



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

MARCOS JHONATHS DE OLIVEIRA

**RADIOATIVIDADE: UMA ANÁLISE DE CONHECIMENTOS DE ALUNOS
NO ENSINO MÉDIO**

PAU DOS FERROS

2022

MARCOS JHONATHS DE OLIVEIRA

**RADIOATIVIDADE: UMA ANÁLISE DE CONHECIMENTOS DE ALUNOS
NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Tecnologia da Informação.

Orientadora: Profa. Dra. Thatyara
Freire de Souza.

PAU DOS FERROS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48r Oliveira, Marcos Jhonaths de.
Radioatividade: Uma análise de conhecimentos
de alunos no Ensino Médio / Marcos Jhonaths de
Oliveira. - 2022.
51 f. : il.

Orientadora: Thatyara Freire de Souza.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de
Tecnologia da Informação, 2022.

1. história da ciência. 2. física moderna. 3.
radioativo. 4. ensino. 5. radioatividade. I.
Souza, Thatyara Freire de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em
conformidade com AACR2 e os dados fornecidos
pelo autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros Bibliotecária:
Erlanda Maria Lopes da Silva CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARCOS JHONATHS DE OLIVEIRA

**RADIOATIVIDADE: UMA ANÁLISE DE CONHECIMENTOS DE ALUNOS
NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Tecnologia da Informação.

Defendida em: 24 / 11 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Thatyara Freire de Souza (UFERSA)
Presidente

Profa. Dra. Shirlene Kelly Santos Carmo (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Kennedy Reurison Lopes (UFERSA)
Membro Examinador

*Aos meus avós Isabel, José e Moisés. À
minha tia Rita e à minha amiga Clézia
(In Memoriam).*

*Aos meus pais Jonas e Joana, minhas irmãs Janilene, Janicleide e Janileide, meus
sobrinhos Lays, Marianne, Isabelle e Bernardo. Minhas tias Auxiliadora e Sédima e
todos os meus primos. (presentes)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela dádiva da vida, por nunca me desamparar nas horas em que eu quis desistir, onde nele encontrei forças para continuar e manter viva a minha fé. Agradeço também por todas as oportunidades que me foram oferecidas.

Agradeço aos meus pais e minhas irmãs, por todo o ensinamento que recebi, por todo o esforço que fizeram para que em minhas escolhas eu pudesse a todo momento priorizar o estudo e a educação. Sou grato pela presença de estarem comigo, presença essa que me dá forças todos os dias para que eu possa sempre contribuir para tornar realidade seus sonhos. Obrigado a toda a minha família, tenho muito orgulho de vocês.

Agradeço ao meu companheiro Robson, que eu tive o prazer de poder compartilhar nove anos de minha vida ao seu lado. Obrigado pelo apoio em todos os momentos que me viu passar noites em claro em períodos de provas e trabalhos não me permitindo desistir. Agradeço pelo incentivo que me deu a cada instante e pelo apoio em cada decisão minha.

Agradeço à minha orientadora Thatyara, primeiramente pela amizade que construímos durante minha jornada acadêmica, segundo pelo apoio em todas as disciplinas que tive o prazer de ser seu aluno. Obrigado por me guiar e me ajudar a descobrir a área que quero seguir, acredito que esta é uma das missões mais bonitas do professor.

Agradeço de todo o coração a Hortência pelos inúmeros suportes que recebi e ainda recebo. Grato por todos os ensinamentos, conselhos e o principal, nunca desistir de desenvolver o conhecimento.

Agradeço aos meus amigos: Rayanna, Caio, Lucas, Lanuza e os demais por tudo. Os momentos de risadas foram muitos, mas os de choro também se fizeram presentes. Sou agraciado pela amizade de todos. Podem contar comigo para tudo.

Agradeço à banca examinadora a professora Shirlene e o professor Kennedy por aceitar o meu convite e poder contribuir com todo o conhecimento adquirido neste trabalho. A escolha foi pensada com todo o carinho e respeito que tenho por cada um.

Há homens que lutam um dia e são bons, há outros que lutam um ano e são melhores, há os que lutam muitos anos e são muito bons. Mas há os que lutam toda a vida e estes são imprescindíveis.
(Bertold Brecht)

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada em um Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte, onde buscou mapear e comparar o nível de conhecimento dos discentes de duas séries do Ensino Médio. Assim abordamos como o ensino da radioatividade pode contribuir para a sociedade, expondo a historicidade e algumas aplicações práticas, aplicações essas que estavam relacionadas tanto com os benefícios quanto os malefícios, no intuito de incitar o interesse dos discentes sobre o tema. Como objetivos, buscamos relatar a relevância da temática nos dias atuais e expor os principais fatores atrelados à ela e assim expressar o quão importante é o ensino da mesma nas escolas e na sociedade em geral. Os resultados obtidos indicaram que há uma diferença entre os primeiros e terceiros anos, mas que não são estatisticamente relevantes no nível de conhecimento. Com isto, chegamos a conclusão que não se faz diferença entre os discentes estarem no primeiro ou terceiro ano, o nível de conhecimento é o mesmo.

Palavras-chave: história da ciência; física moderna; radioativo; ensino; isótopos; radioatividade.

ABSTRACT

This paper presents a research conducted in a Federal Institute of Education in Rio Grande do Norte, which sought to map and compare the level of knowledge of students from two grades of high school. Thus, we approached how the teaching of radioactivity can contribute to society, exposing the historicity and some practical applications, applications that were related to both the benefits and harms, in order to incite the interest of students on the subject. As objectives, we sought to report the relevance of the theme nowadays and expose the main factors related to it, thus expressing how important it is to teach it in schools and in society in general. The results obtained indicated that there is a difference between the first and third grades, but that they are not statistically relevant in the level of knowledge. With this, we conclude that it makes no difference whether the students are in the first or third year, the level of knowledge is the same.

Keywords: history of science; modern physics; radioactive; teaching; isotopes; radioactivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Marie Curie.....	21
Figura 2	– Henri Becquerel	22
Figura 3	– Wilhelm Conrad Röntgen	22
Figura 4	– Composição do átomo	24
Figura 5	– Emissão Alfa.....	26
Figura 6	– Emissão Beta	26
Figura 7	– Emissão Gama	27
Figura 8	– Espectro eletromagnético.	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Porcentagem de participação das séries	38
Gráfico 2	–	Quantitativo de idade dos discentes.....	39
Gráfico 3	–	Importância do ensino da radioatividade no EM.....	40
Gráfico 4	–	Percepção sobre Radioatividade.....	40
Gráfico 5	–	Percepção sobre Radioatividade (Outros).....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Alguns elementos radioativos.....	25
Quadro 2	–	Unidades de medida da radiação.....	33
Quadro 3	–	Efeitos agudos da radiação.....	34
Quadro 4	–	Grupos e variáveis da pesquisa.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Média das notas dos discentes.....	41
Tabela 2	– Teste de normalidade.....	41
Tabela 3	– Teste de amostras independentes.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EM Ensino Médio

Dr Doutor

CNEN Comissão Nacional de Energia Nuclear

LISTA DE SÍMBOLOS

- α Alfa - Nomenclatura para uma partícula emitida por átomos instáveis.
- β Beta - Nomenclatura para uma partícula emitida por átomos instáveis.
- γ Gama - Onda eletromagnética emitida por átomos instáveis.
- λ Lambda - Constante de decaimento radioativo.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	MOTIVAÇÃO.....	18
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo Geral	20
2.2	Objetivos Específicos	20
3	REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1	RADIOATIVIDADE.....	21
3.1.1	HISTORICIDADE DA RADIOATIVIDADE.....	21
3.2	ÁTOMOS E SUAS PROPRIEDADES.....	24
3.3	APLICAÇÕES.....	30
3.4	DESINFORMAÇÃO SOBRE A RADIOATIVIDADE.....	31
4	METODOLOGIA	34
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	34
4.2	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	35
4.3	PÚBLICO DA PESQUISA.....	36
4.4	TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	36
5	RESULTADOS	37
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A Radioatividade é um tema bastante importante e, muitas vezes, pouco discutido pela sociedade nas escolas. Segundo Fernandez *et al.* (2021), trata-se de um tema que envolve diversas aplicações para a sociedade e em diversas áreas de ensino. De acordo com (MARTINS, 1990) radioatividade é um fenômeno natural pelo qual os núcleos atômicos sofrem transformações e emitem radiações.

Conforme (DE OLIVEIRA, 2014) o estudo da radioatividade é de fato um tema de grande importância para ser tratado no ensino de Física e Química, já que desenvolve questões de qualidade de vida, visando que a radiação seja empregada de diferentes formas no cotidiano.

Trabalhar com um conteúdo com interação na sociedade, é preciso levar em conta as influências da ciência e tecnologia na sociedade, assim podendo proporcionar uma aprendizagem mais efetiva, fazendo com que as pessoas se tornem mais críticas e alfabetizadas cientificamente. (DE OLIVEIRA, 2014)

Quando se trata de radioatividade, é visto que esse tema é importante e complexo, mas que gera muita polêmica e preconceito perante à sociedade já que muitas tragédias envolvendo o nome da mesma foram vivenciadas e assistidas por pessoas do mundo inteiro. Ao tratar sobre o assunto, é possível levar para o ensino abordagens e discussões não só sobre as tragédias, mas sim, apresentar aos discentes os principais benefícios que esses compostos podem trazer para a comunidade (DE OLIVEIRA, 2014).

Assim, esta pesquisa ficou dividida da seguinte forma: para uma abordagem mais objetiva, na introdução abordamos a temática, os objetivos e motivação para a execução deste. No segundo tópico, será apresentado o referencial teórico já existente, incluindo a historicidade da radioatividade e suas aplicações, finalizando o tópico com a desinformação sobre a temática.

