos dispositivos eletroeletrônico com propriedades magnéticas pré-estabelecidas; sistemas catalíticos e biomédicos de alta eficiência. Os materiais na forma de volume e/ou filmes serão obtidos por fusão, rotas químicas e deposição por pulverização catódica e serão caracterizados por difração de raios X (DRX), microscopia de transmissão (MET), magnetometria de amostra vibrante (VSM) e  |

principalmente pela técnica nuclear de espectroscopia Mössbauer (EM). As multifuncionalidades dos materiais tais como liberação de calor via indução magnética e luminescência, serão testadas usando protocolos descritos na literatura e já utilizados e testados nos nossos laboratórios.

**Docente:** Maximiliano Delany Martins

**Tema:** MA08 – Investigação de nanoestruturas utilizando microscopia de varredura por sonda de alta resolução.

#### **Descrição**

Os materiais nanoestruturados têm atraído grande interesse de pesquisa nos últimos anos. Devido a suas características de escala de comprimento extremamente pequena e baixa dimensionalidade, em geral, esses materiais apresentam propriedades bastante diferenciadas quando comparados a seus homólogos macroscópicos. No Laboratório de Nanoscopia (LabNano) do CDTN temos utilizados técnicas de microscopia de varredura de sonda de alta resolução (como STM, AFM e MFM) para investigar e correlacionar propriedades estruturais, morfológicas, eletrônicas e magnéticas de diferentes materiais nanoestruturados. Adicionalmente, outros recursos experimentais disponíveis no CDTN são utilizados de modo complementar: difração e fluorescência de raios X, espectroscopia de elétrons (XPS) e microscopia eletrônica. Atualmente estamos desenvolvendo os seguintes projetos de pesquisa: (i) estudo da configuração de spins em nanoestruturas magnéticas epitaxiais, p. ex., monocamadas de Co sobre Ru(0001); (ii) investigação da configuração magnética em arranjos de nanoestruturas preparados por litografia e estudados por microscopia de força magnética e simulação numérica micromagnética; (iii) desenvolvimento de processo de modificação da superfície de titânio na forma de um revestimento de TiO<sub>2</sub> nanoporosa funcionalizado quimicamente aplicado a implantes osseointegráveis. Estes projetos contam com apoio financeiro de diferentes agências de fomento: CNPq, FAPEMIG e SibratecNANO - Rede de Inovação em Nanomateriais e Nanocompósitos.

**Docente:** Waldemar Augusto de Almeida Macedo

**Tema:** MA09 - Nanoestruturas magnetoresistivas para sensores.

#### **Descrição**

Multicamadas de filmes finos contendo materiais magnéticos e não magnéticos formam uma base de nanoestruturas amplamente exploradas para a construção de diferentes dispositivos magnetoresistivos, válvulas de spin e estruturas com efeito de magnetoresistência anisotrópica túnel, entre outras. Atualmente, muitas estruturas multicamadas magnéticas semelhantes a válvulas de spin apresentam importantes aplicações tecnológicas, incluindo sensores com enorme potencial de aplicação na medicina, em instrumentação e na indústria. NO LFA/CDTN, nos dedicamos há mais de duas décadas ao nanomagnetismo, investigando a síntese e das correlações entre as propriedades estruturais e magnéticas de nanomateriais em camadas, via epitaxia de feixe molecular (MBE) ou pulverização catódica (sputtering). Neste projeto, deverá ser estudada a síntese de nanoestruturas magnéticas multicamadas via pulverização catódica, suas propriedades estruturais e magnéticas e, principalmente, deverá ser explorada a aplicação das mesmas para a preparação de dispositivos (sensores) para bioaplicações.

## **Área: Ciência e Tecnologia dos Minerais e Meio Ambiente- CTMI**

### **Linha: Metalurgia Extrativa e Meio Ambiente**

**Docente:** Ana Cláudia Queiroz Ladeira

**Tema:** MI01 – Caracterização e tratamento de contaminações ambientais decorrente de atividades de metalurgia e mineração.

