

Resumo do Projeto de Pesquisa

O Balneário de Iriri está localizado no município de Anchieta, no litoral sul do Espírito Santo, formado por aproximadamente 14 praias entremeadas por rochedos e que juntas formam o que se convencionou chamar de Caribe Capixaba. A localidade de Iriri caracteriza-se por apresentar em algumas de suas praias, principalmente na da Areia Preta, a ocorrência de minerais chamados de maneira genérica de "Areias monazíticas", que é uma concentração natural de minerais pesados, podendo ocorrer ao longo do litoral e em determinados trechos de cursos d'águas. A areia monazítica contém uma considerável quantidade de monazita - minério constituído por fosfatos de metais do grupo do Cério (Ce) e de Tório (Th). Possui também significativa quantidade de Urânio (U), que juntamente com o tório é responsável pela sua radioatividade. O termo "monazita" provém do grego "*monazein*", que significa "estar solitário" e alguns trabalhos já realizados indicam que tais areias apresentam efeito positivo no tratamento de algumas doenças. Diante da raridade de sua ocorrência, associada ao fato de que elas podem promover a ampliação do turismo naquela região, esse presente projeto se propõe a fomentar um grupo de iniciativas que permitam que o real potencial terapêutico dessa areia, juntamente com um conjunto de ações que valorizem aquela região do ponto de vista ambiental, a destaquem como uma referência nacional quando se pretende alinhar em um mesmo projeto valores que tange a conservação e educação ambiental com o turismo. Para tanto, esse trabalho será realizado por três instituições públicas federais, a saber: o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) que será responsável pelas questões relativas à prospecção e pesquisa mineral atrelado à conservação e educação ambiental, o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM-MCTI) que tratará da caracterização tecnológica da areia monazítica e o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) que será responsável pela medição da radiação emanada pela areia monazítica. Tais instituições trabalharão de modo integrado.

1. Parcerias

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)

O principal motivador é comunicar à sociedade tudo o que fazemos para promover educação profissional, científica e tecnológica pública de excelência, integrando de forma inovadora o ensino, a pesquisa e a extensão para construção de uma sociedade democrática, justa e sustentável, que é a missão organizacional deste Instituto. Princípios norteadores (INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2009, Art.3º): 1. compromisso com a justiça social, equidade, cidadania, ética, preservação do meio ambiente, transparência e gestão democrática; 2. verticalização do ensino e sua integração com a pesquisa e a extensão; 3. eficácia nas respostas de formação profissional, difusão do conhecimento científico e tecnológico e suporte aos arranjos

produtivos locais, sociais e culturais; 4. inclusão de pessoas com deficiências e necessidades educacionais especiais; 5. natureza pública e gratuita do ensino, sob a responsabilidade da União. O curso de Engenharia de Minas do IFES, no Campus Cachoeiro de Itapemirim, é o primeiro curso desta modalidade com disciplinas específicas a ser instalado no Estado do Espírito Santo, forma profissionais capacitados para atuar em diversas áreas e atende o grande número de minerações que exploram e beneficiam rochas com fins ornamentais e industriais, além de grandes empresas beneficiadoras de minérios de ferro aqui instaladas e a exploração de petróleo e gás em expansão em terra e águas capixabas.

A Engenharia de Minas é a parte da engenharia que cuida da descoberta, da extração dos minérios da natureza e da separação de matérias-primas minerais úteis daquelas sem aproveitamento.

O Engenheiro de Minas do IFES é profissional capacitado a buscar os recursos minerais (pesquisa mineral) tais como ferro, petróleo, ouro, alumínio, granitos, mármore, areia, água mineral, talco, dentre muitos outros; capacitados em prospecção mineral em diversos ambientes geológicos e métodos de exploração do bem mineral.