O método de pesquisa e análise dos resultados busca fazer uma descrição do tema e das respostas obtidas, utilizando-se, para isso, uma leitura de material bibliográfico, obrigatória em qualquer trabalho, para dar suporte às nossas descobertas. Para a obtenção dos dados, foi aplicado um formulário aos participantes com perguntas objetivas para averiguar os conhecimentos dos mesmos sobre o assunto. Em seguida, apresentamos os resultados da pesquisa, como também foi feita uma análise sobre esses resultados e algumas sugestões de abordagem desta pesquisa em outros trabalhos futuros.

1.1 MOTIVAÇÃO

A motivação se deu inicialmente quando despertei interesse no tema ao assistir séries e documentários. Após isso, tomei conta que não estudei e não tive acesso a nenhum conhecimento da temática tanto no ensino fundamental quanto no médio. Com a carência de conhecimento no tema que não obtive no ensino básico, ocasionou o meu interesse em produzir esta pesquisa para assim poder passar para o público escolhido a relevância da Radioatividade no cotidiano.

O medo do desconhecido é uma tendência muito comum do ser humano. Por isso, temos a disposição de mascarar ou apenas deixar de lado certas situações por pura ignorância de enfrentar esse medo. Segundo Fernandez et al. (2021), o desconhecimento da radiação leva a comportamentos que de uma maneira geral são equivocados como por exemplo, o preconceito que é alimentado devido a falta de conhecimento científico

As opiniões a respeito geralmente são apresentadas sem o devido embasamento científico, o que pode levar a erros na avaliação. Na verdade, conceitos como radioatividade no ensino médio aparecem, raramente, na disciplina de química, ou seja, o assunto radioatividade é visto apenas em seu aspecto químico em algumas aulas do ensino médio (BRÜCKMANN; FRIES, 1991).

Nessa mesma perspectiva, Silva (2022) destacou que o ensino da física moderna no ensino médio ainda não está de fato acompanhando a realidade do dia a dia dos alunos. Acredita-se que, com o acesso e avanço da tecnologia e das mídias sociais, este tema possa estar ganhando alguma importância que antes não era levado tão a sério.

Considerando o exposto, é perceptível que este assunto além de está ganhando mais relevância diante da sociedade e está exposto em muitos fatores que nos cercam, é um tema que pode ser facilmente desenvolvido de maneira interdisciplinar tanto na Física, Química quanto na Biologia. (DE OLIVEIRA, 2014).

Como o ensino de ciência atualmente ainda é dado de forma repetitiva, por exemplo, memorizar fórmulas e conteúdo, é visto que o aluno do ensino médio não tenha tanto interesse em aprender as ciências exatas e naturais, ou seja, ele apenas se esforçará para obter a aprovação na disciplina, porém sem demonstrar o devido interesse. (CAMPOS et al., 2019).

O entendimento de Pozo e Crespo (2009) sobre a motivação de aprendizagem dos alunos é de que:

[...] o ensino deve tomar como ponto de partida os interesses dos alunos, buscar a conexão com seu mundo cotidiano com a finalidade de

transcendê-lo, de ir além, e introduzi-los, quase sem que eles percebam, na tarefa científica.

Considerando o exposto, este trabalho tem como finalidade abordar a importância do conhecimento sobre radiação e radioatividade partindo das informações relacionadas, e assim, comparar o nível de conhecimento dos alunos de nível médio da instituição buscando responder a seguinte problemática: **Qual o nível de conhecimento adquirido pelos alunos do Ensino Médio de um instituto localizado na cidade de Pau dos Ferros – RN sobre a radioatividade?**

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Como objetivos do nosso trabalho, buscamos relatar a relevância da temática nos dias atuais, expor os principais fatores atrelados à radioatividade que nos cercam diariamente e expressar o quão importante é o ensino da mesma nas escolas e na sociedade em geral, no caso desta pesquisa que atuou no Ensino Médio onde buscou-se comparar o nível de conhecimento sobre Radioatividade dos discentes de um Instituto localizado na cidade de Pau dos Ferros - RN.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever como o conhecimento em radioatividade pode contribuir para a sociedade usando suas aplicações práticas no cotidiano;
- b) Mapear os discentes matriculados no primeiro e terceiro ano do Ensino Médio;
- c) Apresentar os dados estatísticos das médias das turmas selecionadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 RADIOATIVIDADE

Com o descobrimento dos raios de Becquerel, a polonesa Marie Curie deu continuidade nesta área de pesquisa para aprofundar-se no entendimento desta atividade emanada de alguns elementos, com os experimentos feitos, a mesma chamou esses raios invisíveis de radioatividade.

Uma definição mais apropriada é que radioatividade é a emissão espontânea de energia proveniente de núcleos atômicos instáveis, ou seja, se o núcleo está instável ele emite energia buscando a estabilidade.

3.1.1 HISTORICIDADE DA RADIOATIVIDADE

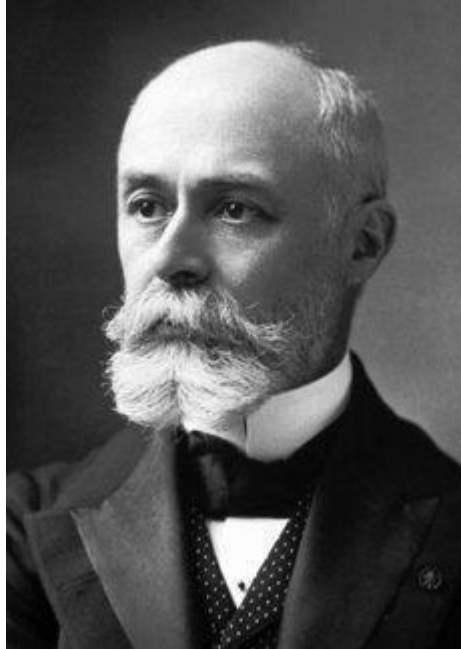
A história do descobrimento da radioatividade ocorreu no século XIX, onde grandes nomes como Marie Curie (1867-1934) Figura 1 e Antoine H. Becquerel (1852-1908) Figura 2, dedicaram a maior parte de seus estudos ao entendimento desta atividade. Mas, antes disso, é importante voltar mais uns anos atrás e destacar como Wilhelm C. Röntgen (1845-1923) Figura 3, um renomado físico alemão, em uma noite no seu laboratório descobriu o Raio-X. Estudos como esse, despertaram mais ainda os interesses para que assim, nos dias atuais, possamos entender o que é radioatividade (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

Figura 1 - Marie Curie



Fonte: Site Nobel Prize; Marie Curie, 1903

Figura 2 - Henri Becquerel



Fonte: Site Nobel Prize, Henri Becquerel, 1903

Figura 3 - Wilhelm Conrad Röntgen



Fonte: Site Nobel Prize, Wilhelm Röntgen. 1901

O ano era 1895, em seu laboratório, Röntgen embrulhou com papel preto um tubo de vidro evacuado, para que assim a luminescência não atrapalhasse a visão de uma tela pintada com cianeto de bário, logo em seguida, ele apagou a luz do laboratório e foi afastando a tela e assim ele percebeu que a luminosidade permanecia. Passado mais algumas semanas de estudo, Röntgen percebeu que esses raios emanados do vidro eram muito mais penetrantes que raios catódicos comuns e não sofria nenhum desvio pelo campo magnético (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

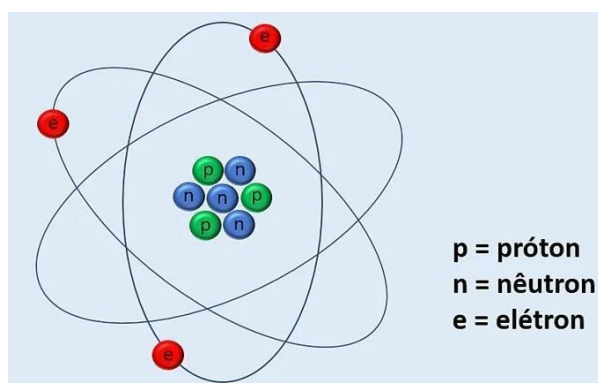
Após Becquerel ter ciência da descoberta dos Raios-X, o mesmo deu continuidade nos seus estudos sobre as propriedades da fluorescência, onde queria descobrir se as substâncias fluorescentes eram capazes de emitir os mesmos raios descobertos por Röntgen. Com alguns dos experimentos tendo falhado, Becquerel decidiu então, colocar em uma gaveta várias chapas fotográficas juntamente com um material que continha urânio e viu que todos os compostos de urânio fluorescentes ou não eram capazes de sensibilizar as chapas fotográficas emitindo uma radiação invisível. Como Becquerel não conseguiu identificar essa atividade emitida pelo elemento, o mesmo batizou esses raios como Raios de Becquerel. (XAVIER, 2007).

Em 1898, Marie Curie, dando continuidade nos estudos de Becquerel, descobriu que o elemento tório (90_{Th}) também emitia essa radiação da mesma forma que o urânio. Meses depois, Marie estudou o dióxido de urânio e percebeu que esse mineral continha um outro elemento radioativo e ainda desconhecido. Para homenagear seu país de origem, Marie então nomeou o elemento de Polônio (84_{Po}). Dessa forma, após esses estudos e descobertas Marie passa a chamar esses fenômenos emitidos dos elementos de Radioatividade e defendeu que a Radioatividade é uma característica intrínseca de alguns elementos. (XAVIER, 2007).

3.2 ÁTOMOS E SUAS PROPRIEDADES

Para tratar o tema radioatividade é necessário fazer uma introdução ao átomo Figura 4 e suas propriedades. Para (OKUNO E YOSHIMURA, 2010), tudo o que existe na natureza é formado por átomos que quando se unem formam moléculas.

