

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**



## **AS RADIAÇÕES NO ENSINO**

**Florbela Martins Rêgo**

**MESTRADO EM FÍSICA PARA O ENSINO**

**Mai de 2004**



**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**



# **A FÍSICA DAS RADIAÇÕES NO ENSINO**

**Florbela Martins Rêgo**

**“ Dissertação orientada pelo Prof. Doutor Luís Peralta “**

**MESTRADO EM FÍSICA PARA O ENSINO**

**Maior de 2004**



**“ Todos somos ignorantes, mas nem todos ignoramos as mesmas coisas”**

**Albert Einstein**



A todos os meus familiares e amigos que  
sempre me apoiaram e incentivaram



## **AGRADECIMENTOS**

A concretização deste trabalho só foi possível graças à colaboração e apoio de várias pessoas, às quais apresento o meu agradecimento.

Em primeiro lugar, ao Professor Doutor Luís Peralta, pelo incentivo que me transmitiu para dar continuidade ao mestrado e pelos saberes transmitidos, pelo seu acompanhamento, apoio, orientações teóricas e metodológicas, pelas suas sugestões e indicações durante toda a realização deste trabalho, pela amizade e consideração que sempre esteve presente permitindo assim que este trabalho tenha sido realizado de uma forma bastante agradável e saudável.

Ao Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP) pelo apoio material fornecido durante a realização do trabalho.

Ao Professor Doutor Nuno Teixeira pela disponibilidade demonstrada para passar os inquéritos aos Técnicos de Radiologia durante as suas aulas na Escola Superior de Saúde.

À colega de mestrado Ana Pinto pelo apoio, amizade e companheirismo demonstrado durante todo o mestrado.

A todos os alunos dos diferentes níveis de ensino, técnicos de radiologia e população em geral que se disponibilizaram para participar neste estudo.

Um agradecimento especial aos alunos e respectivos professores da Escola Secundária de Mafra, da Escola Secundária de Alcácer do Sal e da Escola Secundária de S.º João da Talha por se terem deslocado em visita ao Laboratório de Física das Radiações da Faculdade de Ciências.

Aos alunos da Licenciatura em Física da FCUL, Ana Catarina Farinha e Nuno Barros pelo apoio durante a visita dos alunos ao laboratório.

À funcionária da Biblioteca da FCUL, Idália Gomes pela simpatia e atenção que demonstrou sempre que necessitei do seu apoio.

Aos professores do Departamento de Física da FCUL, nomeadamente a prof<sup>a</sup>. Amélia Maio o prof. João Pires Ribeiro, a prof<sup>a</sup>. Luísa Carvalho e ao prof. José Marques pelas opiniões e sugestões sobre os inquéritos aplicados neste estudo.

A todos os meus familiares e amigos por todo o incentivo e apoio que me têm prestado durante todo o meu percurso académico.

E por último um agradecimento muito especial aos meus pais por todas as oportunidades que me têm proporcionado ao longo da vida.



## **RESUMO**

O presente trabalho enquadra-se no curso de Mestrado em Física para o Ensino, na área da Física das Radiações, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

A Física Moderna está constantemente presente nas nossas vidas, no entanto o ensino da Física em Portugal, continua a incidir nas áreas da Física clássica. Pretende-se com este trabalho realizar um estudo sobre os conhecimentos que os alunos dos diferentes níveis de ensino possuem sobre uma área da Física Moderna, mais concretamente a Física das Radiações.

Assim realizou-se um estudo através de inquérito, o qual apresentava várias questões relacionadas com os diferentes tipos de radiação, suas aplicações e medidas de segurança. O inquérito foi aplicado a alunos dos diferentes níveis escolaridade.

Após a recolha de dados em diferentes instituições escolares do nosso país, procedeu-se à sua análise estatística recorrendo ao programa de estatística, SPSS ( Statistical Package for Social Sciences).

Através do estudo verificou-se que os conhecimentos dos alunos nesta área são limitados, e que a disciplina de Física leccionada nas escolas não lhes permite adquirir conhecimentos básicos.

Como tal sugere-se uma estratégia para colmatar esta falha do ensino, através da realização de visitas de estudo organizadas ao Laboratório de Física das Radiações. Durante a visita os alunos ouviram uma pequena introdução ao assunto e realizaram algumas experiências. Valorizando a componente experimental da Ciência, muitas vezes esquecida. Esta estratégia foi aplicada a cinco turmas do ensino secundário de escolas diferentes.

Após a visita aplicaram-se de novo os instrumentos de avaliação (inquéritos) tendo-se concluído que a estratégia aplicada obteve resultados positivos.

Durante a realização deste trabalho efectuou-se também um estudo similar, com a população geral e com profissionais de saúde que trabalham directamente com as radiações ( Técnicos de radiologia ), para se poder ter uma visão mais global de como diferentes elementos da sociedade percebem o tema.

**Palavras Chave:** Radiações, Experiências, Ensino, Alunos, Estudo estatístico

## **ABSTRACT**

The present work was done in the framework of a Master in Physics for Education, in the area of Radiations, from the Lisbon University of Science.

Modern Physics is all the time present in our daily life. However, the teaching of Physics in Portugal continues to have its ground in Classical Physics. We expected with this work to get to know from the students of different levels, what they know of Modern Physics, but especially of Radiation Physics.

So we made a survey that presented different questions related with various types of radiation, its applications and measures of safety. The investigation was aimed at a group of students belonging to distinct learning levels.

After gathering the data in various schools of our country, we analysed them statistically, helped by a statistic programme called SPSS (Statistical Package for Social Sciences)

Through this study we confirmed that the knowledge of our pupils in the area is limited and that the subject of Physics taught in schools doesn't allow them to gain basic information.

Because of that, we suggested a strategy to overcome this problem (in our schools), making more organised visits to the Radiation Physics Laboratory. During those visits the students listened to a brief introduction to the theme and made some experiments, so has to learn how valuable the experimental stages of Science can be. That strategy was applied to five classes of different High Schools.

After the visit we set the instruments of evaluation again (that is, the inquiries) concluding that strategy had positive results.

During the realization of this work, we also made a similar study on the population in general, as well as with health professionals that worked directly with radiations (radiation technicians) in order to assess how these different elements of society faced this subject.

**Key words:** Radiations, Experiences, Teaching, Students, Statistical study

## ÍNDICE

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| <b>- Introdução</b>                                  | 13 |
| <b>- Capítulo 1 – Física das Radiações</b>           |    |
| - 1.1 O que são Radiações?                           | 17 |
| - 1.2 Fontes de radiações                            | 18 |
| - 1.2.1 Fontes de radiação naturais                  | 18 |
| - 1.2.2 Fontes de radiação artificiais               | 21 |
| - 1.3 Diferentes tipos de radiações                  | 23 |
| - 1.3.1 Radiação não ionizante                       | 23 |
| - 1.3.2 Radiação ionizante                           | 24 |
| - 1.4 Decaimento radioactivo                         | 33 |
| - 1.4.1 Decaimento alfa                              | 36 |
| - 1.4.2 Decaimento beta                              | 36 |
| - 1.4.3 Captura electrónica                          | 37 |
| - 1.4.4 Emissão de neutrões                          | 38 |
| - 1.4.5 Decaimento gama                              | 38 |
| - 1.5 Tipos de interacção com a matéria              | 39 |
| - 1.5.1 Efeito fotoeléctrico                         | 39 |
| - 1.5.2 Efeito de Compton                            | 40 |
| - 1.5.3 Formação de pares                            | 42 |
| - 1.6 Absorção da radiação pela matéria              | 43 |
| - 1.7 Grandezas e unidades dosimétricas              | 44 |
| - 1.8 Métodos de medição das grandezas dosimétricas  | 47 |
| - 1.9 Efeitos da Radiação                            | 49 |
| - 1.9.1 Processos de ionização das moléculas         | 50 |
| - 1.9.2 Efeitos biológicos em função do LET          | 50 |
| - 1.9.3 Efeitos das radiações em função do tempo     | 52 |
| - 1.9.3.1 Efeitos Físicos                            | 52 |
| - 1.9.3.2 Efeitos Físico-Químicos                    | 52 |
| - 1.9.3.3 Efeitos Químicos                           | 52 |
| - 1.9.3.4 Efeitos Químicos e Biológicos coincidem    | 52 |
| - 1.9.3.5 Efeitos Biológicos                         | 52 |
| - 1.9.4 Efeitos de baixas doses de radiação          | 55 |
| - 1.9.4.1 Hormesis                                   | 57 |
| - 1.9.4.2 Como actua Hormesis?                       | 58 |
| - 1.10 Protecção radiológica                         |    |
| <b>- Capítulo 2 – O conhecimento sobre radiações</b> |    |
| - 2.1 O que se aprende nas escolas Portuguesas       | 63 |
| - 2.1.1. 3º Ciclo do ensino básico                   | 63 |
| - 2.1.2 Física 10º ano                               | 65 |
| - 2.1.3 Química 10º ano                              | 66 |
| - 2.1.4 Física 11º ano                               | 66 |
| - 2.1.5 Química 11º ano                              | 66 |
| - 2.1.6 Física 12º ano                               | 67 |
| - 2.1.7 Química 12º ano                              | 67 |

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| - 2.2 Que conhecimento sobre as radiações possui a população em geral                                                                                 | 68  |
| - 2.3 O que aprendem os profissionais de saúde relativamente às radiações                                                                             | 71  |
| <b>- Capítulo 3 – Metodologia</b>                                                                                                                     |     |
| - 3.1 Objectivos do estudo                                                                                                                            | 75  |
| - 3.2 Elaboração dos questionários                                                                                                                    | 75  |
| - 3.3. Validação dos questionários                                                                                                                    | 76  |
| - 3.4 Aplicação dos questionários                                                                                                                     | 76  |
| - 3.5 Tratamento dos dados                                                                                                                            | 77  |
| <b>- Capítulo 4 – Análise de dados dos alunos</b>                                                                                                     |     |
| - 4.1 Caracterização da amostra                                                                                                                       | 83  |
| - 4.2 Análise descritiva                                                                                                                              | 88  |
| - 4.2.1 Primeira parte do inquérito                                                                                                                   | 88  |
| - 4.2.2 Segunda parte do inquérito                                                                                                                    | 100 |
| - 4.3 Análise da consistência interna da escala de Likert                                                                                             | 103 |
| - 4.4 Influência das variáveis sócio-demográficas                                                                                                     | 104 |
| - 4.4.1 Primeira parte do inquérito                                                                                                                   | 104 |
| - 4.4.2 Segunda parte do inquérito                                                                                                                    | 120 |
| - 4.5 Comparação do conhecimento dos alunos da turma de Física das Radiações da FCUL, com o dos alunos do ensino superior de Lisboa de outros cursos. | 127 |
| <b>- Capítulo 5 – Visita de estudo</b>                                                                                                                |     |
| - 5.1 Estratégia utilizada para colmatar as falhas do ensino na área da Física das Radiações                                                          | 141 |
| - 5.2 Experiências realizadas                                                                                                                         | 142 |
| - 5.3 Caracterização da amostra onde foi aplicado o estudo                                                                                            | 147 |
| - 5.4 Comparação das respostas atribuídas antes e depois da visita                                                                                    | 147 |
| - 5.4.1 Primeira parte do inquérito                                                                                                                   | 147 |
| - 5.4.2 Segunda parte do inquérito                                                                                                                    | 152 |
| <b>- Capítulo 6 – Análise de dados da população</b>                                                                                                   |     |
| - 6.1 Caracterização da amostra                                                                                                                       | 157 |
| - 6.2 Análise descritiva                                                                                                                              | 158 |
| - 6.2.1 Primeira parte do inquérito                                                                                                                   | 158 |
| - 6.2.2 Segunda parte do inquérito                                                                                                                    | 166 |
| - 6.3 Análise da consistência interna da escala de Likert                                                                                             | 168 |
| - 6.3 Influência das variáveis sócio-demográficas                                                                                                     | 169 |
| - 6.3.1 Primeira parte do inquérito                                                                                                                   | 170 |
| - 6.3.2 Segunda parte do inquérito                                                                                                                    | 177 |
| - 6.4 Comparação entre o conhecimento da população e dos alunos                                                                                       | 179 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>- Capítulo 7 – Análise de dados dos Técnicos de Radiologia</b> |     |
| - 7.1 Caracterização da amostra                                   | 189 |
| - 7.2 Análise descritiva                                          | 190 |
| - 7.2.1 Primeira parte do inquérito                               | 190 |
| - 7.2.2 Segunda parte do inquérito                                | 199 |
| - 7.3 Influência das variáveis sócio-demográficas                 | 201 |
| - 7.3.1 Primeira parte do inquérito                               | 201 |
| - 7.3.2 Segunda parte do inquérito                                | 204 |
| <b>- Conclusão</b>                                                | 207 |
| <b>- Bibliografia</b>                                             | 211 |
| <b>- Anexos</b>                                                   | 215 |



## INTRODUÇÃO

A Física como Ciência, constrói-se através de conhecimentos básicos fundamentais, mas evolui e desenvolve-se ao longo dos tempos. Como tal o ensino desta Ciência tem também que evoluir, para que possa haver uma interligação entre o mundo científico real e aquele que se ensina nos diferentes níveis de ensino.

A Ciência ao evoluir leva a novas descobertas, novas teorias e são estas que despertam maior curiosidade científica nos alunos, porque são as mais divulgadas através dos meios de comunicação social, com os quais os alunos contactam diariamente.

Assim sendo não faz qualquer sentido que matérias das áreas da Física Moderna continuem a ser esquecidas nos programas do Ensino Básico e Secundário, e será fundamental não só a introdução de temas desta área no ensino, como também a promoção da formação de professores nesta área.

Com a nova reforma do ensino secundário alguns assuntos da Física Moderna já são mencionados. No entanto devido à extensão dos programas estes muitas vezes não são leccionados. Na maioria das escolas continua a ser dada especial ênfase aos conteúdos da Física Clássica, ignorando-se os conteúdos da Física Moderna ( mesmo quando estes são mencionados nos programas).

Pretende-se com este trabalho realizar um estudo sobre que conhecimentos possuem os alunos dos diferentes níveis de escolaridade sobre a Física das Radiações. Nomeadamente sobre os diferentes tipos de radiações, distinção entre eles, aplicações das radiações e perigos inerentes à sua utilização.

O estudo baseia-se na aplicação de um inquérito aos alunos dos diferentes níveis de escolaridade, onde são apresentadas questões que permitem testar os seus conhecimentos sobre o assunto.

O inquérito foi elaborado tendo em atenção a população alvo. Como se pretendia aplicar o estudo aos alunos dos diferentes níveis de escolaridade, as questões foram elaboradas de forma simples, de fácil compreensão e de resposta directa.

Mas é também objectivo deste trabalho, despertar o interesse dos alunos pela Física como Ciência experimental, através de visitas de estudo organizadas ao Laboratório de Física das Radiações da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, onde se realizaram diversas experiências, e os alunos puderam aumentar os seus conhecimentos. Pretende-se demonstrar que existem estratégias alternativas ao ensino tradicional, através das quais os alunos adquirem mais facilmente conhecimentos. De facto o ensino das Ciências em Portugal pelos mais variados motivos continua a ser feito sobretudo através da exposição teórica de conteúdos.

Mas as perspectivas do trabalho vão mais além, e pretende-se aplicar o estudo à população geral e a profissionais de saúde ( Técnicos de Radiologia ), que trabalham directamente com radiações. Para assim nos permitir ter uma ideia mais completa sobre os conhecimentos de diferentes elementos da sociedade sobre o tema.

Ao aplicar-se o estudo à população geral, pretende-se realizar um estudo comparativo dos conhecimentos sobre o assunto que as duas amostras (população e alunos), possuem relativamente ao assunto.

O presente trabalho encontra-se estruturado em sete capítulos, ao longo dos quais se realizam diferentes análises com o fim de atingir os objectivos pretendidos.

No primeiro capítulo pretende-se realizar uma abordagem teórica sobre conceitos fundamentais na área da Física das Radiações. Estes conceitos são apresentados de forma acessível, não recorrendo a fórmulas matemáticas complicadas,

de modo a serem percebidos por alunos dos diferentes níveis de escolaridade. Deu-se especial importância às radiações ionizantes pois são as menos focadas no ensino.

No segundo capítulo realiza-se uma breve viagem sobre o ensino da Física e da Química nos diferentes níveis de escolaridade, sendo transmitida uma ideia geral dos conteúdos abordados. São também neste capítulo apresentados alguns currículos de cursos de radiologia, para se ter uma ideia do que é ensinado aos técnicos de radiologia e de como eles são preparados para trabalhar diariamente com as radiações.