Centro de Tecnologia Mineral (CETEM-MCTI)

O Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) atua no desenvolvimento de tecnologia para o uso sustentável dos recursos minerais brasileiros, com foco na inovação tecnológica para o setor minero metalúrgico. Os benefícios advindos das pesquisas realizadas no Centro são, ainda, utilizados em prol da sociedade brasileira, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento do País. No âmbito do Governo Federal e do MCTI, o CETEM é a única unidade de pesquisa dedicada à tecnologia mineral e ao meio ambiente. No Estado do Espírito Santo, sua atuação, representado pelo Núcleo Regional do Espírito Santo (NRES), tem sido importante na disseminação do conhecimento sobre esse setor da mineração, sendo o organizador e coordenador, de 2002 a 2004, a Rede de Tecnologia e Qualidade em Rochas Ornamentais – RETEQ-ROCHAS, que contou com a participação de mais de 70 instituições ligadas ao setor e desenvolveu diversas e importantes atividades, como o Catálogo de Rochas Ornamentais do Brasil, o Apoio ao Projeto Pedreira Escola, diversos trabalhos desenvolvidos em Arranjos Produtivos Locais de Rochas Ornamentais, e Congressos Nacionais.

Sendo o pioneiro na realização de ensaios de caracterização tecnológica de rochas no Espírito Santo, tal fato retrata a importância do CETEM para a cadeia produtiva deste Estado. Além de todos os ensaios básicos exigidos pela ANM, o Laboratório de Rochas Ornamentais (LABRO) realiza também trabalhos que tratam de temas como alterabilidade, ataque químico, análise granulométrica e morfológica de partículas, Fluorescência de raio-X, entre outros. Para poder prestar um serviço com alto padrão de qualidade na caracterização de rochas ornamentais, o LABRO apresenta os seguintes laboratórios: 1 - Ensaios Físicos; 2 - Ensaios Químicos e

Ambientais; 3 - Análises Físicas e Petrografia; 4 – Análises Minerais ; 5 - Usina Piloto e; 6 – Casa de Vegetação onde já são realizadas pesquisas com enfoque na Rochagem. Com essa estrutura o NRES realiza ensaios de caracterização de agregados e simulações em equipamentos específicos, desenvolvidos no próprio CETEM e patenteados no INPI.

Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD

O Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), fundado em 1973, vem ao longo dos anos se consolidando como uma importante instituição de ensino, pesquisa e desenvolvimento nas áreas de proteção radiológica, dosimetria e metrologia das radiações ionizantes. Desde a sua origem nos anos sessenta, como Laboratório de Dosimetria, um laboratório na PUC/RJ do Departamento de Pesquisas Científicas e Tecnológicas da CNEN, o IRD desenvolvia atividades de calibração de monitores e de medidas ambientais.

Considerando a infra-estrutura e a competência desenvolvida na área de metrologia, em 1989, o INMETRO delegou ao IRD a responsabilidade nacional no campo da metrologia das radiações ionizantes, sendo designado Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI). Em 1976, o Laboratório de Dosimetria foi reconhecido pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e Organização Mundial da Saúde (OMS) como Laboratório de Dosimetria Padrão Secundário (SSDL).

O Laboratório de Radônio da Divisão de radioproteção Ambiental, Ocupacional e Análises Ambientais – DIRAD do IRD foi montado para atender a demanda crescente nesta área tal como a participação do IRD em projetos:

- Apoio a Normalização e Avaliação da Conformidade de Rochas Ornamentais, orientar e medir as concentrações de radônio em amostras de rochas ornamentais;
- Projeto de pesquisa com a CPRM:
 - Correlação entre radiação ambiental e o gás radônio com a incidência de câncer de pulmão em regiões de alta exposição à radiação natural nos Estados de Minas Gerais, Paraná e Amazonas e;
 - Determinação da distribuição de concentração de radônio na região norte e nordeste do Brasil, utilizando a Rede de Litotecas da CPRM e áreas de fiscalizadas pela ANM
- Projetos nacionais e internacionais: em conjunto com os institutos da CNEN, o IME, as Universidades Federais do Rio Grande do Sul e do Rio Grande do Norte e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

O LR também está equipado:

- Sistema RadoMeter 2000:

- revelação de detectores passivos CR39 (Etching Unit) módulo de digitalização e;
- módulo de processamento de imagem (Microscope Unit with Embedded Computer).
- Tempo de processamento e capacidade.