Figura 4 - Composição do átomo



Fonte: Toda Matéria: conteúdos escolares, 2011

Os átomos são formados pelo núcleo e pela camada eletrônica. Nestas camadas eletrônicas são encontrados os elétrons, já os prótons e nêutrons que são chamados de nucleons estão localizados no núcleo do átomo. O número de prótons que coincide com o número de elétrons são denominados de número atômico, este número é representado pela letra Z. O número da massa de um átomo é igual à soma de prótons e nêutrons que o formam e esse número é denominado pela letra A. (CNEN, 2022).

Um elemento é formado por átomos que possuem o mesmo número atômico. Ou seja, um átomo ou o núcleo de número de massa A e número atômico Z é representado como ZAX , onde o X é o símbolo do elemento.

Por exemplo, ${}^{92}_{U}$ representa um átomo ou núcleo de urânio.

Os elementos radioativos são aqueles que apresentam átomos que emitem radiações espontaneamente, a partir do seu núcleo, radiações essas que são denominadas de partículas (Alfa e Beta) já a emissão Gama é denominada de onda eletromagnética. Geralmente os elementos que são considerados radioativos são aqueles que possuem o número atômico

maior ou igual a 84.

- $Z \geq 84$

O quadro abaixo apresenta alguns dos principais elementos radioativos naturais da tabela periódica, onde são encontrados na natureza e algumas aplicações.

Quadro 1 – Alguns elementos radioativos

ELEMENTO	NÚMERO ATÔMICO	SÍMBOLO	ONDE É ENCONTRADO	APLICAÇÕES
Urânio	92	U	Minérios, ou em rochas fosfáticas	Reatores nucleares para gerar energia elétrica
Polônio	84	Po	Minérios de urânio	Fonte termoeleétrica em sondas e satélites
Rádio	88	Ra	Minérios de tório e urânio	Tratamento de câncer
Tório	90	Th	Nos minerais de monazita	Usado como componente de ligas aumentando a resistência ao calor
Plutônio	94	Pu	Minérios de urânio	Armas nucleares
Radônio	86	Rn	Águas minerais, termais e subterrâneas	Tratamento contra o câncer

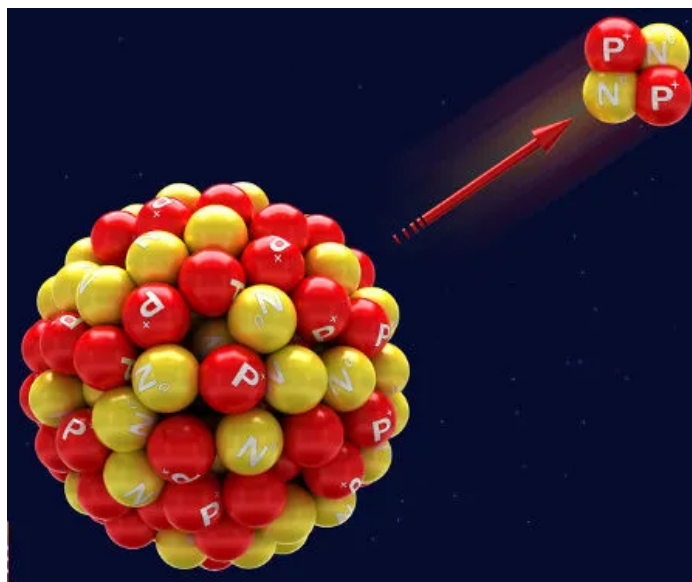
Fonte: Elaboração própria

Os estudos abordam que ocorre uma desintegração ou decaimento radioativo de um elemento quando há de forma espontânea a emissão de partículas do interior do núcleo atômico. Foi examinado pelo físico Rutherford e Frederick Soddy, ambos ganhadores do Prêmio Nobel em Química nos anos de 1908 e 1921, que a emissão das partículas alfa e beta estavam envolvidas com a transformação do elemento, ou seja, um elemento químico se transformava em outro devido ao decaimento. (OKUNO E YOSHIMURA; 2010).

Se um núcleo emite partículas Alfa Figura 5, outro é formado cujo número de massa é quatro unidades menor que o do núcleo original e o número atômico é duas unidades menor. De acordo com a reação nuclear, temos:

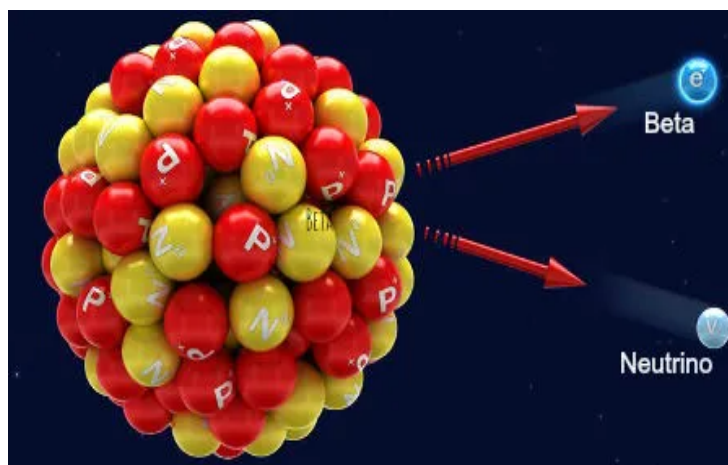
$ZAX \rightarrow Z - 2A - 4Y + 24He$, onde X é o nuclídeo original e Y o nuclídeo formado.

Logo, o processo de decaimento Alfa (α) é acompanhado pela emissão de uma grande energia que se distribui na forma de energia cinética. O poder de penetração dessas partículas não é capaz de ultrapassar a pele do corpo humano. (Sanchez, 2022).

Figura 5 - Emissão Alfa

Fonte: Mundo Educação

As partículas Beta (β) Figura 6, são emitidas por um núcleo, o outro é formado onde a massa atômica não muda e sim, o número atômico. Neste tipo de decaimento os nuclídeos têm muitos nêutrons e para alcançar a estabilidade, eles emitem elétrons. A ordem dessa energia emitida é de ordem MeV ou seja, essa medida de energia é empregada na física nuclear que equivale a um milhão de elétrons-volt.

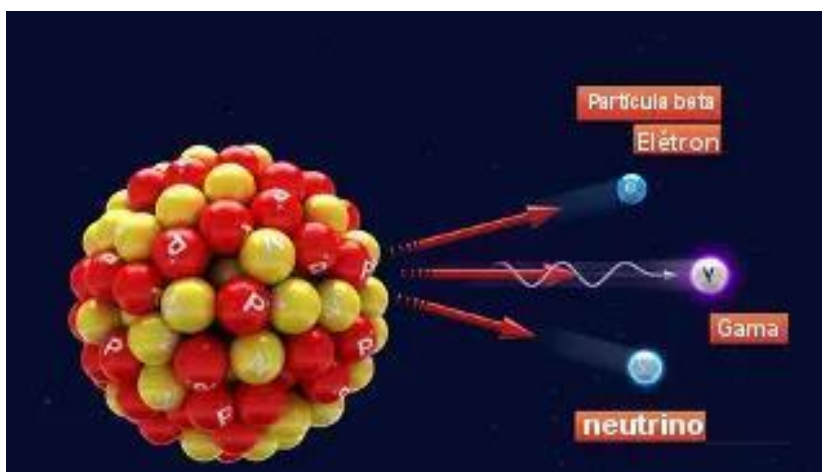
Figura 6 - Emissão Beta

Fonte: Mundo Educação

Já o decaimento Gama Figura 7, é a emissão de um fóton pelo núcleo que ainda permanece de forma excitada após os decaimentos alfa ou beta. Este fóton é denominado de raio gama (γ) neste caso, o núcleo não sofre nenhum tipo de transmutação, e geralmente o seu estado final é o fundamental. Conforme a reação nuclear, temos:

$\frac{A}{Z} X^* \rightarrow \frac{A}{Z} X + \gamma$, onde $\frac{A}{Z} X^*$ indica o núcleo no estado excitado após as emissões de partículas alfa ou beta.

Figura 7 - Emissão Gama



Fonte: Mundo Educação

A lei da desintegração radioativa se dá onde um determinado material radioativo consiste em N_0 núcleos e, após um tempo t , N núcleos permanecem sem decair, dessa forma temos a seguinte equação:

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ onde λ é a constante de desintegração ou constante radioativa. Se a constante de desintegração é grande, a taxa de decaimento é grande.

Já a meia-vida de física $T_{1/2}$ É o tempo em que qualquer amostra radioativa contendo vários núcleos leva para se desintegrar a metade deles. Dada à equação:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

cumpre-se que os núcleos radioativos decaem segundo a lei exponencial.

Ou seja, quando é decorrido um tempo igual a uma meia-vida, apenas metade dos núcleos permanecem radioativos. Vejamos abaixo um exemplo onde é substituído o valor da constante de desintegração e após isso o resultado da meia-vida.

$$\lambda = 2 \times 10^{-6}; T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \text{ substituindo em } T_{1/2} \text{ temos:}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{2 \times 10^{-6}} = 3,47 \times 10^5$$