#### **Descrição**

Recuperação de elementos metálicos de drenagem ácida de mina por troca iônica, co-precipitação e lixiviação. Utilização de técnicas hidrometalúrgicas para avaliação e mitigação de impactos ambientais. Recursos minerais, água, biodiversidade. Desenvolvimento de processo de produção de esponja de zirconio e de tubos de liga de zircônio. Desenvolvimento de tecnologias para aproveitamento de fontes secundárias de terras raras, caracterização microquímica /mineralógica e aplicações na cadeia produtiva.

**Docente:** Carlos Antônio de Moraes

**Tema:** MI02 - Estudos químicos, termodinâmicos e hidrometalúrgicos, visando o desenvolvimento de processos para recuperação e purificação de metais.

**Descrição**

O principal foco do tema é o desenvolvimento de processos para a recuperação de metais, como tório, urânio, elementos terras raras, zircônio, tântalo, nióbio, estanho entre outros a partir de minérios e licores através de técnicas hidrometalúrgicas, como extração por solventes, lixiviação e precipitação química. Estes metais, geralmente presentes em minérios de terras raras, de nióbio e de estanho, apresentam importância estratégica, com diversas aplicações industriais. A partir dos resultados obtidos espera-se alcançar o desenvolvimento de tecnologias e inovação de processos de extração metalúrgica para separação e purificação de metais com foco em aplicações industriais. Os resultados obtidos serão amplamente divulgados em revistas especializadas e em apresentações em congressos. Os recursos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos estão contemplados em projetos de pesquisa aprovados em órgão de fomento, coordenados pelo docente: (i) Chamada MCTI/CNPq/CT-Mineral Nº 76/2013; (ii) PPM X - Apoio ao Pesquisador Mineiro (2016); (iii) FINEP – Inova Mineral - 2017. O Serviço de Tecnologia Mineral do CDTN dispõe de infraestrutura laboratorial e recursos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos.

**Docente:** Francisco Javier Rios

**Tema:** MI03 – Geoquímica de Jazidas de Urânio e Minerais Estratégicos.

**Descrição**

A Província Uranífera de Lagoa Real é atualmente a única reserva de urânio em exploração no Brasil. Trabalhos recentes, no entanto, descreveram a ocorrência de teores anormalmente elevados de elementos terras raras (ETR) em rochas desta região. Os ETR têm ampla aplicação e importância nas mais diversas áreas da tecnologia e, por isso, estudos prospectivos tendo como alvo estes elementos são de extrema importância para a economia do Brasil. Neste contexto pretende-se que sejam desenvolvidos trabalhos que envolvam: análise das relações de contato em campo, amostragem, descrição petrográfica, isótopos estáveis, caracterização geoquímica de rocha total e microquímica mineral das rochas existentes em uma área delimitada da Província Uranífera de Lagoa Real. Este trabalho terá como principal objetivo quantificar os teores de ETR em cada uma das litologias e caracterizar os minerais hospedeiros destes elementos para definir se existe a possibilidade prospectiva e de exploração dos ETR mesmo que como subproduto do urânio.

**Linha: Técnicas Nucleares na Indústria e Meio Ambiente**

**Docente:** Alberto Avellar Barreto

**Tema:** MI04 - Estudos de avaliação da qualidade do ar.

**Descrição**

Avaliação de impactos ambientais e radiológicos no ar é o foco dos projetos inseridos dentro desta linha de pesquisa. Diversas questões sobre as condições de qualidade do ar têm sido objeto de preocupação da sociedade e seus órgãos gerenciadores. Os impactos associados às emissões de uma determinada instalação existente ou a ser implantada, além da interação entre os diversos efluentes liberados por um conjunto de instalações requerem estudos detalhados para que se obtenha um diagnóstico confiável. Neste cenário são realizados estudos ligados às questões de licenciamento ambiental e nuclear ou que utilizam técnicas nucleares visando o aprimoramento do conhecimento e a compreensão de problemas ambientais que podem impactar a qualidade do ar. Para tanto são utilizadas de técnicas de modelagem e monitoramento ambiental. Diversas ferramentas estão disponíveis para os trabalhos de modelagem computacional, tais como aplicativos da área de dispersão atmosférica e geoprocessamento, além de uma infraestrutura computacional compatível com a necessidade destes estudos. Cita-se também a utilização de equipamentos de monitoramento em campo de diversos parâmetros ambientais.