O LR está capacitado para a determinação da taxa de exalação podendo utilizar técnicas de detecção passiva/ativa:

- Passiva - detectores plásticos, LEXAN, CR39, LR 115 e Makrofol e;
- Ativa/passiva - emprega um equipamento de medição instantânea (MCR) AlphaGUARD e RAD7.

2. Informações relevantes para avaliação da proposta

O estudo e análise das propriedades físicas e químicas das chamadas “Areias monazíticas” possibilita a compreensão da influência da radioatividade na saúde dos moradores e turistas que frequentam o *placer* cujo há concentração de minerais com propriedades radioativas. Acreditando que, empiricamente, a exposição a esses minerais seja durante o período de verão ou regularmente durante o ano possa exercer influência na saúde, endossa o turismo levando ao interesse econômico por parte da comunidade e administração pública. Dessa forma, compreende-se aqui que o *placer* em Iriri é uma jazida mineral, não convencional despertando interesse extrativo, mas no aproveitamento do turismo saudável que tal local possibilita. No mais, a ocorrência das areias pretas, ou monazíticas, são regiões de rara ocorrência, levando à particularidade dessas praias no que tange ao Geoturismo e beleza natural.

3. Objetivos da Pesquisa

3.1. Objetivo geral

Motivada pela suposição de que as areias monazíticas apresentam propriedades curativas e terapêuticas, o projeto objetiva levantar informações físicas e químicas dessas areias da região de Iriri, balneário de Anchieta/ES, e a mensuração da emissão natural de radioatividade liberada na atmosfera. Ainda, o mapeamento da geodiversidade e a propagação da educação ambiental, fomentando o turismo consciente e saudável à população e ao meio ambiente.

3.2. Objetivos específicos

- Determinação das áreas de concentração de areia monazítica por métodos de prospecção mineral (mapeamento, geofísica e sondagem);

- Mapeamento de minerais radioativos nos afloramentos nas proximidades da área alvo de pesquisa;
- Análise física dos minerais;
- Análise mineralógica macro e microscópica dos minerais;
- Análise química/geoquímica dos minerais;
- Medição e quantificação da radioatividade liberada na atmosfera nas áreas de concentração;
- Delimitação da área de influência da radiação;
- Correlação e análise da radioatividade com a saúde e meio ambiente;
- Zoneamento de áreas potencialmente turísticas, principalmente no “turismo saúde”, atrelado à educação ambiental.

4. Fundamentação teórica / Revisão de literatura

No balneário de Iriri, localizado no município de Anchieta/ES, há ocorrência de *placer* com concentrações anômalas de minerais pesados como a ilmenita e monazita, dentre outros. Essa denominação é em detrimento do alto peso específico, levando acumulação mecânica sedimentar. Pertencente ao setor norte da Bacia de Campos e próximo à foz do rio Benevente, o balneário conta com sedimentação do complexo Kinzigítico regional, dos granitóides provenientes da formação e evolução Orógeno Araçuaí, dos granulitos costeiros, evidências de minerais provenientes dos basaltos toleíticos amigdaloidais da Formação Cabiúnas, esse descrito na coluna estratigráfica da Bacia de Campos e terreno Cabo Frio (Chaves, A. de O. *et al.*; 2011).

Deste modo, dos minerais identificados apenas a Monazita, que constitui o grupo dos 20% de minerais pesados, apresenta propriedade radioativa, onde sua composição trata-se de um fosfato contendo Ce, La, Nd, Th. O gás radônio é a mais importante fonte de radiação ionizante dentre aquelas que são de origem natural, sendo o ^{222}Rn um gás nobre formado a partir do ^{226}Ra que é um produto de decaimento do ^{238}U .

O radônio é um gás radioativo que emana das rochas e solos e tende a se concentrar em:

- Espaços fechados como minas subterrâneas;
- Garagens subterrâneas e;
- Residências.

O radônio é um dos principais contribuintes para a dose de radiação ionizante recebida pela população em geral.