São focadas também algumas ideias de como o tema é transmitido à população em geral, através dos meios de comunicação social.

O capítulo três é dedicado à metodologia utilizada no presente trabalho, onde são explicados os procedimentos realizados durante a sua execução, desde a elaboração dos questionários até ao tratamento dos dados recolhidos.

É no capítulo quatro que se encontra a parte mais interessante deste trabalho. Nele são apresentados e tratados todos os dados recolhidos com os alunos dos diferentes níveis de escolaridade.

Começa-se por apresentar uma caracterização da amostra em estudo, e de seguida realiza-se uma análise descritiva dos dados que nos permitem ter uma ideia geral dos conhecimentos dos alunos nesta área. Procedendo-a uma análise sobre a influência das diferentes variáveis sócio-demográficas nas respostas dos alunos às questões colocadas. Por último ainda neste capítulo apresenta-se um estudo comparativo entre o conhecimento dos alunos de uma turma de Física das Radiações da FCUL e alunos do também do ensino superior de Lisboa mas de cursos não directamente relacionados com a Física.

No capítulo cinco sugere-se uma estratégia alternativa e motivadora para ensinar ciência, através de visitas de estudo. Para comprovar o sucesso desta estratégia, aplica-se o inquérito aos alunos antes e depois da visita, e analisa-se as evoluções no conhecimento.

Relativamente ao capítulo seis e sete é apresentado o estudo realizado com a população geral e com os técnicos de radiologia.

No capítulo seis efectuam-se também algumas comparações entre os conhecimentos dos alunos e da população geral.

Por último são apresentadas algumas conclusões, onde se pretende sintetizar os aspectos mais relevantes dos estudos efectuados, procurando assim transmitir as ideias gerais que se podem inferir dos estudos.

## CAPITULO 1 – Física das radiações



**Figura 1.1. Fotografia de fontes naturais de radiação**



**Figura 1.2 : Fotografia de fontes artificiais de radiação**



### 1.1 – O que são radiações?

A espécie humana está exposta à radiação desde a sua existência na Terra no entanto estas são invisíveis, inodoras e inaudíveis. As fontes de radiação incluem o solo em que nós andamos, o ar que respiramos, a comida com a qual nos alimentamos, enfim o sistema solar como um todo, tudo contém pequenas quantidades de átomos radioactivos.

Normalmente quando se fala em radiação de fundo ou “background radiation”, está-se a referir à radiação natural que existe no ambiente somada à radiação artificial, sendo a maior parte, radiação que provém das fontes naturais.

As radiações são fotões ou partículas massivas que se propagam com elevada velocidade e que, ao interagirem podem produzir diversos efeitos sobre a matéria. (W.R.Leo 1992)

A matéria existente no universo é constituída por átomos, que resultam de diferentes combinações entre protões, neutrões e electrões. Em função destas combinações, os átomos adquirem propriedades físico-químicas bem definidas, que permitem identificar cada um deles como um elemento químico.

No entanto, o mesmo átomo pode apresentar diferentes isótopos que apenas diferem no número de neutrões.

As radiações electromagnéticas mais conhecidas são: luz, microondas, ondas de rádio AM e Fm, radar, raios X e radiação gama. As radiações sob a forma de partículas, com massa, mais comuns são os feixes de electrões, os feixes de protões, radiação beta, radiação alfa, feixes de neutrões e muões dos raios cósmicos.

Na figura seguinte encontram-se as diversas radiações electromagnéticas ordenadas consoante a sua energia, frequência e comprimento de onda.

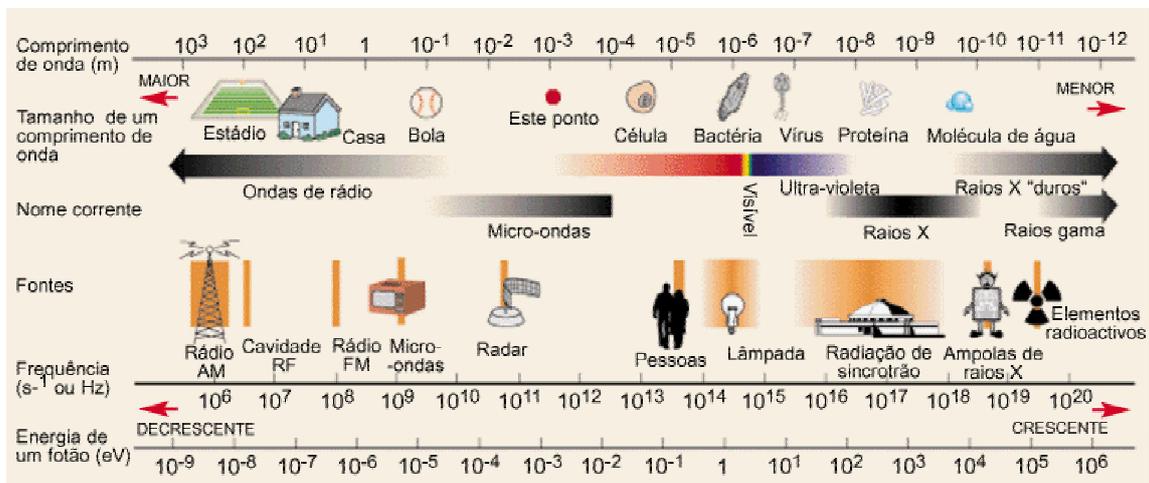


Figura 1.3: Espectro electromagnético

As radiações podem ser classificadas em ionizantes, energias maiores de 10eV e não ionizantes energias menores de 10eV.

Consoante o tipo de radiação assim serão os efeitos quando estas interagem com a matéria. Podem produzir efeitos desde a sensação de cor, a percepção de uma mensagem codificada e manipulada em áudio e vídeo numa televisão, a sensação de calor provocada por feixes de laser, o aquecimento de alimentos num microondas, uma imagem radiográfica ou a produção de iões ou electrões livres devido à ionização.

## **1.2 - Fontes de radiação**

### **1.2.1 - Fontes naturais**

A maior percentagem de radiação que estamos expostos diariamente provém de fontes de radiação naturais.

As radiações naturais provêm essencialmente de três fontes: o espaço terrestre (radiação cósmica), a própria “Terra” (solo, ar e edifícios), e a alimentação.

#### **1.2.1.1 - Radiação cósmica**

Tem origem extraterrestre resulta das interacções nucleares que ocorrem no Sol e nas outras estrelas. Esta radiação vém do Sol, da nossa Galáxia, e de todos os pontos do espaço.

A intensidade da radiação cósmica varia com a altitude relativa em relação à Terra. As grandes intensidades ocorrem a grandes altitudes e as baixas intensidades à superfície da Terra. É essencialmente formada por radiação primária de altas energias, que resulta das interacções das moléculas na atmosfera, são acompanhadas por partículas alfa, núcleos atómicos, mesões, raios gama e electrões de altas energias. (Mary Alice Sherer 1998).

Se vivemos nas montanhas, a quantidade de radiação cósmica recebida é maior, porque a camada de ar que actua como protecção é menos espessa.

A exposição às radiações cósmicas aumenta muito com a altitude, daí que quando viajamos em aviões recebemos doses mais elevadas.

A dose de radiação cósmica que recebemos depende também da latitude do local onde habitamos, quanto mais a norte vivemos, mais radiações recebemos, visto que o campo magnético da Terra desvia algumas das radiações, e assim, a superfície perto do equador recebe menos radiação do que os pólos. (Peter Saunders)

#### **1.2.1.2 - Radiação da Terra**

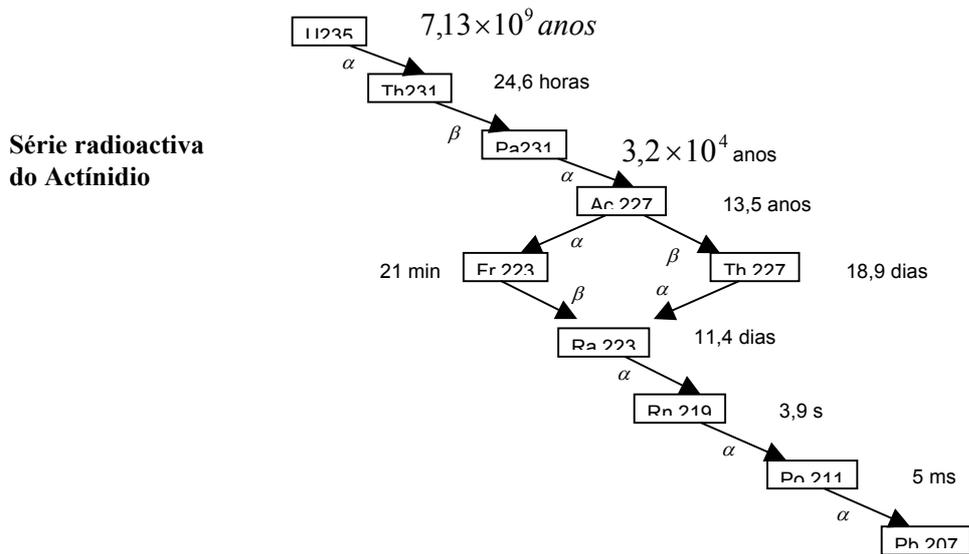
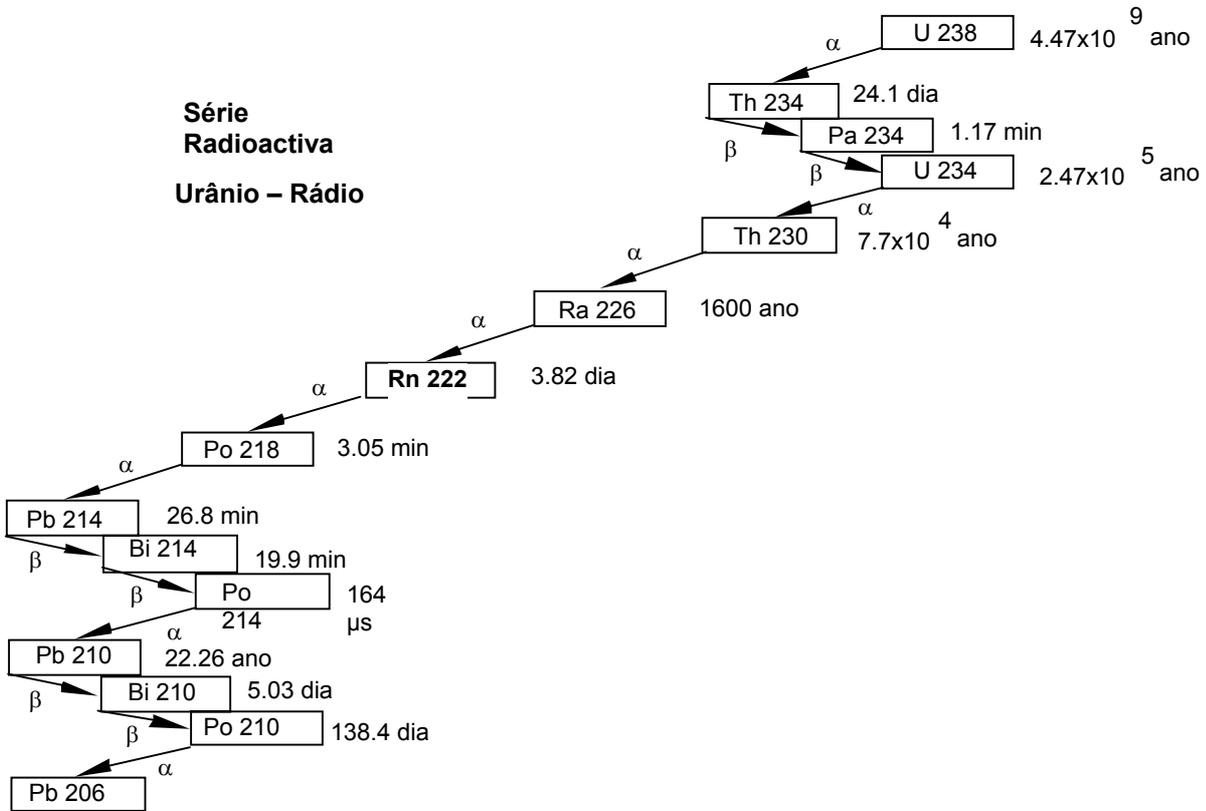
A terra é naturalmente radioactiva, assim encontramos-nos directamente expostos a radiações provenientes da superfície terrestre.

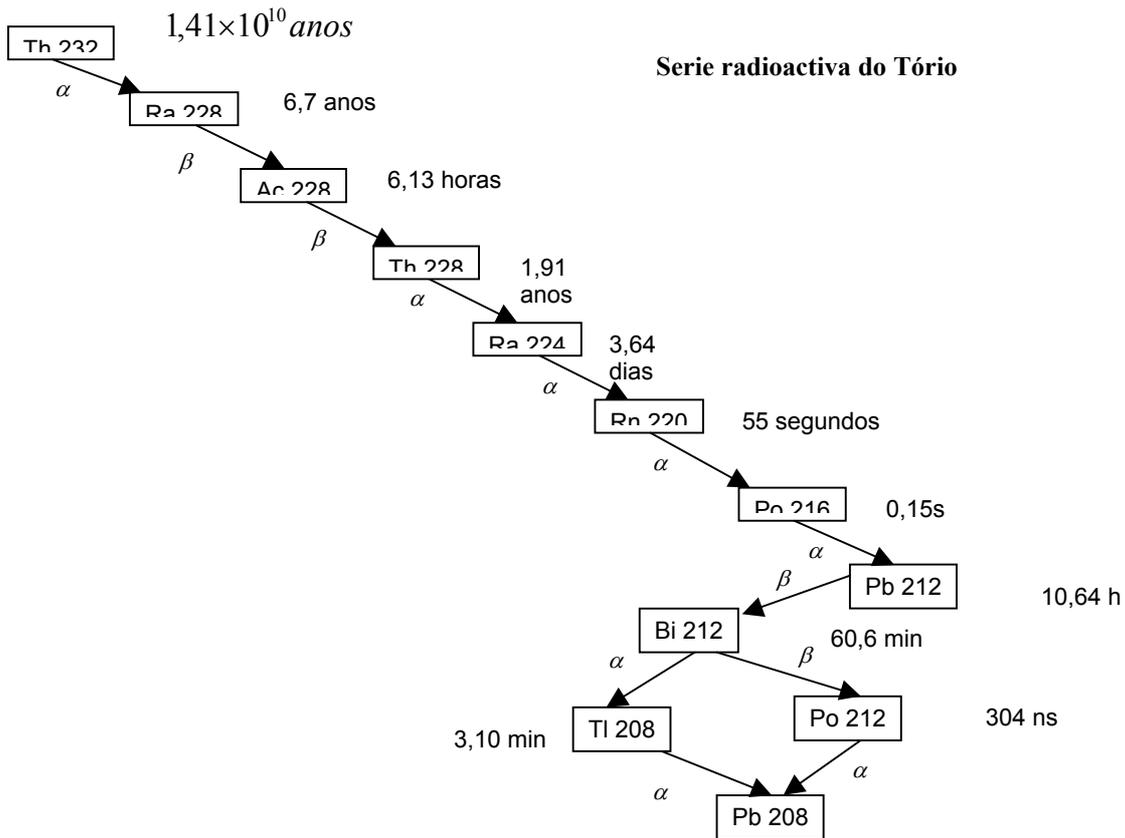
Também os materiais de construção, como os tijolos e betão fabricados a partir de materiais extraídos da terra libertam radiações. A quantidade de radiação proveniente destas formas depende das características geológicas do local e dos materiais utilizados na construção dos edifícios.

A vida longa de núclidos radioactivos como o urânio, radio e tório, faz com que estes emitam uma grande densidade de radiação ionizante, sendo estes as principais fontes de radiação natural terrestre.

Quando um destes núclidos se desintegra, transforma-se noutra espécie de núclido que se for radioactivo, por sua vez desintegra-se e o processo vai-se repetindo até finalmente se obter um isótopo estável. A todo este conjunto de núclidos radioactivos chama-se uma série radioactiva.

As principais séries radioactivas naturais são:





De acordo com o ITN <sup>1</sup>cerca de 55% da exposição de radiação natural é devida ao radão que é o primeiro produto de decaimento do rádio que por sua vez decai originando o Polónio 218, o Chumbo 214 e o Bismuto 214 que se encontram presentes no ar que respiramos e que podem ligar-se a partículas de poeira e gotículas de água que são posteriormente inaladas e alojam-se nos pulmões.