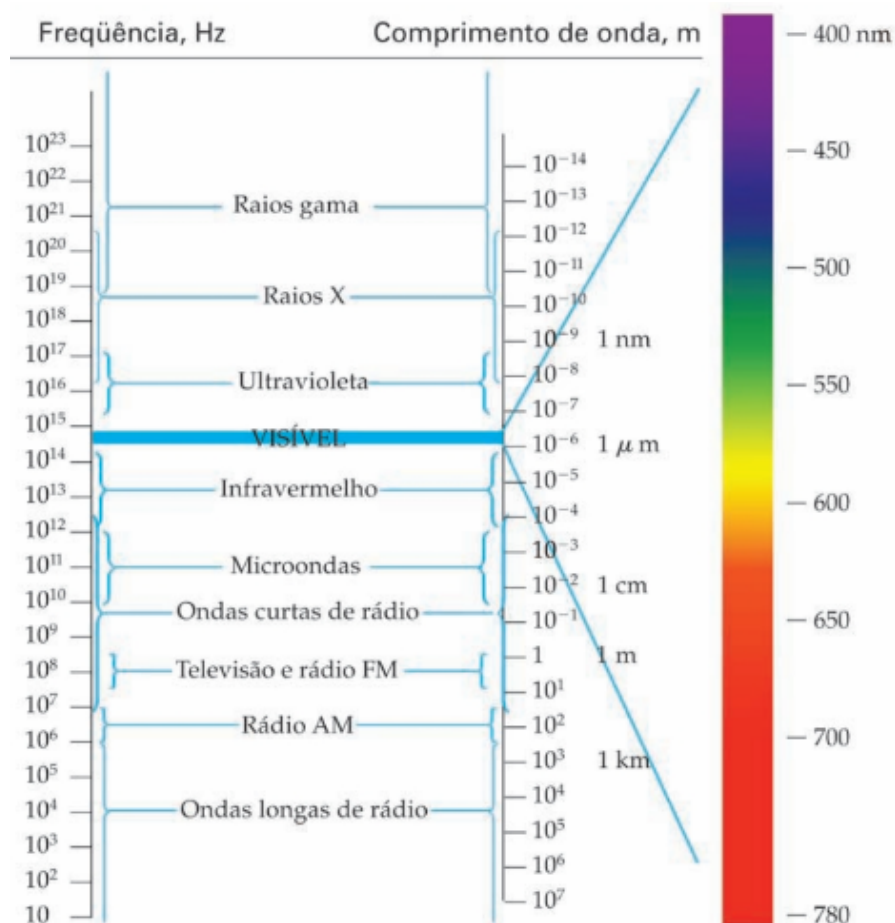
$3,47 \times 10^5$ é a meia-vida.

Dando continuidade ao estudo de decaimento e meia vida, é importante abordar o que são os isótopos. De acordo com (DE BARROS FERRAZ, 2009) os isótopos são propriedades atômicas de um mesmo elemento químico, onde eles possuem massas diferentes e o mesmo número de prótons (que são conhecidos como número atômico, Z), mas diferentes números de nêutrons (N) no núcleo atômico. Assim, uma massa atômica (A) é dada pela soma do número de prótons e nêutrons, os isótopos de um mesmo elemento terão valores diferentes de A . O urânio, por exemplo, possui 23 isótopos conhecidos atualmente, onde todos eles são radioativos. Vejamos a seguir um exemplo de taxa de decaimento de um isótopo de urânio:

O isótopo do Urânio (U-238) se desintegra quando o seu núcleo se rompe. No início da reação é produzido o Tório (Th-234), que em seguida este também se desintegra produzindo o Protactínio (Pa-234). Assim, a desintegração continua até completar 14 etapas que é quando se produz o produto final, neste exemplo é produzido o chumbo (Pb-206). Como o chumbo é estável e não é possível se desintegrar, o processo é encerrado.

Já os isótopos estáveis (DE BARROS FERRAZ, 2009), diz que eles são assim chamados porque não alteram a massa ao longo da sua existência ao contrário dos instáveis ou radioativos que quando decaem, mudam suas massas, devido à emissão de energia e partículas.

Como os núcleos dos átomos podem ser instáveis e estáveis, e emitirem também ondas eletromagnéticas é importante frisar o comprimento dessas ondas, dessa forma a classificação se dá por meio do Espectro eletromagnético. (Figura 8).

Figura 8 – Espectro Eletromagnético

Fonte: Tipler e Mosca (2012)

De acordo com (DE CASTRO, 2014) o espectro eletromagnético Figura 8, é constituído por ondas eletromagnéticas com ampla faixa de comprimento de ondas e frequência de oscilação.

A Figura 5 mostra os nomes associados com os diferentes tipos de frequência e comprimento de ondas. O comportamento das ondas depende da relação entre o comprimento das ondas e o tamanho dos objetos que as ondas encontram. O comprimento de onda e a frequência são importantes, pois, podemos determinar os tipos de interações entre as ondas eletromagnéticas e a matéria.

O olho humano é sensível à radiação eletromagnética com um comprimento de onda entre 400nm e 780nm, essa onda é chamada de luz visível. Os comprimentos menores de

onda da luz visível são os da luz ultravioleta, já os mais longos são os da luz vermelha. Na região infravermelha é medido o calor que é emitido por objetos a temperaturas no intervalo de temperatura ambiente.

No conjunto das radiações eletromagnéticas pode ser classificado segundo os efeitos de alteração estrutural que provoquem, ou não, nos átomos ou moléculas da matéria. Esses tipos de radiações são diferenciados entre Ionizante e Não ionizante. (DE CASTRO, 2014). As radiações consideradas ionizantes são aquelas que são capazes de causar danos ou rupturas na organização elétrica da matéria. Essas ondas são encontradas no espectro no campo de alta frequência Hz, como por exemplo, as ondas de 0,1 nanômetro (nm) são chamadas de Raios-X, já a onda de origem radioativa é chamada de raios Gama.

Para (OKUNO; YOSHIMURA, 2010) a radiação ionizante é a sua capacidade de ionizar o meio em que atravessa, ou seja, a passagem das radiações ionizantes por qualquer meio que seja produzido ionização. A radiação é considerada ionizante se for capaz de arrancar elétron de um átomo ou molécula, caso contrário, é considerada não ionizante.

Além dos exemplos mostrados no espectro eletromagnético, segundo (DEYLLLOT, 2014), há outras fontes de emissão de radiação, além dos núcleos dos átomos, por exemplo: o próprio sol e até os raios cósmicos vindos do espaço. Há também as fontes artificiais de emissão de radiação usadas pelo homem (armas, usinas nucleares e as aplicações médicas e industriais). Ou seja, estamos cercados por radiação no nosso dia a dia, mas a diferença é que a maioria dessas radiações não é ionizante.

As interações entre a radiação e os materiais dependem principalmente das características da radiação e dos átomos que são irradiados. Para o entendimento, duas classificações são feitas. A primeira classificação é definida como radiação diretamente ionizante e radiação indiretamente ionizante (radiação sem carga elétrica). A segunda classificação divide o primeiro grupo em partículas carregadas rápidas, pesadas e leves.

3.3 APLICAÇÕES

Desde o fim da Segunda Guerra Mundial, a radioatividade tem sido associada principalmente às bombas atômicas e seu poder de destruição, além de ser uma fonte de produção de energia elétrica nas usinas nucleares. (KELECOM *et al.*, 2002).

A radioatividade é um tema bastante pertinente em nosso cotidiano e possui várias aplicações. Essas aplicações destacam-se na medicina, indústria e agricultura.

Para (DA SILVA, 2008), uma das mais importantes aplicações do uso da

radioatividade na usina nuclear é a produção de energia elétrica, mas (DE SOUZA, 2019) enfatiza que embora os objetivos sustentáveis não deixem explícito que a energia nuclear possa ser de uma forma enquadrada como uma potencial fonte de energia limpa/ não renovável, mas que deva haver a tentativa de, pelo menos, inseri-la como uma fonte onde há mais benefícios do que malefícios embora que ainda esteja rodeada de suspeitas e inseguranças em sua utilização.

Mas a utilidade da radioatividade vai além da produção de energia e armamento nuclear, por exemplo, na medicina utiliza-se da radioatividade para obter diagnósticos e tratar doenças.

Na radioterapia (DA SILVA, 2008), aborda que é uma técnica utilizada para tratamento de câncer, onde o foco é destruir as células cancerígenas. O aparelho mais conhecido é a Bomba de Cobalto, onde o paciente é irradiado por um feixe de radiação sob o órgão que se encontra doente. A irradiação também é uma forte aliada para a esterilização de equipamentos cirúrgicos em hospitais.

(DA SILVA, 2008) ainda cita outra importante aplicação que é na conservação de alimentos. O procedimento consiste numa câmara blindada, pois é usado o cobalto 60, que é um isótopo altamente radioativo produzido em reatores nucleares. O processo de conservação de alimentos se dá pelo fato da radiação retardar o envelhecimento e eliminar micro-organismos vivos.

Na indústria, também é muito útil o uso de radiação. Utilizando o Raio-X é possível realizar a radiografia industrial, que permite testar os produtos industriais em poucos segundos sem ter que danificá-los (GAINES, 1975).

(DA SILVA, 2008), ainda complementa que na indústria utiliza-se da radioatividade através de uma técnica chamada de gamagrafia, que usa da irradiação gama em filme fotográfico para visualizar rachaduras ou defeitos em válvulas, asas de aviões e turbinas.

Na agricultura, usa-se os radioisótopos para estudar fertilizantes, metabolismo de plantas e até mesmo verificar a quantidade de fosfato existente no solo. Além disso, a radiação é usada na luta contra insetos como moscas, a fim de preservar plantações (GARDINER, 1999).

Uma curiosidade da utilização da irradiação é no processo de coloração das pedras preciosas. (DA SILVA, 2008), diz que a maioria das pedras preciosas são coloridas pela radioatividade natural de elementos que estão presentes nos minerais de urânio, potássio e o tório.

3.4 DESINFORMAÇÃO SOBRE A RADIOATIVIDADE

Quando se fala em radioatividade para pessoas que entendem ou já ouviram falar do tema, elas entrelaçam o assunto com os acidentes nucleares, bombas atômicas e tragédias. No entanto, pouco se sabe, por parte da população em geral, no que se refere à identificação, onde é possível encontrar para evitar o contato, como proceder para se manter em segurança e evitar acidentes.

Para (ABREU VASCONCELOS, 2012) em um contexto geral, um evento radioativo provoca várias mudanças na vida dos envolvidos, mudanças essas que podem ser de fato temporárias ou de longo prazo dependendo do tamanho do evento.

Um exemplo disso foi um caso ocorrido em meados dos anos 80 no Brasil, mais especificamente na cidade de Goiânia-GO, onde houve o acidente radioativo com o Césio-137. Esse elemento é um radionuclídeo produzido através da fissão do elemento químico Urânio, que quando se desintegra, libera partículas beta, elétrons e os raios gama (COLLINS *et al.*, 1988).