O ^{222}Rn é um emissor α (alfa) com meia-vida 3,82 dias e, juntamente com seus produtos de decaimento não gasosos ^{218}Po (RaA), ^{214}Pb (RaB), ^{214}Bi (RaC) e ^{214}Po (RaC') é responsável por aproximadamente 42% da dose efetiva equivalente produzida pela radiação ionizante natural. Abaixo é apresentado as exposições médias do público por fontes de radiação tendo o radônio a maior contribuição

Distribuição mundial de exposição à radiação



Distribuição mundial de exposição à radiação – UNEP/UNSCEAR 2016

Existe também o ^{219}Rn e o ^{220}Rn , que são produtos da série de decaimento do ^{235}U e ^{232}Th , como eles possuem uma meia-vida muito pequena (3,96 s e 55,6 s) respectivamente não são considerados muito importantes;

Sendo assim o ^{222}Rn é o único capaz de migrar para dentro das casas e gerar preocupações na área da saúde.

Em conformidade à dissertação apresentada por Jorge Costa de Moura (UFES, 2003), uma varredura cintilométrica (tabela 1) realizada ao longo da costa capixaba desde Marataízes até fundão, constatou-se que os maiores níveis de taxa de contagem ocorrem em Guarapari/ES, com 15000 CPS, contra os menores valores medidos na praia de Pau Grande, próxima ao balneário de Iriri/ES, com 50 CPS, ressaltando que “CPS” representa contagem por segundo e não sendo uma grandeza física. Em ordem decrescente, fora verificado as maiores taxas CPS em Praia da Areia Preta (Guarapari), Praia da Virtudes, praia dos Namorados (Guarapari), Perocão e Iriri. Ainda, observou que as marés geram influências nos valores de radiação gama, onde em algumas praias a taxa-de-contagem são verificadas maiores na maré baixa, e a inclinação da praia influência no escoamento da água através do sedimento, levando a retenção da água no sedimento e absorção de parte da radiação, funcionando como uma blindagem.

Tabela1: Cintilometria da radiação gama ao longo da costa do E.S. Fonte: Compilado de Moura, J. C. de M.; 2003.

Local	Data	Descrição do ponto	CPS
IRIRI	13/09/98	areia próximo ao muro da praia	1000
	13/09/98	10 cm do chão entre cadeiras e mesas do bar, perto do Hotel Ilmenita	700
	13/09/98	areia	900
	13/09/98	20 cm acima da mesa, no ar.	700-800
	13/09/98	areia próximo à água	900-1600
	13/09/98	areia leve (branca)	600
	13/09/98	ar, 1 m de altura	1000 máx
	13/09/98	chão, em frente ao hotel Ilmenita	500
	13/09/98	ar, 2 metros de altura	350
	30/03/99	areia, perto da parede	1100
	30/03/99	areia, perto da água	350-500-600

Cabe ressaltar que o monitoramento cintilométrico é dificultado pela presença dos banhistas, de forma que os melhores horários para medição são bem cedo pela manhã ou à noite.

A variação granulométrica é um fator que influencia os níveis de radiação que emana do sedimento, tendo em vista que quanto mais fino o sedimento praiar maior o empacotamento e menor o diâmetro dos interstícios, aumentando assim a quantidade de água retida por volume de sedimento; ainda, quanto mais fino o sedimento, maior a massa de grãos que se arranja num mesmo volume levando ao aumento da densidade; esses fatores em conjunto propiciam o efeito de blindagem maior no sedimento mais fino (Moura, J. C. de M.; 2003).

5. Metodologia e Estratégia de Ação

Para a realização da pesquisa necessita de três etapas globais, sendo elas:

Etapa 1: Revisão bibliográfica do tema pertinente e análise de produtos cartográficos e imagens aéreas para observação e determinação das zonas anômalas de areia negra, com auxílio de publicações e softwares.

Etapa 2: Atividade de campo para verificação de zonas de acumulação, coleta de amostras para as análises físicas e químicas. Ao final dessa etapa, já com determinação de áreas alvos, prospecção geofísica e sondagem para compreensão das áreas de maior acumulação de material radioativo. Em concomitância, instalação dos equipamentos e medição das taxas de radiação e radônio na atmosfera, para delimitação da área de influência e quantificação dos raios ionizantes.