Este gás à medida que vão sendo libertados na atmosfera, rapidamente são dispersos e a sua concentração é reduzida, no entanto quando penetra em edifícios, através de pavimentos ou de paredes, as concentrações aumentam a menos que o edifício seja bem ventilado.

### 1.2.1.3 - Alimentação

As substâncias naturalmente radioactivas que se encontram na crosta terrestre são absorvidas por plantas e animais e dissolvem-se na água. Por isso tudo o que comemos e bebemos é, ligeiramente radioactivo.

Assim o corpo humano contém radionúclídeos, que são adquiridos através da ingestão destes alimentos e bebidas.

Os radionúclídeos são originados a partir da emissão de radiação ionizante incluem as partículas alfa (núcleos de hélio), beta (electrões) e gama.

O potássio 40, o carbono 14 e o estrôncio 90, são exemplos de núcleos radioactivos que existem em pequenas quantidades no organismo humano, provenientes da alimentação.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico e Nuclear

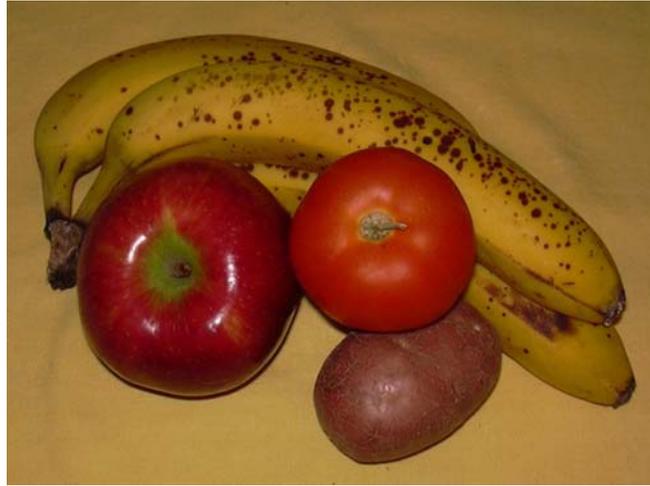


Figura 1.4: Alimentos que contêm núclidos radioactivos

### 1.2.2 - Fontes artificiais

A utilização das radiações e substâncias radioactivas aumentou muito nos últimos anos. Todos nós já beneficiamos de algum modo, directa ou indirectamente da sua utilização, na medicina, na indústria, na agricultura etc.

As fontes de radiação ionizante artificial são essencialmente derivados, do consumo de produtos radioactivos, combustíveis nucleares, de armas nucleares, acidentes nucleares e medicina.

As aplicações médicas constituem a fonte mais importante da exposição a radiações artificiais na maior parte dos países. Os diagnósticos com raios X são a forma mais comum de exposição, a utilização de substâncias radioactivas para estudar os processos somáticos e para localizar os tumores são outro meio de utilização da radiação na medicina, o tratamento do cancro é outra técnica que recorre à utilização das radiações.

As exposições a radiações devidas a estas práticas médicas incidem sobretudo sobre os próprios pacientes; no entanto, é inevitável que os médicos, enfermeiros, técnicos de radiologia, outros trabalhadores hospitalares e pessoas que lidem com quaisquer fontes radioactivas sejam também irradiadas.

Todos nós nos encontramos expostos a pequenas doses de radiação devidas a uma série de fontes artificiais, como os aparelhos de televisão e detectores de fumo. No entanto as doses médias provenientes destas fontes, juntamente com as exposições e substâncias naturalmente radioactivas libertadas em consequência de actividades humanas, como cinzas de carvão e fertilizantes, e radiações cósmicas recebidas durante as viagens aéreas, totalizam uma pequena percentagem.

Embora seja fácil reduzir as quantidades de radão e descendentes existentes nas habitações através do seu arejamento, no entanto não podemos reduzir as radiações cósmicas e os raios gama nem evitar as concentrações baixas de radão, apenas as grandes doses são evitáveis.

É mais fácil controlar na maioria dos casos as fontes artificiais de radiação, porque nós podemos intervir, alterar ou terminar o procedimento que a produz, mas no entanto deve ser sempre atingido um equilíbrio.

Por exemplo não seria correcto reduzir as doses recebidas em exames de radiografia, se estes fossem conduzir a uma perda de informação médica essencial.

Do estudo efectuado, a dose média anual de radiação recebida pela população é de cerca de 2,6mSv.

Cerca de 85% é de origem de fontes naturais, de exposição médica resulta cerca de 14% o restante é originada através de produtos aos quais o homem está sujeito.

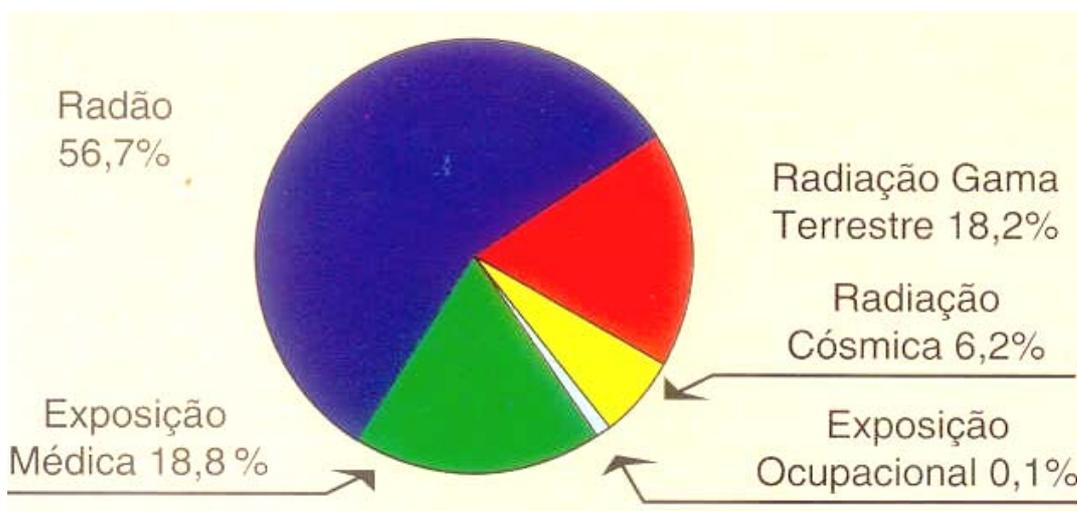
As maiores variações em dose resultam do radão e seus descendentes, podem atingir os 100mSv por ano, no entanto é pouco provável que a população receba uma dose superior a 1mSv através de fontes artificiais. Nos exames médicos podem receber cerca de 10mSv ano, através de produtos como alarmes de incêndio e etc., as doses médias anuais são no máximo  $1\mu\text{Sv}$ , quanto muito o máximo que podem atingir é de 0,1mSv.

Na tabela 1.1 seguinte podem observar-se as doses médias de radiação recebidas pela população através das diferentes fontes.

**Tabela 1: Doses médias de radiação recebidas pela população (NPRB)**

| Fonte        | Dose (mSv) |
|--------------|------------|
| Cósmica      | 0,26       |
| Raios gama   | 0,35       |
| Interna      | 0,3        |
| Radão        | 1,3        |
| Medica       | 0,37       |
| Ocupacional  | 0,007      |
| Produtos     | 0,0004     |
| Descargas    | 0,0002     |
| <b>Total</b> | <b>2,6</b> |

Em Portugal a dose média de radiação externa está representada no gráfico da figura 1.5.



**Figura 1.5: Percentagem das diferentes radiações naturais a que o ser humano se encontra exposto (Panfleto do ITN)**

## **1.3 – Diferentes tipos de radiações**

### **1.3.1 - Radiação não ionizante**

#### **1.3.1.1 - Radiação visível**

Radiação detectável pelo olho humano, muitas vezes designada somente por luz, apresenta particularidades detectáveis pelo olho humano, que definem a cor, à medida que o comprimento de onda aumenta a cor vai criando na retina as sensações de violeta, azul, verde, amarelo, laranja, vermelho e todas as cores intermédias. Quando a luz é formada por radiações simultâneas de vários comprimentos de onda a retina associa cores diferentes. Se a mistura for semelhante à da luz emanada pelo Sol, diz-se que a luz é branca.

A radiação visível vai aproximadamente de 780nm (para o vermelho) até cerca de 390nm (para o violeta).

#### **1.3.1.2 - Radiação ultravioleta**

Parte importante da luz que o Sol envia para a Terra é luz ultravioleta.. Possuem energia suficiente para ionizar os átomos do topo da atmosfera, criando assim a ionosfera.

A região do ultravioleta encontra-se entre 3,80nm até cerca de 8.82nm, e é emitida quando num átomo o electrão executa uma transição a partir de um estado fortemente excitado.

São radiações com grande actividade química o que lhes confere poder bactericida, sendo aproveitadas na esterilização de alguns produtos.

Algumas substâncias quando sujeitas às radiações ultravioletas emitem luz visível. Os átomos destas substâncias, chamadas fluorescentes, absorvem a radiação ultravioleta (invisível), e irradiam radiação visível para o ser humano. Os ponteiros de alguns relógios contêm vestígios dessas substâncias para serem visíveis à noite.

#### **1.3.1.3 - Radiação Infravermelha**

A radiação infravermelha tem comprimento de onda entre 1 micrómetros e 100 micrometros. Ligeiramente mais longa que a luz visível, situa-se no espectro entre a luz vermelha e as microondas.

Na faixa das radiações infravermelhas distinguem-se três regiões : Infravermelho próximo (próximo do visível 780-2500nm) , médio (2500-50000nm) e o longínquo (50000nm – 1mm).

O infravermelho próximo possui as mesmas propriedades da luz visível, com a diferença de que não é percebida pelo olho humano. Pode ser produzida por qualquer fonte luminosa e ser estudada com os mesmos detectores. Já o infravermelho médio requer para ser produzido, técnicas mais elaboradas e o infravermelho longínquo necessita de instrumentos especiais.

Se o olho humano fosse sensível à radiação infravermelha, não haveria necessidade de iluminação artificial, pois tudo seria brilhante durante a noite ou o dia. Alguns animais possuem uma visão sensível a este tipo de radiação, como por exemplo as cobras por esta razão elas conseguem apanhar as suas presas durante a noite.

A radiação infravermelha possui aplicações práticas muito importantes. É utilizada por exemplo para aquecer ambientes, cozinhar alimentos e secar tintas e vernizes.

Em medicina, é utilizada para fins terapêuticos. A radiação infravermelha penetra na pele, onde a sua energia é absorvida pelos tecidos e espalhada pela circulação do sangue.

É também utilizada por exemplo em alarmes, nas portas dos elevadores, para evitar que elas se fechem sobre as pessoas, comandos da televisão, portas de automóveis e etc.

A fotografia é outra actividade muito beneficiada com a aplicação da radiação infravermelha.

#### **1.3.1.4 - Radiação Microondas**

A radiação natural de microondas é de origem cosmológica e preenche todo o Universo, encontra-se desde os  $10^{-1}$ m até aproximadamente  $10^{-3}$ m.

Podemos ter emissões deste tipo de radiação, desde que as transições atómicas ocorram entre níveis energéticos próximos.

Uma vez que os comprimentos de onda capazes de penetrar na atmosfera terrestre variam aproximadamente entre 1 cm e 30 metros, as microondas têm interesse para a comunicação com veículos espaciais, bem como para a rádio e astronomia.

No caso dos fornos de microondas utilizados nas nossas cozinhas, a energia destas ondas aumenta a agitação das moléculas de água que existem nos alimentos permitindo assim o seu aquecimento.

A transmissão de conversas telefónicas e de televisão, a orientação de aviões, estudo da origem do Universo, sistemas para abrir portas de garagem e estudo da superfície dos planetas são algumas aplicações das radiações de microondas.

#### **1.3.1.5 - Ondas de rádio**

A região das ondas de rádio vai desde alguns metros até aproximadamente  $10^3$ m. São ondas habitualmente produzidas em circuitos electrónicos, são utilizadas para emissões de rádio e televisão, radares e pela polícia para medir a velocidade dos automóveis.

#### **1.3.2 - Radiação ionizante**

Entende-se por radiação ionizante aquela que pode, directa ou indirectamente, ionizar os átomos dos meios materiais que atravessa. Na ionização, um ou mais electrões são removidos do átomo que fica carregado positivamente (ião positivo).

Os sistemas vivos muito sensíveis, como as células, podem ser irreversivelmente afectados pela passagem de radiações ionizantes. Também certos componentes electrónicos muito sensíveis, podem alterar-se devido à ionização produzida por radiações.

A palavra “radioactivo” foi criada por Marie Curie em 1898 para descrever substâncias nas quais os núcleos, dos átomos são instáveis e podem alterar-se espontaneamente, ou desintegrar-se, passando a constituir núcleos diferentes e emitindo radiações à medida que este processo se desenvolve.

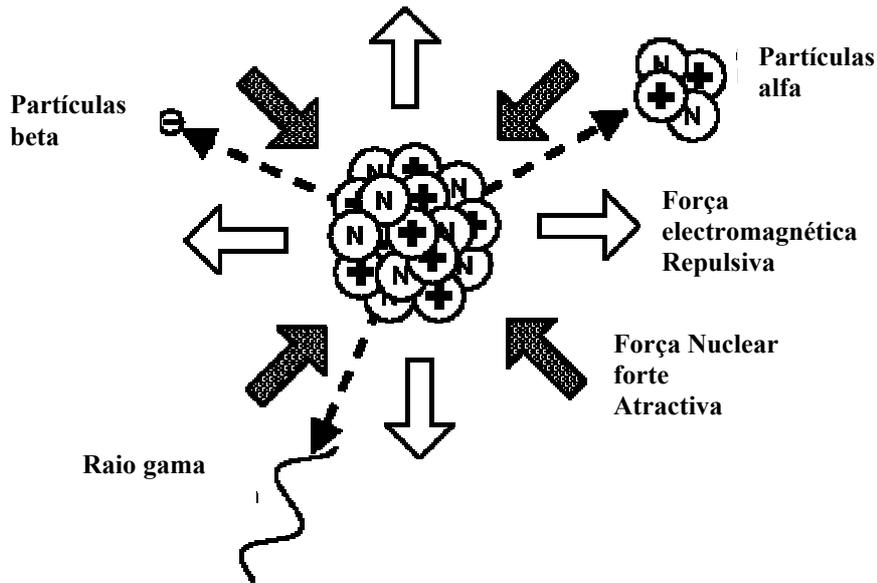


Figura 1.6: Emissão das diferentes radiações pela desintegração de um núcleo

Mas na realidade o primeiro a observar este fenómeno foi Henri Becquerel, em 1896, ao reparar que algumas placas fotográficas guardadas perto de um mineral que continha urânio tinham escurecido em consequência desse facto.

Embora a radioactividade e as radiações por ela produzidas tenham sido descobertas há pouco mais de um século, elas têm-nos rodeado desde o principio dos tempos, pois nós vivemos num mundo onde existem inúmeras radiações naturais.

### 3.2.1 Diferentes tipos de radiação ionizante

As radiações ionizantes podem ser formadas por partículas com carga eléctrica, como os electrões (por exemplo partículas  $\beta$ )

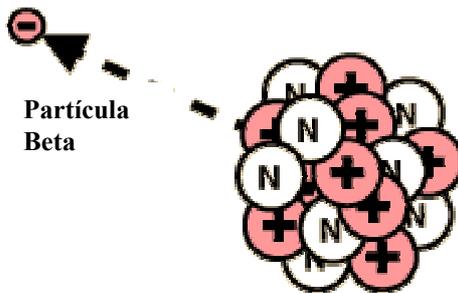


Figura 1.7: Emissão de partículas beta

partículas  $\alpha$ ,

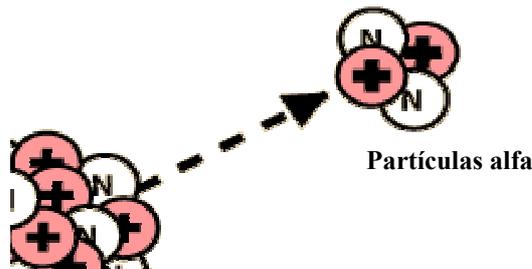


Figura 1.8: Emissão de partículas alfa

e prótons que produzem directamente ionizações. As partículas não carregadas, como a radiação  $\gamma$ , X e neutrões produzem indirectamente cargas eléctricas. Na interacção de um fóton  $\gamma$  com um átomo é libertado um electrão que vai ser responsável pelas sucessivas ionizações no meio. Por outro lado, os neutrões não são afectados pelo campo eléctrico do “cortejo” electrónico nem do núcleo, produzindo reacções nucleares em que os produtos são positivamente carregados e originam as ionizações.