**Docente:** Carlos Alberto de Carvalho Filho

**Tema:** MI05 – Estudos de avaliação da qualidade das águas e sedimentos.

**Descrição**

Observa-se a nível mundial uma crescente preocupação dos órgãos governamentais e da sociedade com a escassez e qualidade dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos. Este fato determina a relevância do desenvolvimento de pesquisas voltadas para os recursos hídricos, incluindo os sedimentos, pois estes muito bem retratam a saúde ambiental dos

corpos d'água. Esta linha de pesquisa tem por foco principal a indústria nuclear, seus rejeitos e efluentes, mas também abrange instalações convencionais. De forma geral, as avaliações da qualidade ambiental em referência envolvem principalmente: (i) estudos de caracterização do meio físico; (ii) estudos hidroquímicos e geoquímicos; (iii) estudos isotópicos; (iv) aplicação de índices de qualidade ambiental; (v) identificação e caracterização (diagnóstico) das fontes e seus impactos ambientais radiológicos e não radiológicos. Para as atividades de campo estão disponíveis uma série de equipamentos que auxiliam na coleta e caracterização físico-química das amostras. O tratamento dos dados analíticos envolve códigos computacionais específicos, nas áreas de geologia, hidroquímica e estatística, dentre outras.

**Docente:** Ilza Dalmázio

**Tema:** MI06 – Obtenção de radioisótopos com alta atividade específica via reação de Szilard-Chalmers

#### **Descrição**

A reação de Szilard-Chalmers (RSC) tem sido avaliada como uma rota de obtenção de radioisótopos com alta atividade específica, em pequena escala, usando reatores de pesquisa. Exemplo disto é a obtenção do Mo-99. Esta reação baseia-se em efeitos químicos resultantes das transformações nucleares, como a ruptura de ligações químicas que pode ocorrer devido ao recuo de um átomo após sofrer captura radioativa de nêutrons em uma reação  $(n,\gamma)$ . O radioisótopo, livre do seu composto original, pode então ser separado utilizando-se métodos de extração. Avaliar do comportamento de diversos compostos alvos frente à RSC pode trazer informações e descobertas importantes para melhoria de processos de obtenção do radioisótopo de interesse. Além disso, a melhoria e/ou desenvolvimento de novos processos de extração do radioisótopo tem também despertado o interesse neste tema. Além dos métodos de extração convencionais, dispositivos microfluídicos podem ser explorados na extração. Neste contexto, projetos relacionados à obtenção de radioisótopos com alta atividade específica via reação de Szilard-Chalmers, avaliando alvos de complexos metálicos diversos e processos de extração correlatos serão ofertados nesta linha de pesquisa, para o desenvolvimento de estudos em nível de pós-graduação.

**Docente:** Maria Ângela de Barros Correia Menezes

**Tema:** MI07 - Otimização do método k0-padronizado de análise por ativação neutrônica

#### **Descrição**

A otimização da técnica de análise de ativação neutrônica é uma das linhas de pesquisa do Serviço de Técnicas Analíticas. Neste projeto, o aluno poderá atuar no desenvolvimento e estabelecimento de automatização da etapa de espectrometria gama contribuindo para elevar a produtividade da técnica. Uma outra linha é aplicar a técnica em arqueologia, analisando a composição química de materiais cerâmicos arqueológicos, contribuindo para a implantação da análise de amostras grandes.