Na medida em que o acidente foi ganhando força, divulgado pelos meios de comunicação da época, as informações estavam sendo propagadas com foco nas consequências da exposição à radioatividade, como o risco de câncer, alterações nas células, e até a morte. Desse modo, o público tomou essas informações e passou a tratá-las com preconceito, principalmente com as pessoas que foram atingidas pela radiação (CHAVES, 2017).

Este incidente radioativo liberou 19 gramas de Césio 137 que foram espalhados em alguns focos de contaminação identificados pelo CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear). Com isto, o número de pessoas contaminadas chegou a aproximadamente 120.000. (ABREU VASCONSELOS, 2012).

De acordo com um portal de notícias G1, a reportagem da época "Depósito de rejeitos do césio-137 em Abadia de Goiás foi alvo de polêmica" mostra o quanto a população da cidade era leiga sobre o que estava acontecendo. Um dos comentários citados na reportagem que mais chama atenção é de um senhor de 43 anos, em que ele diz: "Foi uma loucura, porque não sabíamos o que era césio-137, nós não tínhamos conhecimento; ficamos malucos" (CARVALHO, 2012). Com isto, (ABREU VASCONSELOS, 2012) enfatiza que a não familiaridade com um desastre desta magnitude favorece o surgimento de avaliações distorcidas, fantasiosas e julgamento negativo dos riscos.

Um ano antes do acidente aqui no Brasil, outro acidente radioativo ocorreu, este

localizado na usina nuclear de Chernobyl na Ucrânia, precisamente no ano de 1986, onde um teste de segurança na usina foi executado e pela falta de experiências da equipe no horário do teste, ocasionou a explosão do reator 4 da usina. De acordo com (ABRAMS, 1986), este acidente causou mortes, contaminou as terras, o ar e contribuiu para a evacuação de um número aproximado de 100.000 pessoas da região afetada.

A evacuação ocorreu na cidade de Pripjat, que fica a aproximadamente 20 km de distância da usina. (SUGUIMOTO E CASTILHO, 2014) enfatiza que a evacuação ocorreu em três horas e meia; sem pânico. A população abandonou suas casas literalmente usando a roupa do corpo, deixando todos os seus pertences naquela cidade. O autor sucede informando que as primeiras vítimas do acidente foram alguns funcionários que trabalhavam na usina. Logo em seguida, as vítimas seriam os bombeiros que na tentativa de controlar o incêndio do reator acabaram recebendo doses elevadas de radiação, já que os mesmos não estavam com equipamento adequado para aquele tipo de situação.

É possível medir a quantidade de radiação absorvida pela matéria, o quadro abaixo mostra no sistema internacional, as principais medidas e nomenclaturas que são usadas hoje em dia.

Quadro 2 - Unidades de medida de radiação.

Sievert (Sv): Número equivalente a dose de radiação que provoca danos no ser humano.
Becquerel (Bq): Número da unidade: ($1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$) um becquerel é correspondente a uma desintegração por segundo.
Gray (Gy): Número de dose absorvida, ou seja, a dose de radiação absorvida pela matéria em que teve contato.

Fonte: Baseado em (Melquiades, 2004).

As doses recebidas pelos bombeiros e trabalhadores da usina foram de fato elevadas, pois algumas horas após o acidente, os mesmos começaram a mostrar e sentir os primeiros sintomas da contaminação, alguns deles morreram de forma imediata enquanto outros dias depois. (SUGUIMOTO E CASTILHO, 2014).

De acordo com dados do CNEN quanto aos danos de exposição à radiação:

Agudo: Dose alta em curto espaço de tempo. No local: apresentam queimaduras, queda de cabelo, descamação da pele, bolhas e danos aos vasos sanguíneos, já no corpo inteiro provoca redução das células do sangue e náuseas.

Crônico: Dose baixa por um longo período de exposição. Efeitos: Câncer e anemia.

Já a aparência dos efeitos biológicos apresenta:

Efeito imediato: Efeitos que são vistos imediatamente após receber altas doses de radiação em um curto período de tempo, por exemplo, os efeitos são queimaduras.

Efeitos tardios: Podem aparecer meses ou até mesmo em anos após a exposição, os efeitos são indução do câncer. Abaixo o Quadro 3 expressa algumas doses e alguns efeitos no ser humano, onde dependendo da dose recebida a maioria dos danos são à pele. (CNEN, 2022).

Quadro 3 – Efeitos agudos da radiação

2 Gy	Eritema leve (vermelhidão).
3 Gy	Queda temporária do cabelo.
6 Gy	Eritema mais intenso 10-14 dias após a exposição.
7 Gy	Queda do cabelo permanentemente.
10 Gy	Descamação da pele e necrose do tecido

Fonte: Elaboração própria com base em CNEN, 2022

Quanto às doses recebidas pelos bombeiros em Chernobyl, não há informações concretas, mas um estudo publicado no site do G1 com reportagem feita pela BBC News, expõe na matéria que algumas das pessoas que moravam próximo da usina de Chernobyl, receberam doses de radiação em suas glândulas tireoides de até 3.9 Gy, dose essa que é cerca de 37 mil vezes a dose de um raio-x de tórax após respirarem material radioativo e ingerir alimentos que estavam contaminados.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo abordou os tópicos da caracterização da pesquisa informando a classificação da mesma, a forma escolhida para trabalhar com a coleta das informações, o público que recebeu a aplicação do questionário e o tratamento para analisar os dados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa classifica-se como sendo quantitativa, que é uma forma de pesquisa que

pode ser usada em diversas situações, pois busca descrever os significados dos resultados a partir da análise dos dados. Ela é capaz de utilizar instrumentos de pesquisa de dados estruturados que, no caso deste trabalho, serão coletados através de questionários aplicados a uma determinada população. (APPOLINÁRIO, 2011).

Para (PEREIRA E ORTIGÃO, 2016) as pesquisas quantitativas são sempre indicadas para responder questionamentos de um determinado assunto abrangendo informações gerais a respeito do tema.

Considerando os objetivos propostos, este estudo é do tipo descritivo. Conforme definido por (APPOLINÁRIO, 2011), na pesquisa descritiva o pesquisador se limita a “descrever o fenômeno observado, sem inferir relações de causalidade entre as variáveis estudadas”. Para a consecução dos objetivos pretende-se aplicar um questionário estruturado que está exposto no apêndice deste trabalho.

Para (Babbie, 1999) sugere-se que na elaboração de um questionário, independente da natureza das perguntas, as mesmas sejam ordenadas das mais relevantes e instigantes para as menos relevantes e instigantes. Como as pesquisas costumam ser grandes e até mesmo cansativas, deixar perguntas mais fáceis para o final, ajuda a garantir a qualidade das respostas.

Para definição do público-alvo do estudo, utilizou-se a amostragem, tendo em vista a facilidade do acesso dos respondentes do questionário. Desse modo, a pesquisa foi realizada em turmas de Primeira e Terceira Séries do Ensino Médio de um instituto localizado em Pau dos Ferros. O público da pesquisa foi selecionado com vistas a identificar os conhecimentos destes ao entrar e ao sair deste nível de ensino.

4.2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu através de um questionário que foi aplicado nas turmas de primeiro e terceiro ano do Ensino Médio. O questionário consta com oito perguntas no formato objetivo, onde cerca de três minutos era suficiente para respondê-lo. A identificação do discente não foi solicitada, apenas a sua idade.

Para Manzato (2012) qualquer levantamento de dados por meio de questionários requer cuidado especial. Não basta apenas coletar as respostas, e, sim, saber analisá-las corretamente a ponto de validar qualquer resultado. Foram realizados testes com o questionário, onde eu mesmo e alguns conhecidos respondemos cronometrando o tempo e classificando as perguntas entre as que iriam levar mais tempo para pensar e responder,

levando em consideração o conhecimento de cada um respondente, deixando as mais fáceis e de rápida escolha para o final para que assim não possa restar nenhuma dúvida em sua aplicação com os alunos do instituto.

Toda a ordem das perguntas foi estabelecida de forma cuidadosa. Primeiramente, perguntou-se a respectiva idade. Logo em seguida, se existia diferença entre radioatividade e radiação. Depois, foram dadas algumas opções para marcar dentre elas algo que estava relacionado com a radioatividade. Devido às suas aplicações no cotidiano, perguntou se a radioatividade trás benefícios ao ser humano.

Dando sequência a próxima pergunta foi para identificar por onde o discente já ouviu falar sobre radioatividade. Após essa, pediu-se para informar em quais situações a radioatividade está presente, pergunta essa que poderia ser marcada mais de uma opção. A sétima pergunta abordava a imagem do trifólio (símbolo da radioatividade) solicitando para marcar se o discente tinha conhecimento deste símbolo. Então a última pergunta era se o discente achava importante o ensino da radioatividade e se desejaria que fosse incluída em alguma disciplina do ensino médio.

4.3 PÚBLICO DA PESQUISA

As séries selecionadas para o estudo foram os primeiros e terceiros anos, assim podemos analisar o conhecimento ao entrar e sair do EM. De acordo com os dados fornecidos pela instituição, o quantitativo de alunos matriculados com situação ativa foi de: no primeiro ano: 189 alunos, e no terceiro ano: 223 alunos.

O perfil de idade dos dois grupos de discentes ficou entre 14 e 19 anos. No ato da aplicação do questionário em cada turma, foi exposto brevemente o tema, o máximo de tempo que cada um levaria para respondê-lo e sinceridade nas respostas; eventuais dúvidas dos discentes foram esclarecidas na hora. Não foi possível aplicar o questionário em todos os discentes matriculados devido a fatores do próprio instituto como, por exemplo, algumas turmas estavam em aulas de laboratório, ou em aplicações de provas, onde assim os docentes não permitiram a entrada para aplicar.

4.4 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.