Na tabela 1.2 apresentam-se algumas propriedades das diferentes radiações ionizantes.

Tabela 1.2: Propriedades das diferentes radiações ionizantes

| Designação                      | Símbolo   | Massa (u)            | Carga eléctrica | Energia (MeV)        |
|---------------------------------|-----------|----------------------|-----------------|----------------------|
| <b>DIRECTAMENTE IONIZANTE</b>   |           |                      |                 |                      |
| Partículas $\alpha$             | $\alpha$  | 4                    | +2              | 1 a 4                |
| Protão                          | P         | 1                    | +1              | 1                    |
| Electrões                       | $\beta^-$ | $5,5 \times 10^{-4}$ | -1              | 0,1 a 1              |
|                                 | $\beta^+$ | $5,5 \times 10^{-4}$ | +1              |                      |
| <b>INDIRECTAMENTE IONIZANTE</b> |           |                      |                 |                      |
| Raios $\gamma$ e X              | $\gamma$  | 0                    | 0               | Qualquer             |
| Neutrão                         | N         | 1                    | 0               | $2,5 \times 10^{-8}$ |

O poder de penetração da radiação ionizante na matéria depende da sua energia. No entanto, diferentes radiações, mesmo que tenham a mesma energia, penetram a matéria com alcances diferentes. Por ordem crescente de penetração na matéria temos: partículas alfa, partículas beta (electrões e positrões), fótons (X e gama) e neutrões.

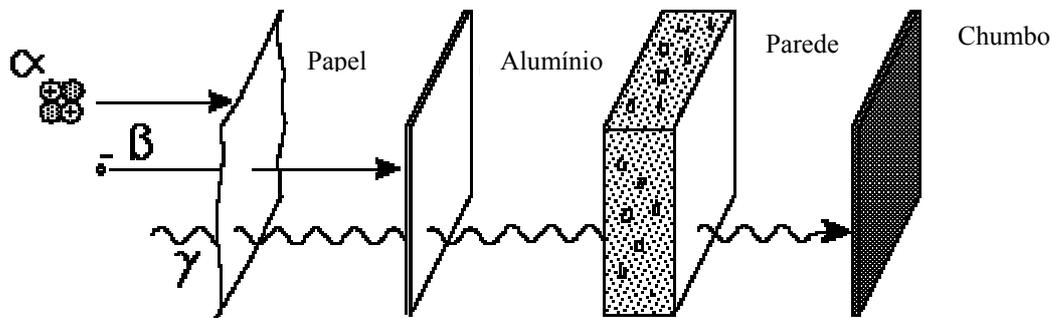


Figura 1.9: Poder de penetração das diferentes radiações

A tabela 1.3 mostra o alcance de radiações de igual energia (1 MeV) em tecidos moles.

Tabela 1.3: Alcance de radiações de igual energia (1 MeV) em tecidos moles (frmc.fis.uc)

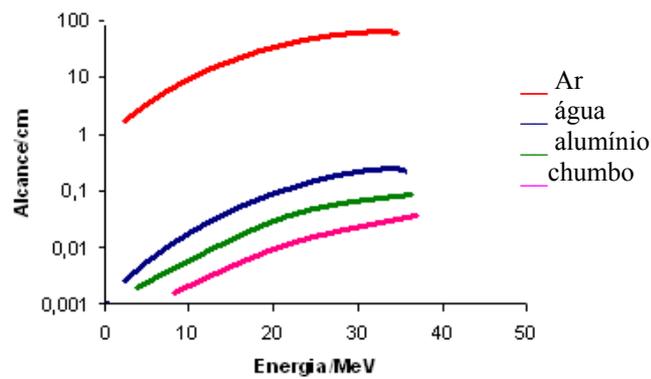
| Radiação | Energia (MeV) | Alcance(m)         |
|----------|---------------|--------------------|
| Alfa     | 1             | $1 \times 10^{-5}$ |
| Beta     | 1             | $4 \times 10^{-1}$ |
| Gama     | 1             | $1,5 \times 10^1$  |
| Neutrões | 1             | $1 \times 10^2$    |

O alcance das partículas alfa de 1MeV é pequeno mas cresce à medida que a energia das partículas também aumenta. Por outro lado, as fontes emissoras de partículas alfa têm tempos de meia-vida da ordem das centenas de anos o que as torna potencialmente perigosas se forem ingeridas pois podem ficar alojadas numa parte do corpo, radiando continuamente. Apesar do alcance desta radiação ser pequeno, é muito destrutiva

O poder de penetração depende, portanto, do tipo de radiação, da energia desta e obviamente, do material irradiado.

No gráfico 1.1 podemos observar a variação do alcance das partículas alfa em, diferentes materiais em função do aumento da energia.

**Gráfico 1.1: Variação do alcance das partículas alfa em, diferentes materiais em função do aumento da energia**

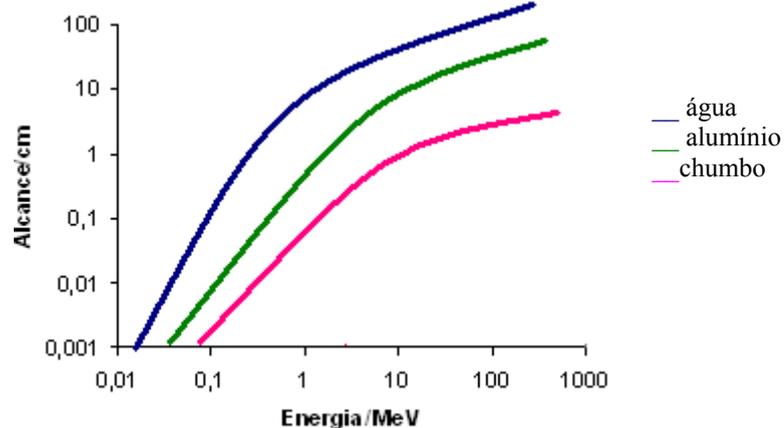


O alcance é muito diferente no ar ou nos outros materiais sólidos ou líquidos. Por isso, se utilizou uma escala logarítmica no eixo dos yy.

O alcance das partículas no ar é cerca de mil vezes maior (ordem de grandeza) do que nos outros materiais. O chumbo absorve bem as partículas alfa, uma chapa com meio milímetro de espessura absorve todas as partículas alfa até 40MeV.

Os electrões devida à sua pequena massa e à sua carga fazem com que, tenham uma penetração maior do que as partículas alfa, o que se pode observar através do gráfico 1.2.

**Gráfico 1.2 : Variação do alcance dos electrões em, diferentes materiais em função do aumento da energia**



Dos materiais referidos na figura, o chumbo é o que tem maior capacidade de absorção de electrões. Para parar um feixe de electrões de 100Mev é necessário uma placa de chumbo com cerca de 1cm de espessura.

Os fotões e os neutrões têm ainda maior poder de penetrações na matéria.

### 1.3.2.2 - Raios X

#### - Produção de raios X

Os raios X foram descobertos em 1895 pelo Físico alemão William Roentgen



Figura 1.10: William Roentgen

quando estudava o efeito da passagem de corrente eléctrica em tubos de gases rarefeitos. São radiações electromagnéticas com a mesma natureza da luz visível, mas comprimento de onda muito pequeno entre os 0,03nm e os 3nm ou seja possuem elevada energia ( 1keV - 100keV), e possuem a capacidade de produzir ionização nos meios materiais.

A ionização provocada pelos raios X pode ser primária, se for produzida directamente pelos fotões incidentes, ou secundária se for produzida pelos fotões ou electrões extraídos durante a primeira ionização.

Os raios X são produzidos em tubos de raios X, como se encontra representado na figura 1.11:

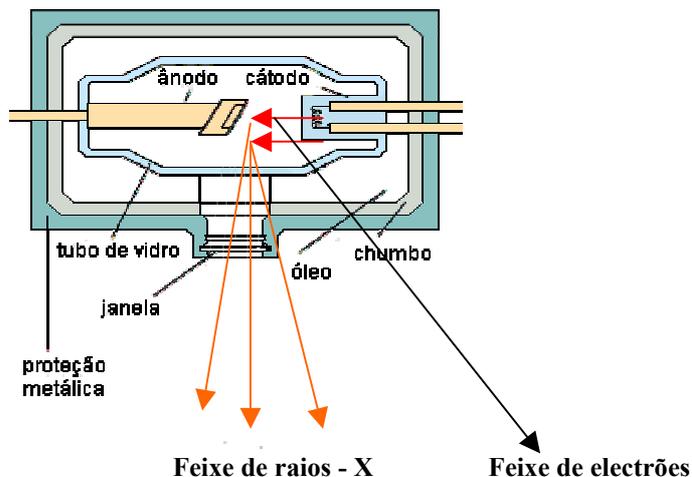


Figura 1.11 : Tubo de raios X (www.geocites.yahoo)

Um tubo de raios X é formado por dois eléctrodos, um ânodo normalmente de platina ou tungsténio, ou outro metal pesado e por um cátodo.

Quando uma diferença de potencial elevada ( 25 kV – 150kV ) é aplicada entre os eléctrodos o fluxo de electrões é acelerado do cátodo para o ânodo, interagindo com os átomos do metal do ânodo e originando a emissão de raios X.

Os raios X possuem propriedades que os tornam extremamente úteis, enegrecem filme fotográfico, não são deflectidos por campos eléctricos ou magnéticos pois não têm carga, produzem radiação secundária ao atravessarem um material, propagam-se em linha recta em todas as direcções, são muito penetrantes, no vácuo, propagam-se com a velocidade da luz e podem provocar mutações genéticas ao interagir com as células reprodutivas.

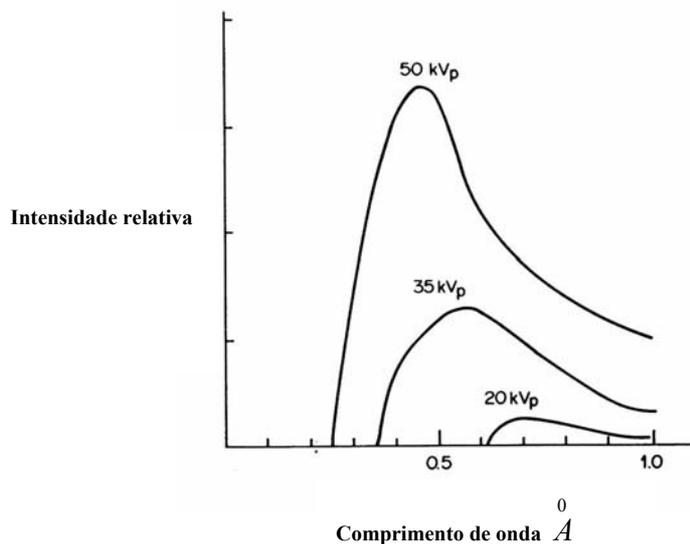
Existem dois mecanismos de produção de raios X , que originam dois tipos de radiação que ocorrem simultaneamente, a radiação de travagem ou Bremsstrahlung e a radiação atómica característica.

A radiação de travagem é produzida através da interacção dos electrões que provêm do cátodo , com o material que constitui o ânodo, sendo desviados da sua trajectória como consequência das forças eléctricas que os núcleos exercem sobre eles.

Estas forças provocam uma travagem dos electrões que assim diminuem a sua energia cinética, sendo esta convertida em parte em raios X. Como tal os fotões emitidos por este procedimento têm um espectro de energia cuja amplitude diminui com o valor da energia do fotão.

A intensidade da radiação de Bremsstrahlung varia com o aumento da diferença de potencial entre o ânodo e o cátodo.

**Gráfico 1.3: Intensidade relativa da radiação de Bremsstrahlung em função do comprimento de onda para diferentes valores de diferença de potencial ( James E. Turner 1985)**



Através do gráfico 1.3 pode observar-se que, um aumento da diferença de potencial provoca um aumento da intensidade do espectro contínuo.

De acordo com a mecânica quântica, os electrões nos átomos, distribuem-se em camadas de energia, K, L, M,... cada camada só pode conter um número máximo de electrões de acordo com o princípio de exclusão de Pauli.

A figura representa um esquema de camadas de energia. Com indicação das várias transições correspondentes à emissão de espectros K, L, M de raios X.

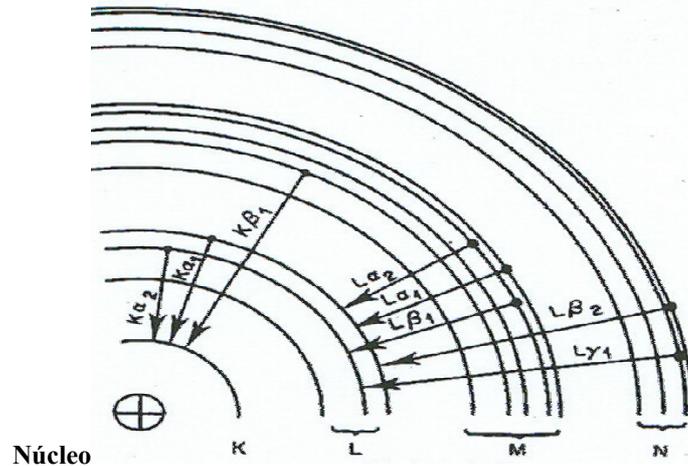
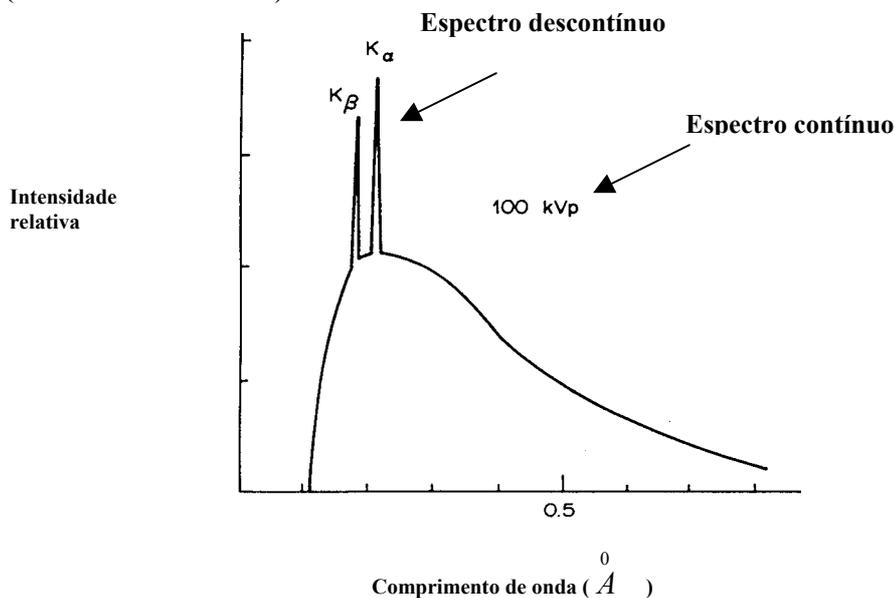


Figura 1.12 : Camadas de energia

A produção de raios X característico pode ocorrer quando um electrão acelerado colide com um electrão de uma camada interna de um átomo da amostra, com energia suficiente para o remover, criando-se uma lacuna nessa camada. Esta lacuna pode ser preenchida quando um electrão, proveniente de uma camada mais elevada, transita para a camada de energia mais baixa que a contém. Esta transição é acompanhada pela emissão de um fóton X cuja energia é igual à diferença de energia entre as duas camadas referidas.

Neste caso as radiações emitidas possuem comprimentos de onda bem definidos ao contrário do caso da radiação de travagem, tal como se pode observar no gráfico 1.4.

Gráfico 1.4: Intensidade relativa da radiação atômica característica em função do comprimento de onda ( James E. Turner 1985)



Mas pode ainda acontecer que ocorra um rearranjo do “cortejo electrónico” sem emissão de radiação X, mas com a emissão de outro electrão, electrão de Auger. Neste processo o electrão resultante tem o excesso de energia do átomo transferida sob a forma de energia cinética. Assim, o efeito de Auger provoca uma nova lacuna no átomo ficando este duplamente ionizado.

Estas duas lacunas podem novamente ser preenchidas por meio do mesmo efeito dando origem a mais lacunas e mais electrões de Auger, o que pode originar um espectro de raio X mais complexo.

A probabilidade de ocorrer o efeito de Auger aumenta à medida que diminui a diferença entre os estados de energia entre os quais se dão as transições e é mais elevada para elementos de baixo número atómico.