**Docente:** Roberto Pellacani Guedes Monteiro

**Tema:** MI08 – P&D de metodologias radioquímicas para a determinação de Pb-210 em amostras ambientais.

#### **Descrição**

O projeto contempla a pesquisa e desenvolvimento de metodologias radioquímicas para a determinação de Pb-210 em amostras ambientais (água, solo e sedimento) por três rotas analíticas distintas, considerando as técnicas de contagem proporcional, espectrometria gama de baixa energia e espectrometria alfa. Serão abordados aspectos como determinação de limites de detecção, incertezas associadas por meio de tratamentos estatísticos adequados e estabelecimento de extensão de aplicação de cada técnica e metodologia, envolvendo ou não separações radioquímicas, para os níveis de atividade identificados. Ao mesmo tempo os dados obtidos serão consolidados na forma de um programa de intercomparação laboratorial considerando as três técnicas utilizadas. Como resultados esperados na conclusão do projeto pretende-se estabelecer um protocolo analítico para atendimento a demandas internas e externas ao Centro e publicação do trabalho em periódico internacional além de promover capacitação de pessoal na área de Radioquímica.

**Docente:** Rubens Martins Moreira

**Tema:** MI09 – 1) Hidrologia de Superfície e Subterrânea e 2) Técnicas Nucleares Aplicadas à Indústria.

#### **Descrição**

Na primeira linha são desenvolvidos estudos que com o auxílio de técnicas nucleares e correlatas (uso de isótopos radioativos e estáveis como traçadores) são investigados

processos de transporte reativos (p.ex.: destino de contaminantes orgânicos) ou conservativos (p.ex.: deslocamento de fluidos naturais) na hidrosfera, devido a processos dinâmicos naturais ou de origem antropogênica, e suas consequências para o meio ambiente. Busca-se utilizar isótopos radioativos ou não já presentes na natureza, bem como desenvolver ou aperfeiçoar as metodologias de suas detecções. Na segunda linha os estudos focam as operações das indústrias de processo (tratamento de minerais, indústrias químicas, produção de petróleo via métodos convencionais ou não-convencionais, etc.) e os possíveis impactos ambientais causados pelas mesmas. São também priorizadas as técnicas nucleares de medições em campo e laboratório, como o objetivo de quantificar parâmetros de operação, detectar problemas no funcionamento destes sistemas e otimizar o desempenho dos mesmos. também busca-se desenvolvimento, a produção e a avaliação de novos radiotraçadores em novas aplicações.

**Docente:** Stela Dalva Santos Cota

**Tema:** MI10 - Desenvolvimento e aplicação de técnicas de traçadores naturais e de modelagem computacional no diagnóstico, avaliação e gerenciamento de sistemas hidrológicos

#### **Descrição**

A dinâmica da água no planeta é definida pela sua distribuição nos diferentes compartimentos que compõem o ciclo hidrológico e pela inter-relação entre esses compartimentos. Entender os processos que regulam a transferência de água entre os diversos sistemas, notadamente o atmosférico, superficial e subterrâneo, são fundamentais ao se tentar descrever esses sistemas e prever seu funcionamento em face a diferentes estresses. Isso é importante também quando se considera que a água é um dos principais vetores de transporte para contaminantes no meio natural. Essa linha de pesquisa propõe desenvolver, testar e aplicar diferentes técnicas, usadas separadamente ou de forma integrada, para buscar entender esses meios e suas correlações. As técnicas de traçadores naturais utilizam diversos marcadores químicos e isotópicos naturalmente presentes na natureza e que sofrem alterações de acordo com os processos a que água se submete. Essa, juntamente com outras técnicas de caracterização hidrológica e hidrogeológica, permitem elaborar o modelo conceitual para o fluxo da água entre os vários compartimentos do ciclo hidrológico, que podem ser simulados utilizando técnicas de modelagem computacional, permitindo a previsão de comportamentos futuros.