O presente estudo comparou o nível de conhecimento sobre Radioatividade dos alunos de primeira e terceira série do EM. Nessa concepção, pretende-se fazer comparações

independentes por meio do uso do Teste t de Student, que é um teste estatístico para comparar amostra de uma população, duas amostras variadas ou até mesmo amostras independentes, que no caso é a amostra escolhida para comparar os dois grupos de discentes.

As comparações independentes são feitas mediante confronto de dois grupos selecionados de forma independente (SILVA; FERREIRA, 2003). Dessa forma, realizou-se a comparação do desempenho dos dois grupos de discentes.

O questionário ficou dividido em oito perguntas na qual foram atribuídas notas para a contagem dos pontos, dessa forma, foi possível realizar os testes de comparação de conhecimentos. De todas as perguntas, apenas a um, cinco e oito não contaram pontos para o Teste-t, uma vez que essas questões objetivaram levantar informações que caracterizavam a amostra e opiniões subjetivas sobre o assunto. Já as questões dois, três, quatro, seis e sete foram as responsáveis pela nota obtida de cada discente, por estarem relacionadas com os conceitos inerentes à temática.

A divisão das notas ficou da seguinte forma. A questão dois valendo um ponto, em seguida a questão três valendo três pontos, a quatro, seis e sete também valendo um ponto fechando o total de sete pontos.

Antes da aplicação do Teste t, os dados foram submetidos ao teste de normalidade, um dos pressupostos do referido teste. O conjunto formado pelo grupo de alunos que responderam o questionário do primeiro ano foram 107 discentes, já o conjunto de alunos que responderam do terceiro ano foi de 98 discentes. Com isso, propõe-se utilizar o teste de normalidade de Shapiro Wilk por ser preferível em caso de amostras pequenas e apresentar comportamento nivelado a outros testes de normalidade em grandes amostras (MIOT, 2017).

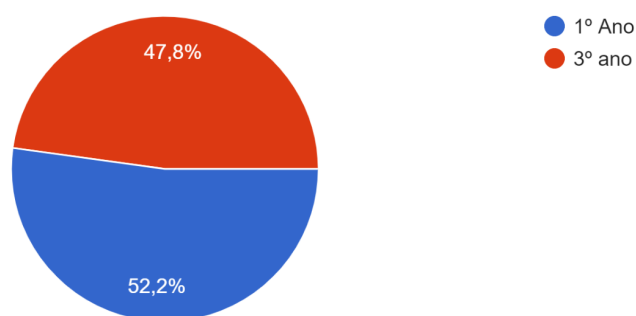
O segundo pressuposto do Teste t de Student, se dá a fim de verificar a homogeneidade das variâncias populacionais (SILVA; FERREIRA, 2003), será verificado por meio do Teste de Levene. Técnica usada para comparar a variância de grupos, sendo considerado robusto à não normalidade dos dados (ALMEIDA; ELIAN; NOBRE, 2008).

Atendidos os pressupostos, o Teste t foi aplicado por meio do *software* JASP, a fim de examinar a existência de diferença significativa entre as médias dos grupos - nível de conhecimento sobre Radioatividade dos alunos matriculados no primeiro ano do EM e do terceiro ano do EM. Com isso, foi possível identificar se houve uma evolução no nível de conhecimento sobre a temática dos alunos ingressantes no EM e dos que estão concluindo o EM.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em posse dos dados obtidos nos dias de aplicações do questionário, foi possível obter um total de respostas onde o Gráfico 1 expressa a porcentagem de participação das séries, informações essas do turno matutino e vespertino, foi verificado que a concentração de discentes dos terceiros anos são do turno vespertino.

Gráfico 1 - Porcentagem da participação das séries



Fonte: Elaboração própria.

A execução da pesquisa veio logo depois da autorização do campus para ser realizada com os discentes. Durante o período de pesquisa, o campus passou por um intervalo de férias de duas semanas no mês de setembro, em virtude disso, a pesquisa foi estendida para que assim, pudesse alcançar o maior número de respostas possíveis. A divisão dos grupos independentes e a variável dependente da pesquisa estão expostas no Quadro 4.

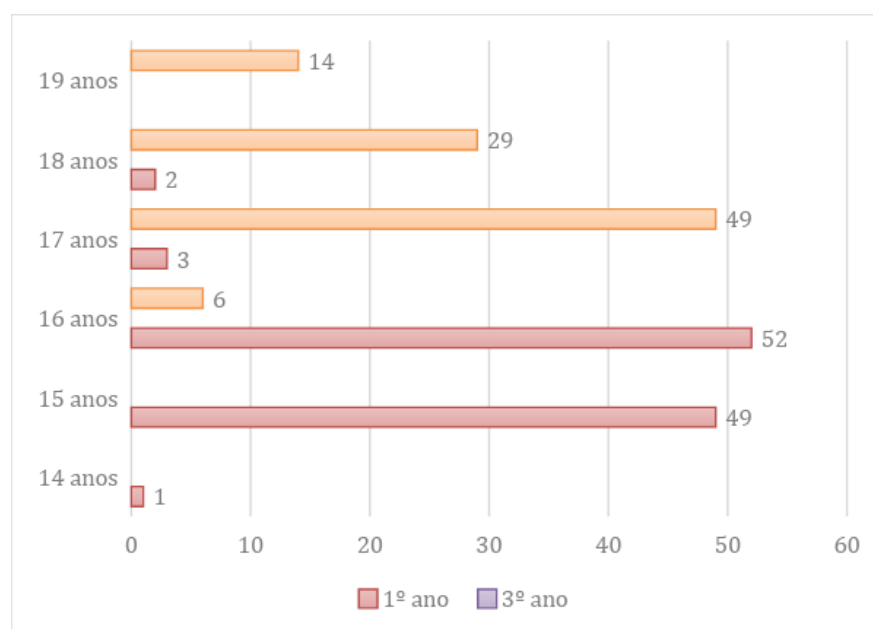
Quadro 4 - Grupos e variáveis da pesquisa

GRUPOS INDEPENDENTES		VARIÁVEIS DEPENDENTES
Discentes do primeiro ano que responderam o questionário	107	Pontuação obtida no questionário, que varia de 0 a 7
Discentes do terceiro ano que responderam o questionário	98	

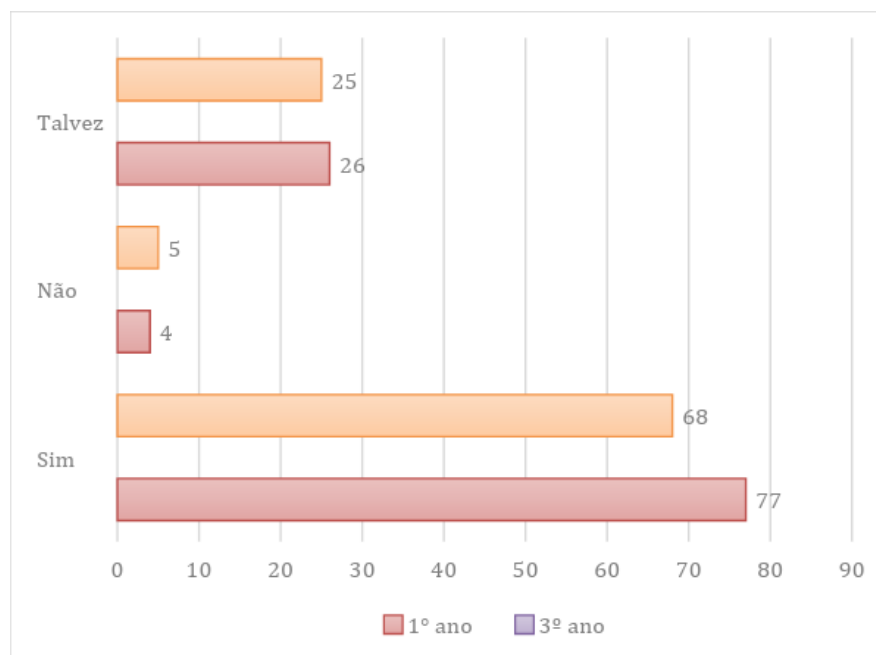
Fonte: elaboração própria.

Feito a coleta e quantitativo dos dados, a média de idades dos discentes dos primeiros anos concentrou-se entre 14 a 16 anos e já os dos terceiros anos ficou entre 17 a 19 anos. É possível visualizar tais dados no Gráfico 2. Em seguida verificou-se sobre a importância do ensino da radioatividade no ensino médio, junto com uma observação se o discente também gostaria que o tema fosse inserido em alguma disciplina do EM. O Gráfico 3 ilustra o quantitativo de cada série.