A consequência directa do efeito de Auger é o número de fotões X ser menor do que o esperado, pois uma ionização pode originar uma transição não radiactiva, sendo este processo competitivo com a emissão de radiação X.

### - Aplicações dos raios X

Os raios X têm a propriedade de atravessar, com relativa facilidade, os materiais de baixas densidades, como os tecidos moles do nosso corpo, e de serem absorvidos por materiais de densidade mais elevada, como os ossos do corpo humano, que contém cálcio (elemento de maior densidade).

Devido a esta propriedade, logo após a sua descoberta os raios X passaram a ser amplamente usados para se obter radiografias. Só os raios que ultrapassam o corpo alcançam a chapa fotográfica e a impressionam. Obtém-se, deste modo, uma imagem na qual as “sombras” correspondem aos ossos.



**Figura 1.13: Radiografia**

Os raios X possuem grande aplicação na vida moderna. O seu poder de penetração é muito útil não só para radiografias, como também na verificação da qualidade e localização de defeitos estruturais em peças e materiais. Os inspectores da alfândega usam os raios X para examinar as malas dos passageiros. Os objectos densos, contidos nas malas, absorvem mais raios X do que os menos densos, o que permite localizar armas ou objectos metálicos.

Os raios X são também utilizados no tratamento do cancro, tomografia computadorizada, no estudo da estrutura cristalina da matéria e inclusive do DNA.

**- Como se podem detectar os raios X?**

Os raios X são invisíveis mas podemos detectá-los de três maneiras. Primeiro, eles ionizam o ar e outros gases, por isso podemos utilizar um detector gasoso para os detectar. Segundo através do enegrecimento de filmes fotográficos e por ultimo, eles fazem alguns materiais fluorescer, isto é emitir luz assim através de detectores sólidos de silício podem ser recolhidas as cargas.

### 1.4 - Decaimento radioactivo

Os núcleos atómicos podem sofrer uma grande variedade de processos, os quais originam a emissão de radiação.

Podem-se dividir estes processos em duas categorias, decaimento radioactivo e reacções nucleares.

Num decaimento radioactivo, o núcleo desintegra-se dando origem a espécies diferentes do núcleo, ou para estados de energia baixa do mesmo núcleo com a emissão de radiação gama.

Numa reacção nuclear, o núcleo interage com outra partícula ou núcleo e há emissão de radiação, como um dos produtos finais, alguns produtos são núcleos que mais tarde podem sofrer desintegração radioactiva.

A radiação emitida durante nestes processos, pode ser electromagnética ou corpuscular.

A radiação electromagnética consiste nos raios X e raios gama, a corpuscular inclui as partículas alfa, beta, positrões, electrões de conversão interna, electrões de Auger, neutrões, prótons e fragmentos de fissão entre outros. ( W. R. Leo 1992)

Os núcleos obtidos do processo de desintegração estão relacionados com os que lhe dão origem através das seguintes regras:

- 1- Quando um núcleo emite uma partícula  $\alpha$ , o seu número de prótons diminui duas unidades e a sua massa quatro.
- 2- Quando um núcleo emite uma partícula  $\beta^-$ , a carga nuclear positiva aumenta uma unidade, obtendo-se o núcleo correspondente ao elemento de número atómico uma unidade maior, enquanto a massa varia pouco.
- 3- Quando é emitida radiação  $\gamma$ , nem o número atómico nem o número de massa nuclear se alteram.

Quando um núclido radioactivo se desintegra, transforma-se noutra espécie que se for radioactivo, por sua vez, emite novas radiações e o processo vai-se repetindo até finalmente se obter um isótopo estável, originando as cadeias radioactivas.

O decaimento radioactivo de um núcleo não é um processo instantâneo, ou seja o tempo que decorre entre a formação do núcleo e o seu decaimento não é sempre o mesmo.

Trata-se de um processo estatístico. Em geral não se mede o tempo que um núcleo demora a decair mas sim a probabilidade de o núcleo decair por unidade de tempo, a este valor chama-se constante de decaimento.

Normalmente o estudo quantitativo dos processos de desintegração incide, não sobre um só núcleo, mas sobre um grande número de núcleos instáveis idênticos.

Assim embora continue a existir incerteza sobre o que acontecerá a cada núcleo, pode determinar-se exactamente o número de desintegrações que ocorrem por unidade de tempo na fonte radioactiva, trata-se assim de um resultado de natureza estatística.

Em resultado das desintegrações que se vão dando, o número de núcleos instáveis de uma determinada espécie contidos numa fonte radioactiva diminui de instante para instante.

A experiência evidencia que a actividade de uma fonte radioactiva, num dado instante é proporcional ao número de núcleos instáveis presentes na fonte nesse instante.

Pode-se assim escrever:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

em que  $N$  designa o número de núcleos instáveis presentes na amostra num dado instante e  $\lambda$  a constante de decaimento têm um valor próprio para cada núclido radioactivo ( de valor positivo). O sinal menos significa que a variação de  $N$  é de sentido contrário à de  $t$  ( o número de núcleos instáveis diminui com o tempo).

A constante de desintegração do núclido considerado, representa a probabilidade por unidade de tempo, de um núcleo qualquer desse núclido se desintegrar-se. A constante de decaimento é uma propriedade nuclear , distinta de núclido para núclido. O produto de  $\lambda$  por  $N$  dá o número de desintegrações por unidade de tempo, ou seja a actividade da fonte radioactiva, a qual se expressa em becquerel (Bq), como sendo uma desintegração por segundo que é definido, ou curie (Ci) que corresponde a  $3,7 \times 10^{10}$  desintegrações por segundo.

Trata-se de uma quantidade que depende da quantidade de material radioactivo que a amostra contém , quanto maior este for maior é o numero de decaimentos.

Através da equação anterior e realizando as respectivas integrações podemos deduzir a lei da desintegração radioactiva:

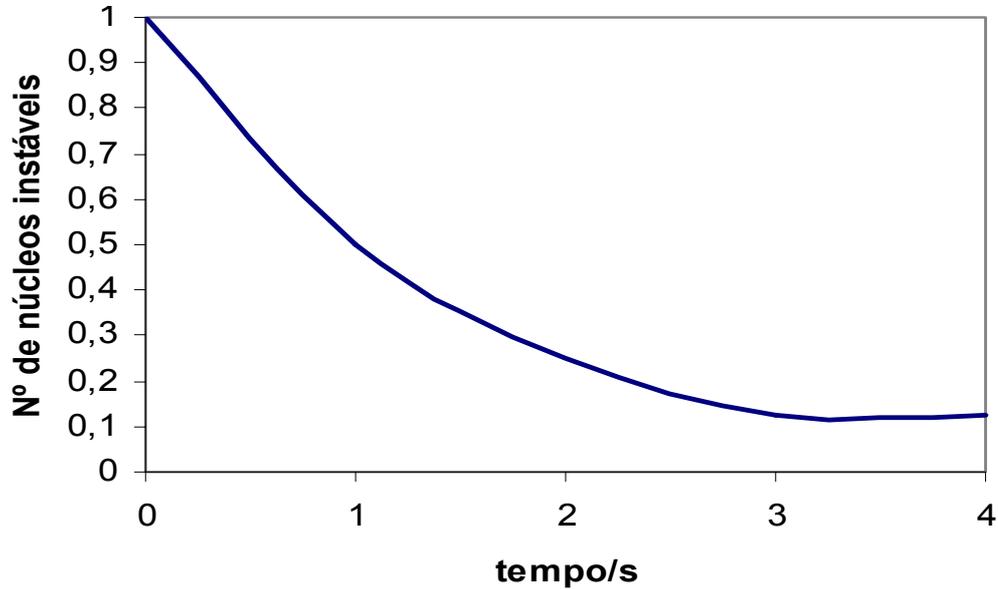
Considerando  $\lambda = \frac{1}{\tau}$  obtemos

$$\begin{aligned} \frac{dN}{N} &= - \frac{dt}{\tau} \\ \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} &= - \int_0^t \frac{dt}{\tau} \\ \ln \frac{N}{N_0} &= - \frac{t}{\tau} \\ N &= N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \end{aligned}$$

A equação traduz a evolução temporal do número de núcleos instáveis presentes numa fonte radioactiva, independentemente do processo de desintegração envolvido, em que  $\tau$  representa o tempo médio que leva um núcleo a desintegrar-se,  $N$  representa o número de núcleos instáveis presentes na fonte no instante  $t$  e  $N_0$  designa o número de núcleos instáveis presentes na fonte num instante considerado inicial ( $t=0$ ). Podemos verificar através da expressão anterior que a diminuição de  $N$  com o tempo segue uma lei exponencial simples.

No gráfico 1.5 está representada a lei exponencial de decaimento.

Gráfico 1.5 – Lei do Decaimento Radioactivo



Uma vez que a lei de desintegração radioactiva se traduz por uma curva exponencial, o intervalo de tempo ao fim do qual o número de núcleos instáveis se reduz a metade é sempre o mesmo, seja qual for o número de núcleos que se considere à partida. A este intervalo de tempo dá-se o nome de período radioactivo, de semi-vida ou semi-desintegração do núclido em causa e representa-se por  $T_{\frac{1}{2}}$ .

Substituindo  $N = \frac{N_0}{2}$  na equação (1) obtém-se:

$$N = \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\frac{T_{\frac{1}{2}}}{\tau}}$$

Podemos assim estimar o tempo que é necessário para metade dos núcleos radioactivos decair.

Calculando  $\tau$

$$T_{\frac{1}{2}} = \tau \ln 2 = 0,693\tau$$

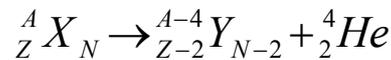
$$\tau = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0,693}$$

Os núcleos instáveis acabam sempre por decaírem, mas não se pode dizer o momento exacto em que cada um vai decair, o momento da desintegração é completamente imprevisível, pode considerar-se um “acidente” que pode acontecer a qualquer instante, embora com probabilidades distintas consoante o grau de instabilidade do núcleo em causa, a cada núcleo instável corresponde uma probabilidade de desintegração nuclear bem definida. ( Halliday ResnicK 1998)

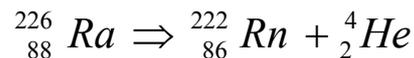
Existem diversos tipos de decaimento radiactivo dos núcleos que conduzem à emissão de diversas partículas.

### 1.4.1 - Decaimento alfa

Este processo consiste na emissão de um núcleo de Hélio ( dois prótons e dois neutrões), a chamada partícula alfa. Deste modo o núclido inicial, instável e normalmente pesado, perde quatro nucleões, atingindo desse modo uma situação mais estável.



Exemplo:



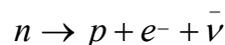
O decaimento alfa ocorre basicamente devido à passagem por efeito de túnel da partícula alfa para fora do núcleo. ( Halliday ResnicK 1998)

### 1.4.2 - Decaimento beta

Pode dar-se um decaimento beta através de três vias distintas :

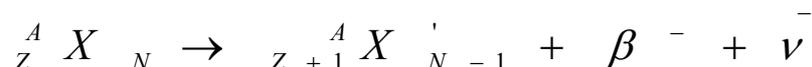
#### 1.4.2.1 - Beta negativo

Quando é emitido um electrão pelo núcleo, havendo a transformação de um neutrão num próton do núcleo, com emissão de um electrão e de um antineutrino.



As partículas  $\beta^-$  ejectadas no decurso deste tipo de desintegração têm energias com valores máximos de 3,5MeV. Podem percorrer alguns metros no ar mas são paradas por uma placa metálica com alguns milímetros de espessura.

Podemos assim considerar um decaimento típico de  $\beta^-$  :



Exemplo:



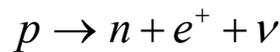
A energia disponível no decaimento  $\beta^-$  é dada por:

$$Q_{\beta^-} = [M(Z) - M(Z+1)]c^2$$

em que M indica a massa atómica.

#### 1.4.2.2 - Beta positivo

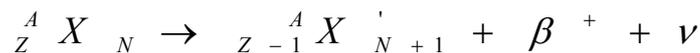
Neste caso um próton converte-se num neutrão que fica no núcleo, e num positrão e num neutrino, que são ejectados a grande velocidade.



As partículas  $\beta^+$  interagem com a matéria de um modo análogo ao das partículas  $\beta^-$ . No entanto no final combinam-se com electrões livres, aniquilam-se mutuamente e convertem-se em radiação gama (dois fotões) de 511 keV.

Quando são emitidas as partículas beta, são também emitidas partículas neutras (neutrino ou antineutrino), que praticamente não interagem com a matéria.

No caso do decaimento  $\beta^+$  podemos considerar:



Exemplo:

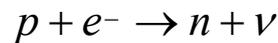


e a energia disponível é dada por

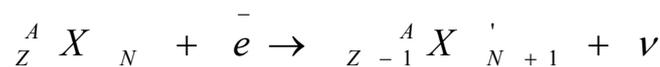
$$Q_{\beta^+} = [M(Z) - M(Z-1) - 2m_e]c^2$$

#### 1.4.3 - Captura electrónica

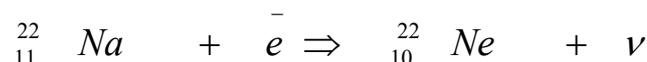
Um electrão atómico é absorvido pelo núcleo resultando um novo núcleo com número atómico diminuído de uma unidade e a emissão de um neutrino.



No caso da captura electrónica pode considera-se:



Exemplo:



$$Q = [M(Z) - M(Z-1)]c^2 - B_n$$

em que  $B_n$  representa a energia de ligação do electrão capturado.

Em geral, o electrão capturado pelo núcleo pertence à primeira camada de electrões, camada K , por serem os que se encontram mais “perto do núcleo”.

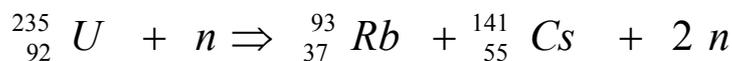
Em cada um destes processos, o número de protões é alterado, pelo que passa a existir um núclido novo.

#### 1.4.4 – Emissão de neutrão

A emissão de neutrões está frequentemente associada com a fissão nuclear.

A fissão ocorre quando se dá a divisão de núcleos de massa elevada em núcleos descendentes. Este processo liberta energia e em média dois ou três neutrões.

Os neutrões por não possuírem carga eléctrica, eles não sofrem forças repulsivas coulombiana quando se aproxima da superfície nuclear, podendo assim penetrar e interagir com os núcleos.



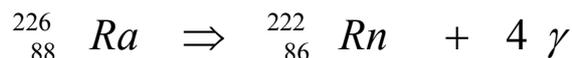
#### 1.4.5 - Decaimento Gama

O decaimento gama está normalmente associado ao decaimento alfa e ao beta, porque na maioria das vezes, quando um núclido decai noutra, através de um processo alfa ou beta , o núclido descendente pode ainda ficar num estado excitado, desexcitando-se em seguida atingindo o estado fundamental.

A radiação gama são fotões emitidos na desexcitação de um núclido. Assim é de natureza “idêntica” aos raios-x, que provêm da desexcitação dos átomos mas de origem distinta. O núclido decai num processo gama sem alterar o seu número de massa, pelo que não se verifica alteração da espécie em si.

Os fotões emitidos possuem geralmente energias elevadas ( $E > 10 \text{keV}$ ).

Um exemplo de decaimento gama é :



envolve três estados excitados , e a emissão de fotões gama com quatro valores de energia diferentes.