**Docente:** Vinícius Verna Magalhães Ferreira

**Tema:** MI11 - Aplicação de técnicas nucleares e convencionais em águas de superfície, águas residuárias e em sedimentologia

#### **Descrição**

Esta linha de pesquisas tem por objetivo desenvolver e aplicar métodos que auxiliem em uma melhor compreensão de alguns fenômenos e/ou processos associados ao saneamento, ao meio ambiente e aos recursos hídricos. No escopo das investigações em rios e córregos podem ser utilizados traçadores fluorescentes como a fluoresceína ou a rodamina, radioativos como o tecnécio 99 ou o trítio, naturais como o radônio 222, salinos como o cloreto de sódio ou o iodeto de potássio, ou a técnica de efeito doppler. Análises quantitativas e qualitativas da carga de sedimentos transportados por cursos hídricos podem ser obtidas com o uso de técnicas laboratoriais e de amostradores adequados. No que se refere as questões afetas as águas residuárias, os traçadores podem ser utilizados com o intuito de se modelar corretamente a hidráulica pertinente ao tratamento de esgoto. Todas as atividades desta linha de trabalhos envolvem trabalhos de campo, escritório e laboratório.

## **Área: Ciência e Tecnologia das Radiações- CTRA**

### **Linha: Metrologia das Radiações**

**Docente:** Luiz Claudio Meira Belo

**Tema:** RA01 - Estudo de propriedades térmicas e ópticas de dosímetros luminescentes.

#### **Descrição**

Neste projeto o estudante terá três linhas possíveis de atuação e poderá optar por qual caminho sua formação, conhecimentos e interesses melhor se ajustem. A primeira proposta é estudar a resposta luminescente de detectores de radiação cerâmicos produzidos no CDTN, tendo em vista determinar os principais parâmetros físicos destes materiais por

métodos ópticos nos quais o estudante será treinado. A segunda proposta, a qual pode ou não ser aditiva à primeira, é realizar estudos de viabilidade técnica da utilização de detectores cerâmicos produzidos no CDTN para o seu uso em estudos de aplicações práticas de diagnóstico e terapia. A terceira proposta é realizar estudos de simulação dos detectores cerâmicos produzidos no CDTN em aplicações em dosimetria de trabalhadores, pacientes e ambiental. As contribuições que o estudante tenha a propor dentro da linha de pesquisa poderão fazer parte do trabalho de pós-graduação ora proposto. Esclareço que os equipamentos e condições necessários à execução das propostas estão disponíveis nos laboratórios da Seção de Dosimetria das Radiações.

**Docente:** Marco Aurélio de Sousa Lacerda

**Tema:** RA02 - Modelagem computacional de campos de radiação e sistemas dosimétricos.

#### **Descrição**

A modelagem computacional de campos de radiação e sistemas dosimétricos permite o aumento da confiabilidade metrológica de medições realizadas. Uma vez validados, esses modelos computacionais podem ser utilizados para avaliar a influência de diferentes parâmetros nas medições. Em um laboratório de metrologia das radiações ionizantes, modelos computacionais podem ser utilizados no desenvolvimento e testes de novos sistemas dosimétricos e / ou dispositivos para testes de controle de qualidade de equipamentos. Os equipamentos de hospitais / clínicas e outras instalações radiativas, como o ciclotron GE PETtrace do CDTN, também podem ser modelados computacionalmente, simulando diferentes condições de operação, para avaliação das doses nos pacientes e trabalhadores. O objetivo geral do projeto é desenvolver e validar modelos computacionais de campos de radiação e sistemas dosimétricos do CDTN e de instalações médicas de Belo Horizonte que usam aceleradores lineares (LINAC) de altas energias e equipamentos de raios X intervencionistas.

**Docente:** Maria do Socorro Nogueira Tavares

**Tema:** RA03 - Desenvolvimento de métodos e ferramentas para redução do risco em procedimentos de Mamografia, Tomografia Computadorizada e Radiologia Intervencionista nos aspectos da dose e qualidade da imagem.