Gráfico 2 – Quantitativo de idade dos discentes

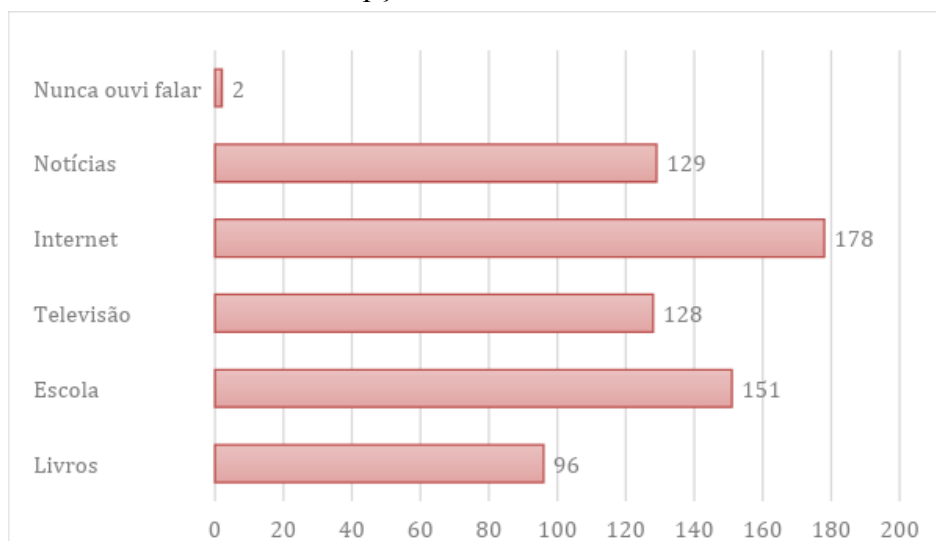


Fonte: Elaboração própria, 2022

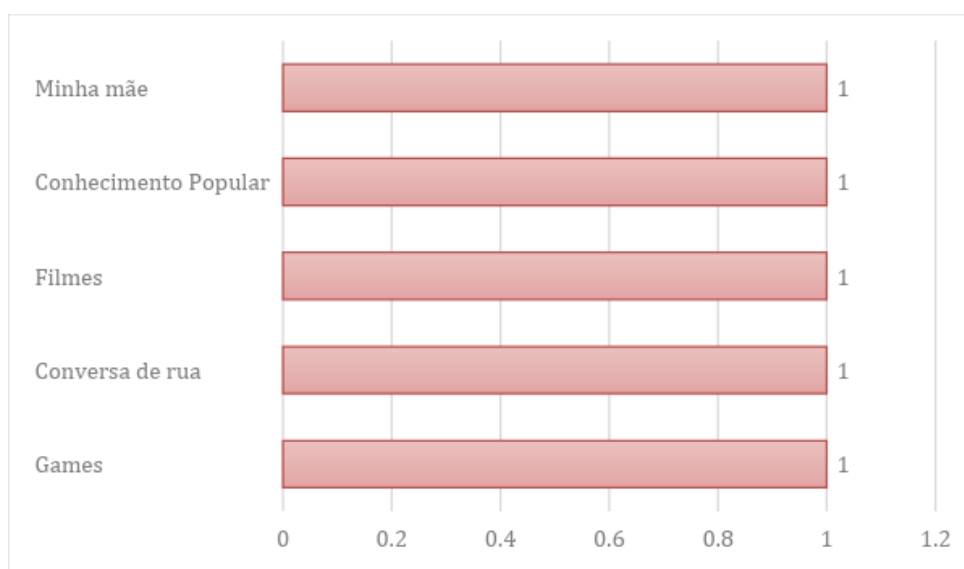
Gráfico 3 – Importância do ensino da radioatividade no EM

Fonte: Elaboração própria, 2022

Quanto a percepção por onde os discentes ouviram falar sobre radioatividade em algum momento de sua vida esses dados foram abordados de maneira geral, as respostas das duas séries estão juntas na mesma ilustração dos dados. Como essa pergunta foi possível marcar mais de uma opção, ela foi tratada desta forma: cada discente que marcasse mais de uma opção, seria dado um ponto para cada alternativa escolhida para ser feito o somatório dos pontos no final. O Gráfico 4 demonstra por onde a maioria dos discentes ouviu falar do tema, já o Gráfico 5 expressa outro tipo de fonte de percepção do discente.

Gráfico 4 - Percepção sobre Radioatividade

Fonte: Elaboração própria, 2022

Gráfico 5 – Percepção sobre radioatividade (Outros)

Fonte: Elaboração própria, 2022

Conhecendo o panorama geral dos alunos que foram alvos do estudo, passou-se para a análise da nota que cada um obteve no questionário avaliativo. A Tabela 1 ilustra as médias obtidas por cada série.

Tabela 1 – Média das notas dos discentes

Série	Média
1º ano	4.4
3º ano	3.6

Fonte: Elaboração própria, 2022

De posse dessas informações, buscou-se analisar se esta diferença entre as médias dos dois grupos é estatisticamente relevante. Para isso, inicialmente foi usado o teste de Shapiro Wilk com o intuito de verificar a normalidade dos dados.

Tabela 2 – Teste de normalidade

		Shapiro-Wilk
Nota	1º Ano	0.066
	3º Ano	0.225

Fonte: Elaboração própria, 2022

De acordo com a Tabela 2, os dados estão de fato dentro da curva de normalidade, pois os resultados obtidos são superiores a 0,05. De uma forma mais geral, as variáveis desta pesquisa possuem uma distribuição normal e próxima da normalidade ($p > 0,05$).

Constatado esses dados, em seguida foi aplicado o Teste-t, conforme exibido na Tabela 3.

Tabela 3 - Teste de amostras independentes

	Teste de Levene	Teste-t
	p	p
Nota	0.002	0.039

Fonte: Elaboração própria, 2022

Quando se utiliza do Teste-t, é importante reparar a variância das médias dos grupos, desta forma, foi utilizado o Teste de Levene. Deste modo, com os resultados obtidos no teste, foi analisado o valor de saída do Teste-t de Student que indica se as diferenças dos grupos são de fato significantes ou não.

Apesar de haver diferença entre as médias obtidas elas **não são estatisticamente relevantes entre os grupos** ($p < 0,05$). As notas obtidas pelos discentes dos primeiros anos foi superior às dos terceiros anos, mas de acordo com os resultados do Teste-t não há uma diferença significativa. Concluímos que não importa a série em que se encontra os discentes, o nível de conhecimento no tema é relativamente igual.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou por meios estatísticos que os estudantes de nível médio do instituto ainda são um público menos esclarecido quanto ao tema Radioatividade.

De acordo com o gráfico da percepção sobre o tema, é visto que a forma do saber é pela televisão, internet e notícias. A percepção pela escola também foi um número considerável, quanto aos livros, o número de respostas foi inferior aos demais. Esse tipo de comportamento sobre os livros correlaciona com o estudos de (DA SILVA & NETO, 2012), onde os autores analisaram os livros didáticos de Química e concluíram que tais livros dedicam poucas páginas para o tópico da radioatividade, além de que usam um tipo de abordagem simples sempre no início ou no final dos livros, dessa forma contribuindo para a pouca atenção dada ao tema.

Ao analisarem 4 livros didáticos que foram usados no PNLD 2015, (SOUSA, 2015), constatou que cada uma das obras analisadas falharam em um requisito proposto no estudo e que o autor concluiu que essa falha prejudicou o desenvolvimento e interesse do aluno no conteúdo da radioatividade.

Dando continuidade ao estudo, percebeu-se pelos questionários que os discentes manifestaram interesse no conhecimento do tema. Por ser um tema interdisciplinar, os dados mostram que a maioria dos discentes acham importante o ensino do tema e estão de acordo com a implementação nos livros para uma maior visibilidade do tema.

Por ser um tema onde há bastante aplicação, a radioatividade é capaz de despertar os interesses dos alunos em aprofundar-se mais ainda no tema e contribuir na tentativa de mudar a ideia de preconceito que ainda existe na sociedade. No fim desta pesquisa, objetiva que os discentes de fato tenham despertado o interesse no assunto e que busquem correlacionar todas as informações recebidas com o cotidiano, assim tornando o ensino do tema cada vez mais presente nas escolas. K.Z Morgan enfatiza o seguinte, “Não se deve temer a Radioatividade e sim respeitá-la”.

Em trabalhos futuros, sugerimos que esta pesquisa não se limite só à Física e Química e Biologia, como também possa ser usada para medir e comparar os conhecimentos do tema em outras áreas de ensino. Para um aprofundamento maior, é possível analisar a estrutura curricular de ensino, seja em qualquer área ou instituição escolhida. Sugerimos também que possa ser feito entrevistas individuais ou coletivas com os discentes ou uma determinada população para ter uma ideia mais profunda sobre o porquê destes acharem importante ou não o ensino da radioatividade. Caso esta pesquisa seja usada para os mesmos propósitos na área

de ensino, sugerimos usar de metodologias práticas para viabilizar as aplicações da radioatividade no dia a dia.

REFERÊNCIAS

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 295p. Acesso em: 22 jun. 2022

ABREU VASCONCELOS, L. Considerações Sobre Eventos Radioativos e Seus Efeitos Psicossociais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 243–248, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/revistapt/article/view/17257>. Acesso em: 19 nov. 2022.

ALMEIDA, A.; ELIAN, S.; NOBRE, J. Modificações e alternativas aos testes de Levene e de Brown e Forsythe para igualdade de variâncias e médias. **Rev.Colomb.Estad.** v. 31, n.2, p. 241-260, 2008. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-17512008000200008&lng=en&nrm=iso. ISSN 0120-1751. Acesso em: 20 set. 2022

Abrams, H.L. (1986). Chernobyl - the emerging story: How radiation victims suffer. Bulletin of the Atomic Scientists, August/September, 13-17. Acesso em: 21 nov. 2022
Disponível em: https://thebulletin.org/sites/default/files/1986_ChernobylIssue-Abrams13-17.pdf

BRÜCKMANN, M. E.; FRIES, S. G. **Radioatividade**. Porto Alegre : Instituto de Física - UFRGS, 1991. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n2_bruckmann_fries. Acesso em: 22 jul. 2022.

BABBIE, Earl. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Tradução: Guilherme Cezarino. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999. 519 p. (Coleção Aprender). Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/321802/mod_resource/content/1/BABBIE_caps%2013%20e%2014.pdf
Acesso em: 25 Out. 2022.

CAMPOS, R. M. *et al.* **Uso de filmes no ensino de radioatividade: uma estratégia motivadora para aulas do nível médio**. 2019. 193 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol11No2_169_v11_n2_%281%29.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

CARDOSO, E. M. **Apostila Educativa**. Rio de Janeiro, s.ed., 2003. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/3097/2218>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CARVALHO, H. **Depósito de rejeitos do cézio-137 em Abadia de Goiás foi alvo de**

polêmica. 2012. Disponível em: <https://g1.globo.com/goias/noticia/2012/09/deposito-de-rejeitos-do-cesio-137-em-abadia-de-goias-foi-alvo-de-polemica.html>. Acesso em: 18 ago. 2022.