Os raios gamas são normalmente emitidos depois do decaimento radioactivo, dar origem a um estado excitado.(James E. Turner 1985)

### 1.5 – Tipos de interacção de fótons com a matéria

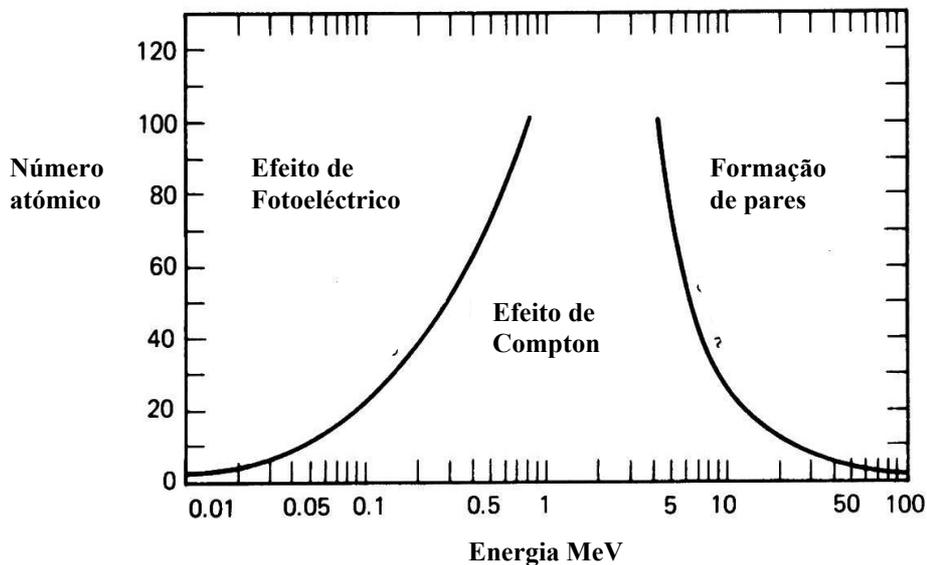
Os tipos de interacção dos fótons com a matéria são vários, mas os mais importantes para energias superiores a 10 keV são :

- Efeito fotoeléctrico
- Efeito de Compton
- Efeito de formação de pares

A absorção fotoeléctrica predomina para raios  $\gamma$  de baixa energia (abaixo de algumas centenas de keV), a produção de pares predomina para raios  $\gamma$  de alta energia (acima de 5- 10Mev) e a difusão de Compton é o processo mais provável para a gama de energias intermédia.

O número atómico do meio da interacção tem forte influência na probabilidade relativa à ocorrência destas três interacções, tal com se pode observar no gráfico 1.5.

Gráfico 1.5 : Processos de interacção em função da energia e do número atómico ( Knoll 1989)



#### 1.5.1 - Efeito fotoeléctrico

Na absorção por efeito fotoeléctrico, um fóton incidente interage com o átomo transmitindo-lhe toda a sua energia, para retirar o electrão da sua orbita e comunicar-lhe energia cinética. Assim a energia do fóton incidente deve ser superior à energia de remoção do electrão.

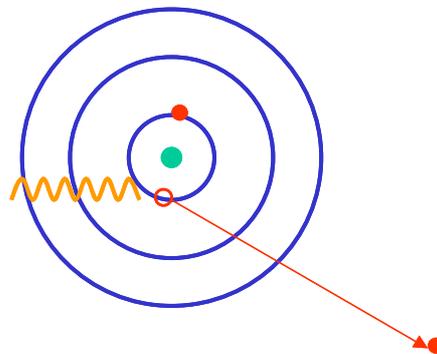


Figura 1.12: Esquema do efeito fotoeléctrico

A energia cinética do fotoelectrão é igual a :

$$E_{cinética} = E_{radiação} - E_{ionização}$$

Após o electrão ser ejectado do átomo, cria-se uma lacuna na respectiva orbital, deixando o átomo num estado excitado. A lacuna deixada pode ser preenchida por um electrão de uma orbital mais externa (que possui mais energia), com a emissão de raio X característico.

Por exemplo se o electrão libertado for da camada K, que posteriormente vai ser substituído por um da camada L, emitirá uma radiação cuja energia é dada por:

$$E_L - E_K = h\nu$$

ou também pode ocorrer a emissão de electrões de Auger, podem até ocorrer os dois fenómenos.

O electrão ejectado denomina-se de fotoelectrão e pode ser projectado em qualquer direcção do espaço, dependendo esta da energia do fotão incidente.

Para uma determinada energia do fotão incidente, a energia cinética do fotoelectrão depende unicamente da camada electrónica à qual pertence.

Experimentalmente comprova-se que a probabilidade de se produzir o efeito fotoeléctrico com um electrão de uma determinada camada electrónica é máxima quando a energia do fotão incidente é ligeiramente superior à energia de remoção da mesma camada. Este fenómeno varia com o número atómico do material absorvente.

A absorção selectiva dos fotões por efeito fotoeléctrico, é responsável pela distinção de elementos de diferentes Z, como o osso ou os tecidos moles, permitindo assim a obtenção de contraste radiológico. (W.R.Leo 1992)

### 1.5.2 - Efeito de Compton

O efeito de Compton caracteriza-se por uma colisão elástica entre um fotão e um electrão da camada mais externa do átomo, o qual é retrodifundido (libertado) deixando o átomo ionizado, enquanto que o fotão incidente sofre uma perda de energia e uma mudança de direcção, segundo um ângulo  $\theta$ .

Podemos representar o que se passa no efeito de Compton da seguinte maneira:

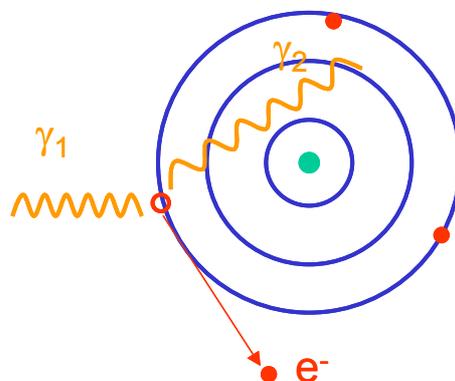


Figura 1.13 : Esquema do efeito de Compton

O electrão libertado do átomo, denomina-se de electrão de Compton, projecta-se sempre formando um ângulo nunca superior a  $90^\circ$  ( $\varphi < 90^\circ$ ).

No entanto o fóton disperso pode sair em qualquer direcção,  $\theta$  varia entre  $0^\circ$  e  $180^\circ$  ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ ).

O conjunto dos fótons produzidos por efeito de Compton formam uma radiação difusa ou secundária, que pode dar lugar a novas interacções com outros electrões.

Por outro lado os electrões de Compton podem ionizar outros átomos cedendo a sua energia a novos electrões, que podem libertar dos seus núcleos, também podem perder energia cinética por efeito de bremsstrahlung, dando origem a uma nova radiação difusa.

Assim a atenuação da radiação por efeito de Compton deve-se à absorção da energia por parte do meio e pelo aparecimento de radiação difusa.

Este efeito pode ser interpretado fisicamente admitindo que o fóton e o electrão se comportam como partículas elásticas que chocam, de modo que durante o choque a energia e a quantidade de movimento se conservam

Da conservação da energia e do momento linear resulta a energia do fóton difundido dada por:

$$h\nu' = \frac{h\nu}{1 + \frac{h\nu}{m_0c^2}(1 - \cos\theta)}$$

onde  $h\nu$  é a energia do fóton incidente e  $h\nu'$  a do fóton difundido.

A direcção do electrão ejectado e do fóton difundido é também função da energia do fóton inicial, isto é, fótons de altas energias dão origem à produção de fótons e electrões na mesma direcção que o fóton original, havendo pouca dispersão.

A energia do fóton incidente deve ser bastante maior que a energia de ligação do electrão, ao contrario do que se passa no efeito fotoeléctrico. Assim, à medida que a energia do fóton aumenta para além da energia de ligação do electrão, o efeito fotoeléctrico decresce rapidamente com a energia e o efeito de Compton torna-se cada vez mais importante.

No entanto a probabilidade de ocorrência do efeito de Compton também decresce com o aumento da energia do fóton.

### 1.5.3 - Formação de pares

Quando a energia do fóton incidente é muito elevada pode dar-se outro tipo de interacção, a produção de pares, é um processo em que um fóton desaparece originando um electrão e um positrão. (Attix, 1986)

Quando o fóton passa nas proximidades do núcleo atómico, o forte campo que este origina um par electrão-positrão.

A produção de pares só ocorre num campo de forças Coulombianas, usualmente perto de um núcleo atómico, mas pode acontecer com pequena probabilidade no campo de um electrão atómico.

Durante a interacção deve conservar-se a quantidade de movimento, a carga eléctrica e a energia total da partícula incidente e das produzidas.

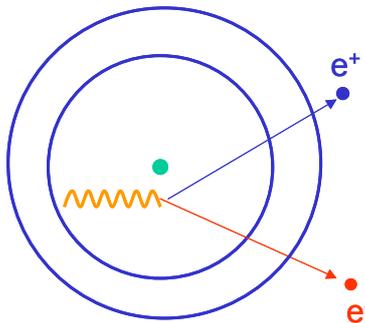


Figura 1.14: Esquema da produção de pares

A carga conserva-se, uma vez que o electrão e o positrão têm cargas iguais e opostas, a sua soma é nula, e antes da interacção a carga eléctrica é nula pois o fóton não possui carga.

Os electrões são projectados com uma direcção, que forma um ângulo com a direcção do fóton incidente, o ângulo é tanto menor quanto maior for a energia do fóton incidente.

Este fenómeno é também conhecido por materialização de energia. Trata-se de um processo impossível para energias do fóton inferiores às requeridas pela relação de Einstein.

$$h\nu = 2m_0c^2 = 2 \times 0,511\text{MeV} = 1,02\text{MeV}$$

Quando o positrão produzido por materialização perde, por interacção com os átomos do meio envolvente, toda a sua energia cinética, permanece no estado livre, interage com o electrão e desaparecem ambos para dar lugar a dois fótons, por conversão de toda a sua massa em energia, este fenómeno inverso da materialização denomina-se de aniquilação, cada um dos fótons da aniquilação possui uma energia de 0,51MeV, e são emitidas em direcções opostas. (Attix 1986)

Os fótons de aniquilação constituem outro tipo de radiação difusa que é resultado da atenuação do feixe incidente, mas cuja energia não foi cedida ao meio.

A energia cedida ao meio, é comunicada em forma de energia cinética aos electrões, e estes perdem-na por interacção com o meio

### 1.6 – Absorção dos fótons pela matéria

Do ponto de vista biológico, a absorção têm bastante importância e depende de vários factores como a energia da radiação utilizada e a natureza do tecido em que incide.

Por exemplo para elementos de baixa massa atómica ( carbono, hidrogénio, oxigénio e etc.), constituintes da maioria dos tecidos orgânicos , o efeito fotoeléctrico é o tipo de absorção predominante, até aos 50keV, o efeito de Compton predomina dos 50 aos 20 MeV e só acima dos 20MeV a produção de pares adquire domínio.

Tendo em conta que a maioria das interacções se fazem com elementos de baixo número atómico e que o nosso organismo é fundamentalmente constituído por estes, quase todos os fótons com fins terapêuticos absorvem fundamentalmente por efeito de Compton.

No que se refere à natureza do material, a absorção de fótons ocorre devido à interacção das radiações ionizantes com os electrões e com os núcleos atómicos do material.

Há medida que aumenta a espessura do material, aumenta a quantidade de fótons absorvidos, assim esta depende da massa do material.

Mas nem toda a radiação que incide num determinado material é absorvida, e da que é absorvida nem toda vai interagir com os constituintes do material.

O que acontece pode esquematizar-se do seguinte modo:

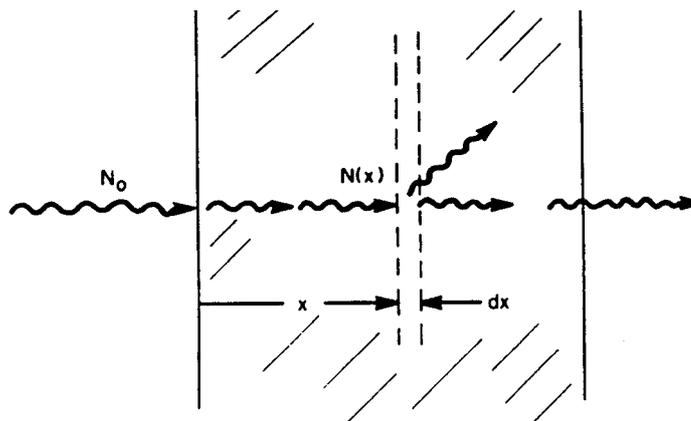


Figura 1.15: Interação da radiação com a matéria (James E. Turner 1985)

Do número total de fótons ( $N$ ) que incide num determinado material, só uma quantidade  $dN$  vai interagir numa parte desse material ( $dx$ ), sendo proporcional ao  $N$  e a  $dx$ .

Assim podemos escrever a seguinte equação:

$$dN = -\mu N dx$$

em que  $\mu$  é o coeficiente linear de atenuação, que depende da energia do fóton incidente e do material que atravessa. ( James E. Turner 1985)

Normalmente utiliza-se o coeficiente de atenuação mássico, que é expresso em  $\text{cm}^2/\text{g}$  e representa a probabilidade de interacção por  $\text{cm}^2/\text{g}$  no material atravessado.

Representa-se então por:

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$$

em que  $\rho$  é a densidade do material.

O coeficiente linear de atenuação, possui a contribuição dos vários processos de remover fotões.

$$\mu = \mu_{\text{Fotoeléctrico}} + \mu_{\text{Compton}} + \mu_{\text{Produção de pares}}$$

Existem ainda pequenas contribuições de atenuação devido a reacções fotonucleares e à dispersão de Raleigh, mas estas podem ser desprezadas.

Podemos agora considerar as principais grandezas e respectivas unidades utilizadas em dosimetria, grandezas que medem a quantidade de radiação que é absorvida por um dado material.

## **1.7 – Grandezas e unidades dosimétricas**

### **1.7.1 - Exposição**

Desde 1962 que o conceito de exposição ( $X$ ) é definido pela Comissão Internacional de Unidades de Medidas Radiológicas (ICRU) como sendo: ( James E.Turner 1985)

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

onde  $\Delta Q$  é a soma de todas as cargas produzidas de um mesmo sinal no ar, quando todos os electrões e fotões libertados numa massa de ar, são completamente parados no ar.

A unidade de exposição é o Roentgen, em honra a Roentgen descobridor dos raios X.

Em 1975, foi necessário adaptar as unidades ao S.I, então atribui-se como unidade de exposição Coulomb por quilograma; como sendo a quantidade de radiação, que quando era emitida, produz em 1kg de ar uma quantidade de iões de ambos os sinais que transporta um Coulomb de electricidade.

A equivalência entre as unidades é a seguinte:

$$\begin{aligned} 1\text{R} &= 2,85 \times 10^{-4} \text{C/kg} \\ 1\text{C/kg} &= 3,88 \times 10^3 \text{R} \end{aligned}$$

### **1.7.2 - Dose absorvida**

A dose absorvida considerada em dosimetria é não estocástica, isto é supõe-se que para determinada unidade de massa é suficientemente grande para que as flutuações sejam negligenciáveis.

Quando se pretende quantificar a radiação que é absorvida por um material define-se a chamada dose absorvida, como sendo a energia absorvida por unidade de massa, da radiação ionizante.( Attix 1986)

$$D = \frac{dE}{dm}$$

onde D é a dose absorvida e dE a energia depositada no material de massa dm.

A unidade de dose absorvida é o joule por quilograma ou gray (símbolo Gy).  
 Pode definir-se também a taxa de dose absorvida ( $\dot{D}$ )

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

cujas unidades são o  $\text{Jkg}^{-1}\text{s}^{-1}$ , normalmente utiliza-se o  $\text{Gys}^{-1}$ .

### 1.7.3 - Dose equivalente

Tem-se verificado que radiação com a mesma energia pode ter efeitos distintos, a dose absorvida para provocar a destruição de células é diferente para diferentes tipos de radiação.

A radiação de energia elevada é geralmente mais prejudicial para o sistema biológico, por unidade de dose do que a radiação de baixa energia (LET – linear energy transfert).

Tabela 1.5: Valores de LET para diferentes radiações

| Tipo de radiação  | LET (keV/ $\mu\text{m}$ ) |
|-------------------|---------------------------|
| $\gamma$ de 1 MeV | 0,5                       |
| X de 100keV       | 6                         |
| $e^-$ de 20 keV   | 10                        |
| $^1n$ de 5 MeV    | 20                        |
| $\alpha$ de 5 MeV | 50                        |

É assim necessário introduzir um novo conceito, o de dose equivalente.