Etapa 3: compilação dos dados e averiguação da influência da radiação na saúde e meio ambiente.

Paralelamente, a execução de mapeamento da geodiversidade fomentará a educação ambiental e o geoturismo, valorando assim, as características naturais e singulares da região estudada.

6. Resultados e impactos esperados

A pesquisa busca encontrar respostas quanto à influência da radiação natural na saúde e no meio ambiente, principalmente no seu aproveitamento como turismo saudável e terapêutico. Dessa forma, busca-se compreender a área de abrangência e a intensidade da radiação para análise dessa influência.

A partir dos resultados da pesquisa, pretende-se apoiar as atividades de turismo, propagar a educação ambiental e a geodiversidade da região estudada.

Este trabalho servirá de base conceitual para o segundo passo que se pretende dar que é a real influência da emissão radioativa na saúde humana.

7. Projeção de Custos

Recursos de capital (aquisição de equipamentos): R\$398.000,00

Recursos de custeio (materiais e bolsas de ICT): R\$220.040,00

Total de investimento: R\$618.040,00

1 – CUSTOS COM AQUISIÇÕES						
Nº	Produtos	Descrição dos serviços / produtos	Unidade de medida	Estimativa (R\$)		
				Qtd	Custo Unitário	Custo Total
3	AlphaGUARD	Para a monitoramento de medidas instantâneas de radônio		1	88.000,00	88.000,00
4	DJI 4 - multiespectral	Drone com RTK e câmera Multiespectral para mapeamento em superfície das zonas anômalas.		1	120.000,00	120.000,00
5	GAMASPECTRÔMETRO RS-230 BGO SUPER - SPEC PORTÁTIL COM DETECTOR GRANDE BGO (6,3 POL ³)	Medição da taxa k%, U% e Th%1		1	190.000	190.000,00
SUBTOTAL:						398.000,00

2 – CUSTOS COM BOLSISTAS						
Nº	Tipo de Bolsa	Descrição da bolsa	Unidade de medida	Estimativa		
				Qtd	Custo Unitário	Custo Total
1	PCI para mestre ou doutor	Bolsa na modalidade de Programa de Capacitação Institucional		1	4.160,00 X 24 meses	99.840,00
2	ICT - Iniciação Científica e Tecnológica	Bolsa Nível Graduação e Pós-Graduação Lato Sensu		2	700,00 X 24	33.600,00
3						
SUBTOTAL:						133.440,00

3 – CUSTEIO						
Nº	Materiais e Serviços	Descrição dos serviços / produtos	Unidade de medida	Estimativa		
				Qtd	Custo Unitário	Custo Total
1	Aquisição de Passivos	Necessários para a medição em campo da radioatividade atmosférica		1000	29,40	29.400,00
2	Aluguel de veículo 4x4 e combustível	Para a realização das etapas de campo e encaminhamento das amostras para os laboratórios no RJ				57.200,00
3	Diárias	Para a realização das etapas de campo (contrapartida do Hotel Espadarte)				
SUBTOTAL:						86.600,00

8. – Cronograma de atividades

Etapa (Detalhamento das atividades)	Período (bimestre)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisão bibliográfica												
Determinação das áreas de concentração de areia monazítica por métodos de prospecção mineral												
Mapeamento de minerais radioativos nos afloramentos nas proximidades da área alvo de pesquisa												
Ensaios laboratoriais												
Medição e quantificação da radioatividade liberada na atmosfera nas áreas de concentração												
Delimitação da área de influência da radiação												
Elaboração de relatório												

8. Referências

- 1 Moura, J. C. De. Estudo da variação sazonal dos níveis de radiação gama na praia de Areia Peta, Guarapari, Espírito Santo, Brasil: radiometria e análise de risco ambiental. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, UFES. Vitória, ES. 2003.
- 2 Chaves, A. de O. *et al.* Mineralogia e proveniência das areias negras de Iriri-ES. Revista Geociências. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rem/a/vZ6bLnFrPV5jggBBWZ9M5pD/?lang=pt>