CHAVES, E. G. Goiânia é Azul: o acidente com o cézio 137. **Revista UFG**, Goiânia, v. 9, n. 1, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/48158>. Acesso em: 18 ago. 2022.

COLLINS, K. E. *et al.* **O que é cézio-137**. 1988. 10 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.
Disponível em:
http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol11No2_169_v11_n2_%281%29.pdf.
Acesso em: 10 jun. 2022.

DE CASTRO, Pedro Arthur Augusto. O Espectro eletromagnético e as interações de cada faixa espectral com a matéria, 2014.
Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1884377/mod_resource/content/0/%3D%3D%20SEMINARIO%2024ago16-TEXTO.pdf
Acesso em: 17 nov. 2022.

DE OLIVEIRA, Carolyne Faria et al. **Sequência didática: Radioatividade no Ensino de Química com enfoque CTS**. 2014.
Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Neves-6/publication/341844078_SEQUENCIA_DIDATICA_RADIOATIVIDADE_NO_ENSINO_DE_QUIMICA_COM_ENFOQUE_CTS/links/5ed6f4d5299bf1c67d34c9ef/SEQUENCIA-DIDATICA-RADIOATIVIDADE-NO-ENSINO-DE-QUIMICA-COM-ENFOQUE-CTS.pdf
Acesso em: 1 ago. 2022

DE SOUZA, Gabriela Pereira; GONÇALVES, Alcindo. A ENERGIA NUCLEAR E O OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL-ODS Nº 7-ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL. **GOVERNANÇA GLOBAL**, p. 95, 2019.
Disponível em:
<https://www.unisantos.br/wp-content/uploads/2019/10/governanca-global-conflitos-internacionais.pdf#page=95>
Acesso em: 25 nov. 2022

DE BARROS FERRAZ, Epaminondas Sansigolo et al. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. Oficina de Textos, 2009.
Disponível em:
<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=zS9NJeaQkF4C&oi=fnd&pg=PA9&dq=isotopos&ots=YcxIcwXUbW&sig=vPUTkn9rZKPykYyIvUljACB815k#v=onepage&q=isotopos&f=false>
Acesso em: 25 nov. 2022

DEYLLLOT, Mônica Elizabete C. **Física das Radiações: Fundamentos e Construção de Imagens**. Editora Saraiva, 2014. E-book. ISBN 9788536520919. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520919/>. Acesso em: 17 out. 2022.

FERNANDEZ, J. V. M. *et al.* Uma nova estratégia para o ensino de física nuclear e radioatividade para o novo ensino médio: auto aprendizagem guiada por aplicativo web. *Revista Brasileira de Ensino de Física* v. 43 , e20210295, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0295> Acesso em: 18 ago. 2022.

GAINES, M. **Energia Atômica**. São Paulo, Melhoramentos, Edusp, 1975. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/3097/2218>. Acesso em: 22 jul. 2022.

GILL, Victoria. **'Filhos de Chernobyl': o que diz primeiro estudo de descendentes dos atingidos pelo acidente nuclear**: registros oficiais indicam que 600 mil pessoas receberam o status de liquidante, nome dado a quem participou dos esforços para conter o impacto do acidente.. 2021. 1 v. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2021/04/24/filhos-de-chernobyl-o-que-diz-primeiro-estudo-de-descendentes-dos-atingidos-pelo-acidente-nuclear.ghtml>. Acesso em: 25 nov. 2022.

GARDINER, B. **Lixo nuclear**. São Paulo, Melhoramentos, 1999. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/3097/2218>. Acesso em: 11 jul. 2022.

Kelecom, Alphonse & De, Rita & Dos, Cássia & Gouvea, Santos. (2002). **A Percepção da Radioatividade por Estudantes de Nível Superior**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267957275_A_Percepcao_da_Radioatividade_de_por_Estudantes_de_Nivel_Superior Acesso em: 08 nov. 2022

MANZATO, Antonio José; SANTOS, Adriana Barbosa. **A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa**. Departamento de Ciência de Computação e Estatística–IBILCE–UNESP, v. 17, 2012. Disponível em: http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf Acesso em 28 ago. 2022

MARTINS, Roberto Vieira. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 27-45, 1990 Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Martins-2/publication/275832998_Com_o_Becquerel_nao_descobriu_a_radioatividade/links/5904d7224585152d2e941e8c/Como-Becquerel-nao-descobriu-a-radioatividade.pdf Acesso em: 22 jul. 2022

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 16, n. 2, p. 88–91, jun. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-54492017000200088

&lng=pt&tlng=pt>.

Acesso em: 02. Ago. 2022

MAZZILLI, Barbara Paci; MÁDUAR, M. F.; CAMPOS, M. P. Radioatividade no meio ambiente e avaliação de impacto radiológico ambiental. **Documento TNA-5754, IPEN-Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo**, 2011.

Disponível em:

https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/318486/mod_resource/content/1/201103311026310-Apostila%20TNA-5754%20abr-2011.pdf

Acesso em: 17 nov. 2022

MELQUIADES, Fábio Luiz; APPOLONI, Carlos Roberto. **Radioatividade natural em amostras alimentares. Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 120-126, 2004.

Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165559>

Acesso em: 26 out. 2022

BR&lr=&id=dRFaDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=benef%C3%ADcios+da+radioatividade&ots=i9p2GfjXPL&sig=Atz513nx5EsVirY0SF4PtbbeDLQ#v=onepage&q=benef%C3%ADcios%20da%20radioatividade&f=false. Acesso em: 14 fev. 2022.

OKUNO, E.; YOSCHIMURA, E. **Física das Radiações** – Oficina de Textos, p.70, São Paulo - 2010. Disponível em: <http://app.saberx.com.br/wp-content/uploads/2021/02/Fisica-da-Radiacoes-Okuno-e-YoshimuraSou-Exatas.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem do ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PEREIRA, Guilherme; ORTIGÃO, Maria Isabel Ramalho. **Pesquisa quantitativa em educação: algumas considerações. Periferia**, v. 8, n. 1, p. 66-79, 2016.

Disponível em:

<https://www.redalyc.org/journal/5521/552157170005/552157170005.pdf>

Acesso em: 25 out. 2022.

SUGUIMOTO, D. Y. L.; CASTILHO, M. CHERNOBYL: a catástrofe. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 316-322, dez. 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4901240.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.

SOUSA, Windson Timoteo de; SALES, Luciano Leal de Moraes.

RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA NO PNLD 2015. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, [S.l.], v. 1, fev. 2017. ISSN 2526-3560. Disponível em:

<<https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/70/49>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SILVA, R. B. V.; FERREIRA, D. F. Alternativas para o teste t com variâncias heterogêneas avaliadas por meio de simulação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 185–191, fev. 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542003000100023&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 set. 2022

TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph A. **Física Moderna, 6ª edição**. Grupo GEN, 2014. E-book. ISBN 978-85-216-2689-3. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2689-3/>. Acesso em: 01 nov. 2022.

XAVIER, A. M. *et al.* Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, v. 30, n. 1, , p. 83-91, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100019>. Acesso em: 22 jul. 2022.

Depósito de rejeitos do cézio-137 em Abadia de Goiás foi alvo de polêmica. Disponível em: <https://g1.globo.com/goias/noticia/2012/09/deposito-de-rejeitos-do-cesio-137-em-abadia-de-goias-foi-alvo-de-polemica.html> Acesso em: 18 Ago. 2022.

OKUNO, E. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios**. São Paulo, Harbra, 1988. Olympio, 1974. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt->

OKUNO, EMICO. "Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia." *Estudos avançados* 27 (2013): 185-200. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/xzD9Dgv8GPFtHkxkfbQsn4f/?lang=pt> Acesso em: 26 out. 2022

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE APLICAÇÃO

Prezado(a) aluno(a),

Você está recebendo um questionário que será utilizado para a coleta de dados do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) elaborado pelo pesquisador Marcos Jhonaths de Oliveira, graduando no curso Interdisciplinar em Tecnologia da Informação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Campus Pau dos Ferros, sob a orientação da professora Dr^a. Thatyara Freire de Souza.

Esse questionário tem como objetivo colher informações sobre o nível de conhecimento dos alunos de nível médio sobre radioatividade. Ele é composto por 8 questões e estima-se que você precisará de aproximadamente 3 minutos para respondê-lo. A precisão de suas respostas é determinante para a qualidade da pesquisa, desse modo, em cada questão, escolha a alternativa que melhor reflita sua opinião ou experiência.

1. Qual a sua idade? _____.

2. Existe diferença entre radiação e radioatividade?

- ☐ Sim;
- ☐ Não;
- ☐ Não sei.

3. Entre as opções abaixo, o que está relacionado com Radioatividade? (OBS: pode ser marcado mais de uma).

Átomos;

Moléculas;

- ☐ Temperatura;
- ☐ Luminosidade;
- ☐ Material Químico;
- ☐ Fissão Nuclear.

4. Você considera que a Radioatividade trás benefícios para o ser humano?

Sim;

- ☐ Não;
- ☐ Depende da aplicação.

5. Por qual meio você já ouviu falar sobre radioatividade? (OBS: pode ser marcado mais de uma).

Livros;

Escola;

Televisão;

- ☐ Internet;
- ☐ Notícias;
- ☐ Nunca ouvi falar;
- ☐

Outro: _____.

6. Dentro das opções abaixo, em quais situações a radioatividade está presente? (OBS: pode ser marcado mais de uma).

Exames Hospitalares;

Esterilização de Materiais;

☐ Micro-ondas;

☐ Bomba Atômica;

☐ Eletrodomésticos.

7. Você tem conhecimento do significado deste símbolo?



☐ Sim;

☐ Não.

8. Você acha importante o ensino da radioatividade? (OBS: você gostaria que o tema "Radioatividade" fosse inserido em alguma disciplina de ensino médio?).

Sim;

☐ Não;

☐ Talvez.

Todas as respostas serão mantidas confidenciais, não havendo identificação do respondente.