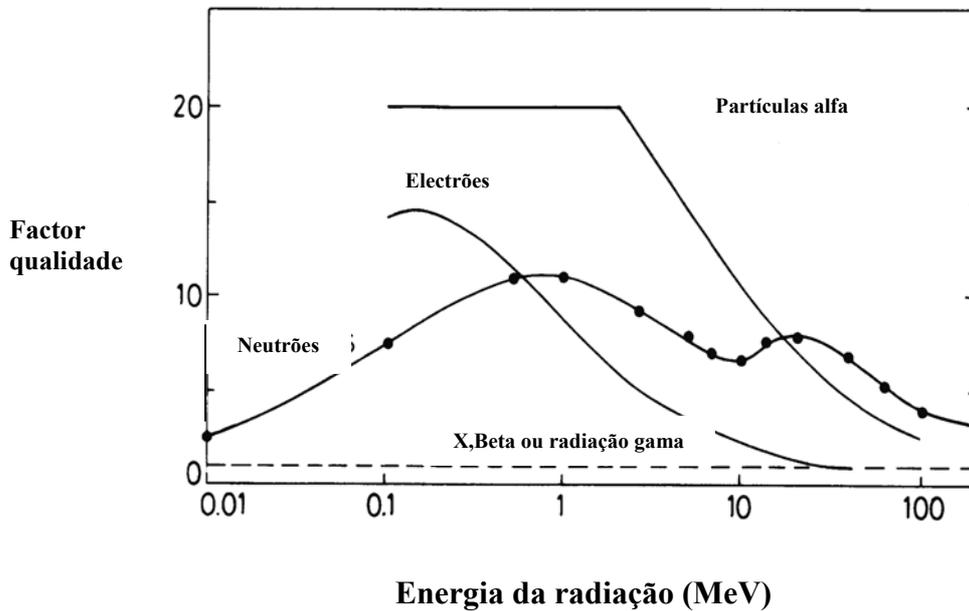
Define-se dose equivalente (H) como o produto entre a dose absorvida (D) e o factor Q adimensional, “factor qualidade”, que depende do LET.

$$H = QD$$

cuja unidade é o  $\text{Jkg}^{-1}$  ou Sievert (Sv).

O factor qualidade das diferentes radiações é função da energia (LET).

Gráfico 1.7: Factor qualidade em função da energias para as diferentes radiações.(W.R.Leo 1992)



A dose equivalente dos diferentes tipos de radiação são aditivas, como tal se houver simultaneamente vários tipos de radiação, a dose equivalente é uma soma das diferentes parcelas.

Normalmente o termo mais utilizado é a taxa de dose equivalente que se define como sendo:

$$\dot{H} = \frac{dH}{dt}$$

cuja unidade é  $\text{Jkg}^{-1}\text{s}^{-1}$  ou mais utilizado é o sievert por segundo ( $\text{Svs}^{-1}$ ).

Na tabela 1.6 encontram-se registadas as taxas de doses equivalentes recebidas por ano através de fontes naturais e fontes artificiais.( W. R.Leo 1992)

Tabela 1.6: Doses equivalentes recebidas por ano através de fontes naturais e artificiais

| Fonte                                                       | Taxa de dose equivalente (Sv/ano) |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Fontes naturais                                             |                                   |
| Raios cósmicos                                              | 0,28                              |
| Radiação de fundo ( U, Th, Ra)                              | 0,26                              |
| Internas do organismo ( $^{40}\text{K}$ , $^{14}\text{C}$ ) | 0,26                              |
| Fontes ambientais                                           |                                   |
| Tecnologias                                                 | 0,04                              |
| Guerras                                                     | 0,04                              |
| Centrais nucleares                                          | 0,003                             |
| Medicas                                                     |                                   |
| Diagnóstico                                                 | 0,75                              |
| Um raios X                                                  | 0,1-0,2                           |
| Fármacos                                                    | 0,14                              |
| Ocupacional                                                 | 0,01                              |
| Produtos de consumo( TV, etc.)                              | 0,05                              |

### 1.8 – Método de medição das grandezas dosimétricas

As grandezas acima referidas podem ser medidas através de câmaras de ionização.

Existem diversos tipos de câmaras de ionização, e o seu funcionamento é basicamente o mesmo. É um instrumento que mede a quantidade de carga libertada pela interacção da radiação com gases.

O seu funcionamento baseia na seguinte esquema:

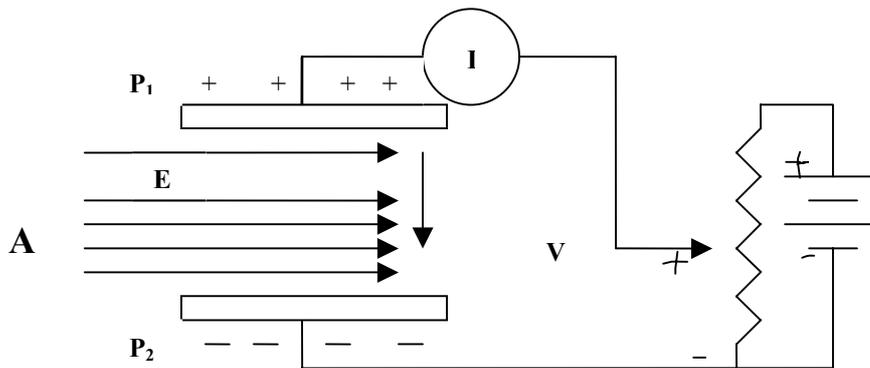


Figura 1.16 : Esquema de uma câmara de ionização

Um feixe de partículas carregadas monoenergéticas, uniforme e paralelo, entra na câmara de gás de área  $A$  e a energia  $E$ . A diferença de potencial aplicada entre as placas paralelas ( $P_1$  e  $P_2$ ) da câmara, gera um campo eléctrico uniforme entre elas.

As partículas que entram na câmara, ionizam os átomos gasosos e ejectam electrões que vão de seguida produzir pares de iões adicionais.

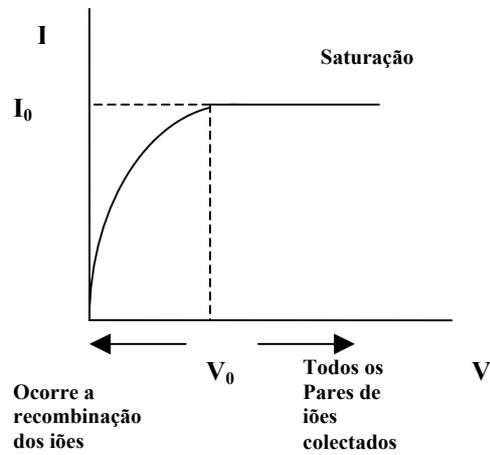
A intensidade do campo eléctrico criado é proporcional à diferença de potencial, como este não é muito forte só alguns pares de iões são influenciados, e a corrente  $I$  que passa no circuito é pequena.

Para conseguir o equilíbrio electrónico basta irradiar um volume que seja suficiente para o alcance máximo dos electrões, ou seja igual ao da câmara de ionização mais o alcance máximo dos electrões em todas as direcções. (W. R. Leo 1992)

Acontece que o alcance dos electrões no ar aumenta com o aumento da energia, para uma radiação de 300keV é de 10cm, mas para a mesma radiação de 3MeV é de 770cm, daí a necessidade muitas vezes de substituir o ar por um outro gás onde os electrões tenham um menor alcance.

A corrente  $I$  gerada aumenta, com o aumento da diferença de potencial até um determinado  $V_0$  ao qual corresponde um determinado  $I_0$ , a partir do qual o campo se torna bastante forte para colectar todos os pares de iões produzidos pela radiação incidente e pelos electrões secundários. A partir deste valor a corrente atinge a saturação. ( James E.Turner 1985)

Gráfico 1.8: Variação da intensidade da corrente em função da diferença de potencial para a câmara de ionização



Para se realizar uma dosimetria deve primeiro escolher-se a câmara de ionização para a radiação em questão. De seguida devem realizar-se certas correcções, na pressão e temperatura ambientais, factores que modificam a massa de gás contido na câmara e aplica-se a voltagem adequada, sendo este factor bastante importante.

## 1.9 – Efeitos das radiações

O estudo dos efeitos biológicos das radiações ionizantes é complexo. Pois as partículas ionizantes distinguem-se quer pela quantidade quer pela densidade de ionização que produzem; daí se distinguem no impacto biológico que provocam; por outro lado, não só a dose acumulada como também a taxa a que é recebida se reflectem nos efeitos biológicos produzidos, finalmente, a exposição a uma fonte externa de radiação e a exposição interna a material radioactivo assimilado, produzem efeitos também distintos.

Deve ainda ser considerado o facto de uns tecidos serem mais sensíveis às radiações que outros, como por exemplo os órgãos reprodutores, a medula óssea e os tecidos intestinais, que são fortemente afectados quando irradiados, enquanto outros como o estômago, fígado e os rins possuem fraca sensibilidade às radiações.

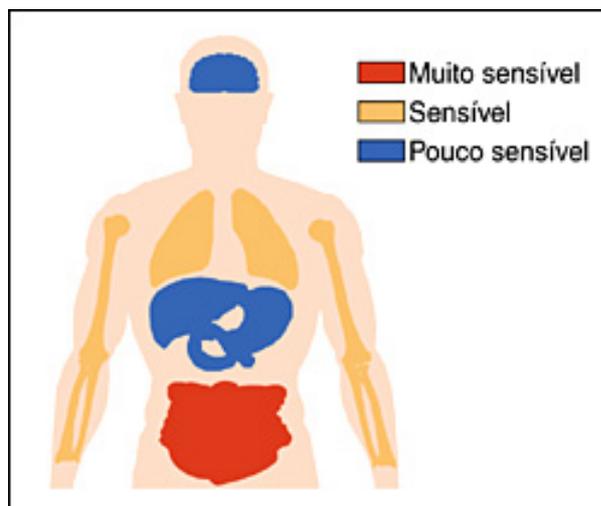


Figura 1.17 – Sensibilidade de alguns tecidos às radiações ( [www.jovem.te.pt](http://www.jovem.te.pt))

Sendo a acção da radiação sempre destrutiva para as células e para o material genético, todavia estas são estimuladas e possuem capacidade regenerativa que pode em certa medida corrigir aquela acção.

A doses baixas, os efeitos biológicos são estocásticos, sendo estatisticamente delicado provar a relação entre a acção radiológica e o efeito biológico, embora ainda, seja mais delicado provar não haver relação.

A doses elevadas, a relação entre a acção e o efeito é certa, porque as consequências são não só graves, como se manifestam rapidamente. Não existe um modelo universalmente aceite para descrever a acção biológica de pequenas doses; mas a maioria das instituições com competência nesta matéria (ICRP, BEIR, UNSCEAR, USEPA e USNRC)<sup>2</sup> adopta o modelo linear sem limiar, segundo o qual o efeito biológico é proporcional à dose, mesmo pequena que esta seja; e a investigação tem conduzido à definição de limites de exposição tolerável (isto é, a que corresponde

<sup>2</sup>ICRP = Internacional Commission on Radiological Protection

BEIR = National Academy of Sciences and National Research Council Committee on the Biological Effects of Ionising Radiation (1980)

UNSCEAR = United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (1982)

USEPA = United States Environmental Protection Agency (1976)

USNRC = United States Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study (1975)

uma incidência de efeito comparável à sua ocorrência como efeito de acções “naturais”) tendencialmente mais baixos. (Rui Namorado Rosa 2001)

Os efeitos biológicos causados pela radiação, são função específica do LET.

Por exemplo a mesma dose de partículas alfa produz mais efeitos que igual dose de protões, de electrões ou raios gama.

A radiação é prejudicial aos tecidos vivos devido ao seu poder ionizante, esta perde energia para o meio provocando a sua ionização.

Os átomos ionizados podem gerar alterações moleculares e danos em órgãos ou tecidos.

### 1.9.1 - Processos de ionização das moléculas

A ionização pode causar directamente danos nas células, através da quebra de ligações químicas importantes nas moléculas biológicas, em especial nas moléculas de DNA,

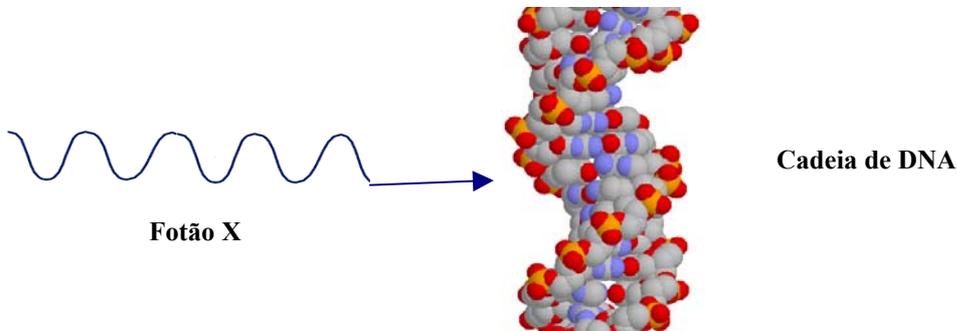


Figura 1.18: Ionização directa da molécula de DNA

ou indirectamente criando radicais químicos provenientes das moléculas de água das células.

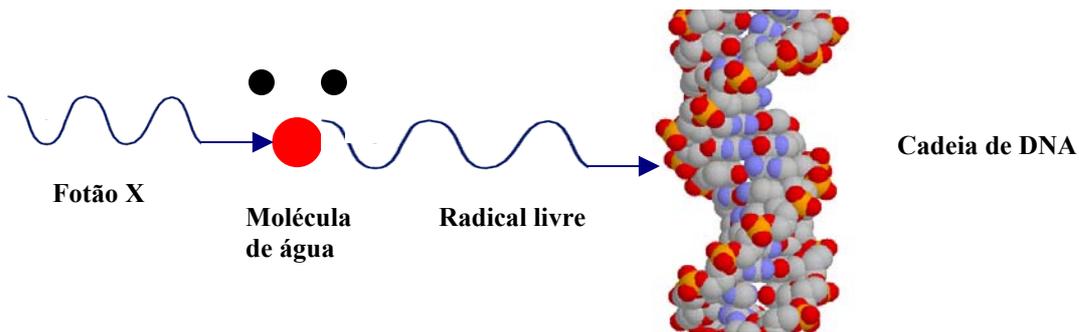


Figura 1.19: Ionização indirecta da molécula de DNA

### 1.9.2 - Efeitos biológicos em função do LET

Os efeitos biológicos podem ser imediatos ou podem levar anos a manifestar-se, dependendo da dose. (W.R.Leo 1992)

O valor do LET para as diferentes partículas é diferente, isto é a energia depositada por unidade de comprimento. Assim quanto maior for a ionização, ou seja quanto maior for a concentração das partículas ionizantes em determinado local, mais graves vão ser os feitos biológicos.

Este é um importante factor para avaliar o efeito provocado pela exposição de determinado órgão à radiação ionizante.

De acordo com os valores do LET a radiação ionizante divide-se em duas categorias : (Mary Alice Sherer 1998)

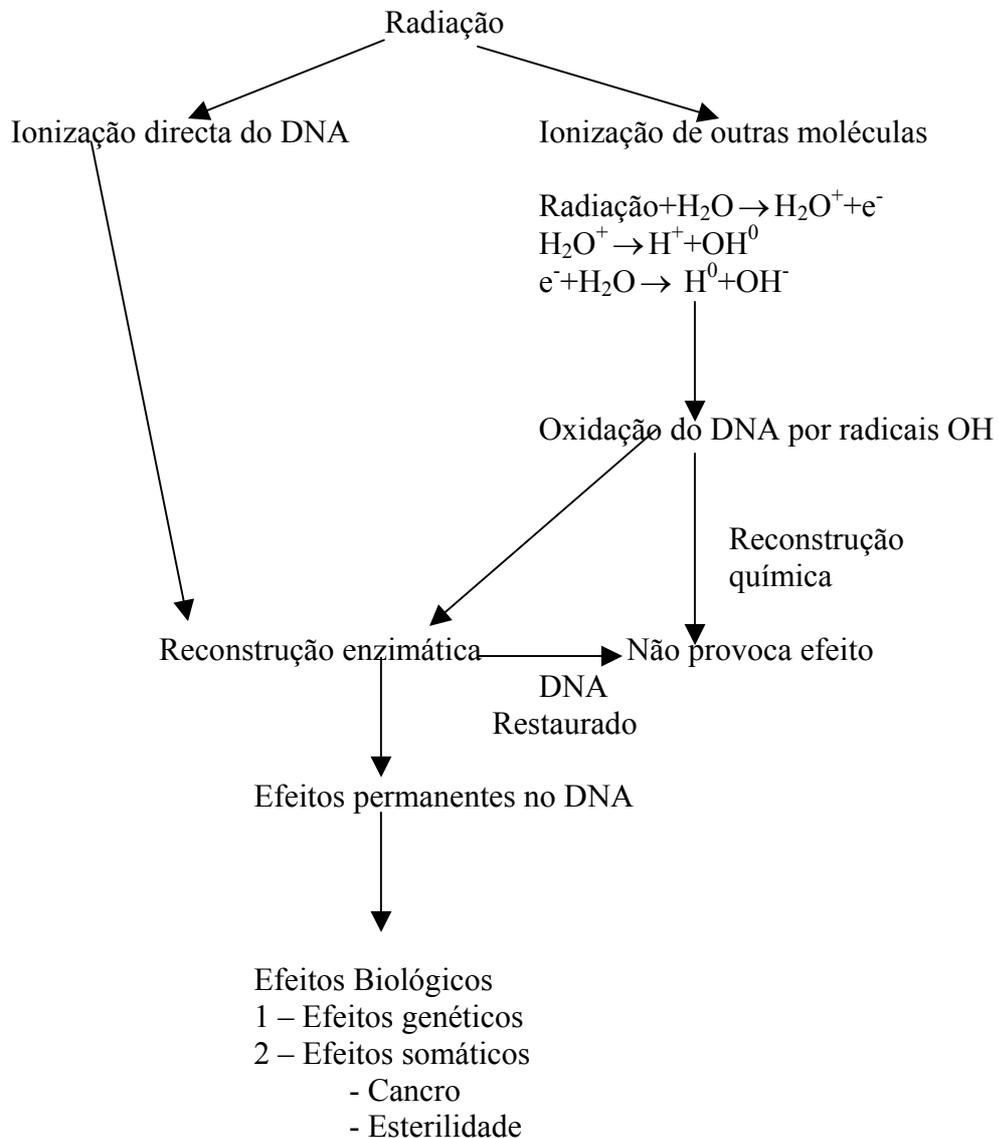
**1.9.2.1 – De baixo valor de LET – a radiação gama e os raios X.**

Quando a radiação de baixo LET interage com os tecidos biológicos, provoca directamente quebras nas cadeias de DNA, que podem ser reparadas através de enzimas.