#### **Descrição**

Neste projeto o aluno poderá atuar em uma das três áreas: Em mamografia está relacionado não apenas à ligação entre a qualidade da imagem e o diagnóstico precoce e cura do câncer de mama, como também ao fato deste exame ser utilizado para o rastreamento da doença, aumentando o risco do câncer radioinduzido na população alvo. Na tomografia computadorizada (TC), estes testes estão relacionados a capacitação dos profissionais, testes de aceitação e otimização dos protocolos de varredura, realização da dosimetria de pacientes submetidos a cada tipo de exame e, principalmente, avaliação da qualidade da imagem gerada utilizando simuladores específicos. Em radiologia intervencionista os riscos inerentes à prática ressaltam a necessidade de monitoração efetiva das instalações e das pessoas a partir de instrumentos normativos que busquem estabelecer requisitos, sobre desempenho dos equipamentos e sobre processos, para garantir maior segurança ocupacional (dos trabalhadores) e a redução das exposições dos pacientes. As contribuições do poderão fazer parte do trabalho de pós-graduação ora proposto. Esclareço que os equipamentos e condições necessários à execução das propostas estão disponíveis no Laboratório de radioproteção Aplicado a Mamografia - LARAM.

### **Linha: Radiações Ionizantes na Saúde e Biologia**

**Docente:** Antero Silva Ribeiro de Andrade

**Tema:** RA04 – Desenvolvimento de aptâmeros para o diagnóstico de doenças infecciosas.

#### **Descrição**

Aptâmeros de ácidos nucleicos são oligonucleotídeos que apresentam alta afinidade e especificidade para seus alvos moleculares. A metodologia SELEX (do inglês "Systematic Evolution of Ligands by Exponential Enrichment") permite, através de ciclos de enriquecimento e amplificação, gerar aptâmeros para qualquer classe de moléculas orgânicas e mesmo para células integras. Aptâmeros podem ser marcados com diferentes radioisótopos (tais como <sup>99m</sup>Tc, <sup>18</sup>F e <sup>68</sup>Ga) e vem se apresentando como uma classe de moléculas promissora para o desenvolvimento de radiofármacos. São moléculas que apresentam propriedades quase ideais para aplicação como radiofármacos de diagnóstico,

como: alta especificidade por seus alvos moleculares, ausência de imunogenicidade e toxicidade, rápida eliminação do sangue devido a seu baixo peso molecular e hidrofiliidade, alta penetração nos tecidos, permitir altas relações alvo background em curtos intervalos de tempo e podem ainda ser estocados por longo tempo e transportados à temperatura ambiente. Esse projeto visa a obtenção e avaliação de aptâmeros específicos para identificação de agentes infecciosos. Os aptâmeros selecionados serão marcados com  $^{99m}\text{Tc}$  e avaliados para o diagnóstico de infecções através da cintilografia. Aptâmeros radiomarcados específicos para agentes infecciosos podem dar uma contribuição significativa para o diagnóstico de infecções, permitindo determinar o foco primário da infecção, o grau de disseminação ou se o local de determinada cirurgia ou prótese está envolvido. Aptâmeros podem também ser utilizados em biosensores para diagnóstico, permitindo a detecção qualitativa ou quantitativa da presença de microrganismos ou moléculas derivadas dos mesmos.

**Docente:** Marcelo Henrique Mamede Lewer

**Tema:** RA05 - Controle de Qualidade em Medicina Nuclear.

#### **Descrição**

A imagem da Medicina Nuclear tem importância fundamental no diagnóstico e no acompanhamento dos pacientes com diversas patologias, impactando no manejo e na sobrevida. Os equipamentos de Medicina Nuclear apresentam uma tecnologia complexa e com múltiplos passos. Esses equipamentos trabalham na detecção da radiação que saem dos pacientes após a administração do radiofármaco. Erros ou artefatos na formação da imagem podem mimetizar e/ou obscurecer alterações reais as quais irão impactar no diagnóstico e acompanhamento dos pacientes. A adoção de programas de garantia da qualidade de imagens diagnósticas pelos serviços de Medicina Nuclear é indispensável para a obtenção de imagens que permitam uma correta interpretação com a exposição do paciente a quantidades de radiação minimizadas e otimizadas. Esses programas pressupõem a realização de um conjunto mínimo de testes de qualidade para equipamentos de Medicina Nuclear que confirmem o bom desempenho desses equipamentos ou indiquem a necessidade de manutenção corretiva. Esses programas seguem as diretrizes da CNEN (CNEN NR 3.05). Entretanto, há um hiato entre as demandas implementadas pelos órgãos reguladores e a prática na implementação dos programas de qualidade. Dessa forma, há a necessidade de estabelecer diretrizes quanto à realização e a interpretação dos resultados dos controles de qualidade que necessitam ser realizados.

**Docente:** Maria José Neves

**Tema:** RA06 - Geração de Radicais livres por drogas anticancerígenas e poluentes metálicos

#### **Descrição**

1- Influência da Metformina na radiosensibilização de células. Metformina é a droga mais usada por pacientes com diabetes tipo II. Além deste uso específico como hipoglicemiante tem sido muito relatado seu possível efeito anti-cancerígeno. Neste projeto será estudado a influência da metformina no metabolismo de células cancerígenas (modelo de câncer hipóxico). Para este projeto o perfil é de estudante com amplo domínio de bioquímica. 2- Efeito do tratamento de células com nanopartículas de selênio, geração de radicais livres e efeito toxicológico. Selênio é um elemento que pode ser benéfico (efeito antioxidante, estimulador sistema imune, anticarcinogênico) ou tóxico (estresse oxidativo e suas consequências), o projeto analisará células tratadas com nanopartículas de selênio, o efeito em células irradiadas a toxicidade, viabilidade celular e, identificação do tipo de morte.

**Docente:** Raquel Gouvea dos Santos

**Tema:** RA07 - Desenvolvimento de fármacos e nanoradiofármacos para diagnóstico e terapia

#### **Descrição**

Esta Linha de Pesquisa tem como objetivo desenvolver, a partir de produtos naturais e substâncias sintéticas, moléculas com potencial radiofarmacêutico para terapia e/ou radiodiagnóstico. A nanobiotecnologia é aplicada com o objetivo de se otimizar aspectos farmacodinâmicos, direcionamento para o alvo e diminuir a toxicidade das moléculas ativas. De acordo com o perfil do aluno este projeto poderá ser desenvolvido em três abordagens diferentes: 01 - Estudo de protótipos de radiofármacos, baseados em bases de Schiff antitumorais, para aplicação na terapia e diagnóstico por imagem molecular; 02 – Bases de Schiff e peptídeos RGD-like como plataforma para o desenvolvimento de agentes para terapia radionuclídica e como radiosensibilizadores; 03 - Desenvolvimento de protótipos de

fármacos, radiofármacos e nanoradiofármacos para aplicação em terapia ou diagnóstico por imagem molecular. Pré-requisito: conhecimentos de bioquímica, química e biologia celular.

### **Linha: Tecnologia de Reatores Nucleares**

**Docente:** Amir Zacarias Mesquita

**Tema:** RA08 – - Investigações e Desenvolvimentos Aplicados a Reatores Nucleares.

#### **Descrição**

Disseminação do conhecimento relativo ao uso pacífico da energia nuclear como fonte de energia. Utilização da infraestrutura dos Laboratórios: de Termohidráulica; do Reator Nuclear de Pesquisa Triga IPR-R1 e do Laboratório de Irradiação Gama para pesquisa e experimentos. Desenvolvimento e pesquisa teórica e experimental em: segurança de instalações nucleares e radiativas; licenciamento e segurança de reatores, neutrônica e termofluidodinâmica de instalações e reatores nucleares. Desenvolvimento de técnicas e programas computacionais para segurança de instalações nucleares e radioativas. Aplicação de códigos termohidráulicos e neutrônicos, simulação e realização de experimentos de eventos de reatores refrigerados a água leve relativos, entre outros a: parâmetros físico-químicos do refrigerante, anomalia na deformação do fluxo térmico, fluxo de calor crítico, refrigeração de emergência do núcleo de reatores, limitação do escoamento em contra corrente, investigação do escoamento em placas perfuradas, estratificação térmica em tubulações, queima de combustíveis, investigação de escoamentos em feixes de elementos combustíveis; pesquisa e desenvolvimento de componentes e circuitos eletrônicos submetidos à radiação ionizante; planejamento energético; ciclos do combustível nuclear e reatores nucleares da nova geração.