**1.9.2.2 – De alto valor de LET –** As principais radiações de alto LET, são a radiação alfa, os iões de núcleos pesados e partículas pesadas libertadas das interacções entre os neutrões e os átomos.

Como as radiações de elevado LET depositam mais energia por unidade de comprimento de tecido biológico, são mais destrutivas e provocam efeitos mais graves nas cadeias de DNA.

Podemos esquematizar a interacção da radiação com o nosso organismo através do seguinte esquema:



Os tipos de exposição à radiação, influenciam também os efeitos provocados.

A exposição externa é resultante de fontes externas ao organismo, proveniente dos raios X ou fontes radioactivas. A exposição interna, resulta da entrada de material radioactivo no organismo por inalação, ingestão, ferimentos ou absorção pela pele. O tempo de manifestação dos efeitos causados por estas exposições pode ser tardio, os quais se manifestam após 60 dias, ou imediatos, que ocorrem num período de poucas horas até 60 dias.

Quando uma radiação incide numa célula várias coisas podem acontecer; passar sem interagir, atingir uma molécula e caso isto aconteça pode ou não produzir efeito.

O qual pode ser reversível ou irreversível. Caso seja irreversível pode conduzir ou não à indução de efeito biológico. Pode conduzir à:

- morte celular
- reprodução, perpetuação do efeito.

Cada uma destas possibilidades está associada uma probabilidade de ocorrência, trata-se de um fenómeno probabilístico.

### **1.9.3 – Efeitos das radiações em função do tempo de exposição**

Os efeitos provocados pelas radiações são de diferentes tipos e podem ocorrer em tempos diferentes após a exposição à radiação.

#### **1.9.3.1 - Efeitos Físicos**

Acontecem durante um intervalo de tempo menor ou igual a  $10^{-14}$ s, ocorre a absorção e deposição da energia. Durante este processo ocorre a excitação e ionização dos compostos.

#### **1.9.3.2 - Efeitos Físico-químicos**

Ocorrem para intervalos de tempo entre os  $10^{-14}$ s e os  $10^{-12}$ s, ocorre a quebra de ligações. É denominada de radiólise da água, ou seja é quando se dá a formação de radicais livres e estes começam a interagir com o tecido, ocorrem os efeitos químicos.

#### **1.9.3.3 - Efeitos químicos**

Ocorrem entre os  $10^{-12}$ s e os  $10^{-7}$ s, continua a formação de radicais livres e a formação de produtos tóxicos.

Começam a ocorrer os efeitos nas moléculas de DNA e RNA.

#### **1.9.3.4 - Efeitos químicos e biológicos coincidem**

Ocorrem durante intervalos de tempo  $10^{-3}$ s a 10s, formam-se radicais secundários e peróxidos orgânicos, muitas reacções bioquímicas são interrompidas.

#### **1.9.3.5 - Efeitos Biológicos**

Ocorre 10s a 10 horas, a maioria das reacções são completas, a mitose das células irradiadas é diminuída, reacções bioquímicas bloqueadas, ocorre o rompimento da membrana celular.

Os efeitos biológicos podem ser classificados consoante:

**a) Tempo de manifestação**

Relativamente ao tempo de manifestação podem ser agudos, característicos de exposições a doses elevadas, manifestam-se no máximo de dois meses no caso dos seres humanos, temos como exemplo o eritema e o síndrome agudo.

Podem também ser tardios, característicos de exposições a doses de radiação pequenas, manifestam-se passados alguns anos ou dezenas de anos, como por exemplo o cancro.

**b) Tipo de célula atingida**

Consideram-se aqui os efeitos somáticos, provocados pela interacção da radiação ionizante com qualquer célula do organismo excepto as reprodutivas, manifestam-se no próprio indivíduo irradiado. Como exemplos temos o cancro e as cataratas.

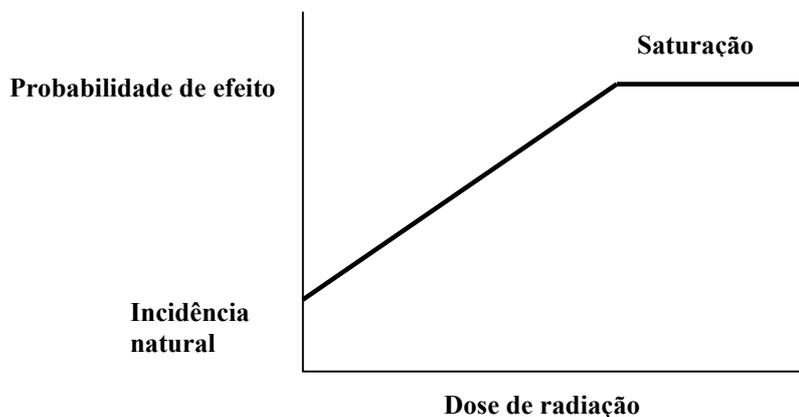
Os efeitos genéticos, são também dependentes da célula atingida e devem-se à interacção da radiação ionizante com as células reprodutoras do organismo, manifestam-se nos descendentes do indivíduo irradiado. As mutações genéticas são um exemplo.

**c) Quantidade de energia depositada**

Dependentes da quantidade de energia depositada encontram-se os efeitos estocásticos e não estocásticos ou determinísticos. Os estocásticos causam a alteração aleatória do DNA de uma única célula que no entanto, continua a reproduzir-se. Levam à transformação celular, ocorrem devido a doses de radiação pequenas, não apresentam um limiar de dose para a sua ocorrência. A probabilidade de ocorrerem aumenta com o aumento da dose, sendo no entanto a gravidade destes efeitos independente da dose. Como por exemplo o cancro, a gravidade é determinada pelo tipo e localização do tumor ou pela anomalia resultante. No entanto o organismo apresenta mecanismos de defesa muito eficientes. A maioria das transformações não evoluem para cancro.

São efeitos cumulativos, quanto maior a dose, maior a probabilidade de ocorrência. Quando o efeito ocorre numa célula germinativa, podem acontecer efeitos hereditários.

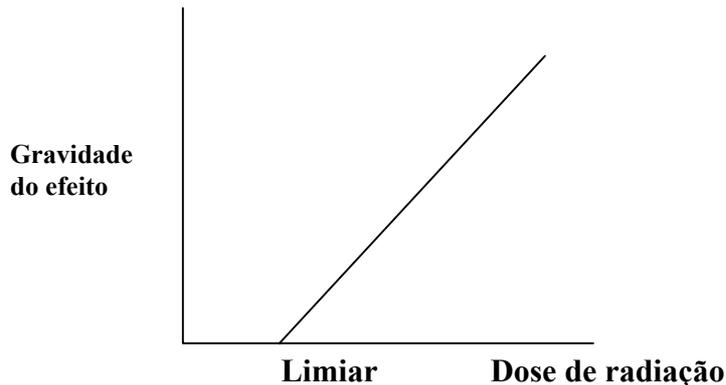
**Gráfico 1.9: Probabilidade de efeito em função da dose**



Os efeitos determinísticos (não estocásticos) causam a morte celular, são também dependentes da energia depositada. Existe uma relação previsível entre a dose e a dimensão do efeito esperado, estes só aparecem a partir de uma determinada dose. Ao contrário dos efeitos estocásticos, ocorrem para doses de radiação elevadas, apresentam um limiar de dose para a sua ocorrência, e a gravidade do efeito aumenta com o aumento da dose. Exemplo eritema e catarata.

Quando a destruição celular não pode ser compensada, podem ocorrer efeitos clínicos, se a dose estiver acima do limiar.

**Gráfico 1.10: Gravidade do efeito em função da dose**



Apesar de todos estes efeitos, o corpo humano apresenta um mecanismo de reversibilidade que é responsável pelo reparo das células e é muito eficiente. Mesmo efeitos mais profundos são, em geral, capazes de ser reparados ou compensados.

A transmissividade é uma propriedade que não se aplica aos sistemas biológicos, pois os efeitos biológicos não se transmitem. O que pode ser transmitido é o efeito hereditário em células reprodutivas danificadas.

Existem factores que são decisivos, pessoas que recebem a mesma dose podem não apresentar o mesmo efeito. O efeito biológico é influenciado pela idade, sexo e estado físico.

Os fetos quando expostos podem sofrer efeitos completamente diferentes, visto estes serem dependentes do período de gestação. Por exemplo: entre as 0-3 semanas, o efeito mais importante é a falta de fixação do embrião e a sua conseqüente morte. De 3 semanas em diante, pode apresentar má formação no órgão que se estiver a desenvolver na época de exposição. Existem também efeitos de aumento na probabilidade de ocorrência de cancro no recém nascido e redução do QI. Estudos resultantes dos acidentes de Hiroshima e Nagasaki demonstraram que se a exposição ocorrer entre 8 – 15 semanas há uma redução de 30 pontos de QI/Sv. Se a exposição for durante qualquer período da gravidez, tem uma hipótese de 1/50.000 de causar cancro infantil.(Ramesh Chandra 1992)

Existem actividades comuns na nossa sociedade que podem ter efeitos muito mais negativos no ser humano que a radiação.

Por exemplo:

Probabilidade de morrer em consequência de actividades comuns na nossa sociedade ( 1 em 1 milhão)

- Fumar 1,4 cigarros por dia ( cancro do pulmão)
- Passar 2 dias em Nova York ( poluição do ar)
- Conduzir 65km num carro ( acidente)
- Voar 2500 milhas de avião ( acidente)
- Praticar 6 minutos de canoagem ( acidente )
- Receber 0,1mSv ( cancro)

Podemos exemplificar alguns factores de risco de cancro comparativamente ao efeito relativo da radiação.

**Tabela 1.7: Factores de risco de cancro comparativamente ao efeito relativo da radiação.**

| <b>Factores de risco de cancro</b> | <b>Efeito relativo ( em relação à radiação)</b> |
|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Radiação ionizante                 | 1                                               |
| Álcool                             | 1,5                                             |
| Comportamento sexual               | 3,5                                             |
| Infecções                          | 5,0                                             |
| Fumo                               | 15,0                                            |
| Dieta                              | 18,0                                            |

## **1.9.4 - Efeitos de baixas doses de radiação**

### **1.9.4.1 - Hormesis**

Todos os organismos vivos evoluem e vivem num “mar” de radiações ionizantes, grande parte desta radiação tem origem interna.

Considera-se um dado adquirido que os efeitos da radiação são proporcionais à sua dose. Durante as ultimas décadas, porém alguns cientistas consideraram que a radiação de baixas doses ( Hormesis) não só é um agente inofensivo como pode ter um efeito benéfico, o denominado efeito de hormetic. Significa que radiação ionizante de baixas doses pode ser essencial à vida, idêntica a outros elementos essenciais à vida. Foi até mesmo sugerido que aproximadamente um terço de todas as mortes devido a cancro sejam evitáveis aumentando as baixas doses de radiação recebidas pelo ser humano.

Assim apesar de doses altas de radiação ionizante serem prejudiciais, para os seres humanos e para todos os seres vivos, dados experimentais mostram que funções biológicas são estimuladas através de radiação de baixa dose (LucKey 1980).

“Hormesis” é derivado da palavra grega “hormaein” que significa excitar. Sendo este considerado um efeito benéfico, induzido por baixas doses de um agente que não pode ser considerado por extrapolação, como provocando efeitos prejudiciais devido às consequências provocadas por altas doses dos mesmos agentes.

Tal como o álcool e a cafeína têm efeitos estimulantes em baixas doses também a radiação ionizante em baixas doses os tem.

Em 1950 Luckey, um dos primeiros investigadores da radiação de hormesis, indicou que uma baixa dose de antibióticos dietéticos provocaram um crescimento nos animais que os ingeriram. De seguida ele achou que estes efeitos poderiam também ser detectados através da hormesis de radiação.

Começou-se assim a considerar que a radiação de hormesis poderia curar ou evitar certas doenças. Por exemplo consideraram que a cegueira poderia ser curada através de radiografias, as pessoas começaram a beber água radioactiva, foram para estâncias termais beber água radioactiva ou ficaram horas em cavernas sendo irradiadas.

Foi considerado que se podia curar mais de 150 doenças com a hormesis, especialmente o cansaço.

Gradualmente as pessoas acharam que o uso impróprio da radiação ionizante podia conduzir a muitas complicações e a efeitos prejudiciais. Em 1927 Herman J. Muller, considerou que as radiografias podem provocar mutações e que existia uma relação linear entre a taxa de mutações e a dose. Considerou também que estas mutações induzidas pela radiação eram prejudiciais.

Assim começou a considerar-se que a radiação ionizante provocava efeitos prejudiciais e então foram introduzidos os primeiros limites de dose, isto em 1925 e durante três décadas estes limites estavam baseados no conceito de uma dose de tolerância (Muller 1928).

Assim até ao final da segunda guerra mundial a radiação ionizante foi considerada um milagre científico, após esta gerou-se uma onda de radiofobia.

Facto este que se agravou com as explosões das bombas atómicas de Hiroshina e Nagasaki, em que o número de mortes por cancro devido a doses elevadas de radiação ionizante foi muito elevado.

Mas vários estudos voltaram a ser realizados e que vieram contradizer a teoria da UNSCEAR em 1958, que dizia que os efeitos de baixas doses de radiação ionizante podem ser calculados através da extrapolação linear de efeitos observados para doses elevadas. E que muito pequena que seja a dose provoca sempre efeitos biológicos.

Temos como exemplo um estudo realizado com ratos, que quando foram expostos a uma dose de 8Gy de raios X, aproximadamente 30% dos animais sobreviveram 30 dias após a irradiação. Mas em iguais condições com ratos idênticos submetidos a uma dose de 5cGy de raios X, a taxa de sobrevivência aumentou aproximadamente 70% (Yonezawa 1996).

Um outro estudo realizado pela UNSCEAR em 1994, comprovou que entre os sobreviventes da bomba atómica de Hiroshina e Nagasaki que receberam doses abaixo dos 200mSv, não havia nenhum aumento no número de mortes por cancro.

Vários estudos foram também realizados com a radiação de fundo, num estudo realizado com índios, foi observado que em áreas com um nível de radiação de fundo elevado, a incidência de cancro e também a taxa de mortalidade devido a cancro era significativamente menor que em áreas de baixo nível de radiação de fundo. (Nambi e Soman 1987).

### 1.9.4.2 - Como actua a Hormesis?

Embora ainda não se conheçam os mecanismos completos da acção da hormesis, foram já formuladas algumas teorias relativas ao seu mecanismo.

Uma delas considera que baixas doses de radiação ionizante actuam nas moléculas de DNA com um poder reestruturante das mesmas.

Baixas doses de radiação ionizante induzem a produção de proteínas que vão consertar as moléculas de DNA inicialmente danificadas. (Ikushima 1996).

Em 1987 Feinendengen e os colegas de trabalho indicaram que as baixas doses de radiação, causavam uma inibição temporária na síntese do ADN. Esta inibição temporária fazia com que as células irradiadas tivessem um tempo de recuperação maior, e ao mesmo tempo pode provocar a produção de radicais livres, que fazem com que as células se tornem mais resistentes a qualquer exposição adicional.

Uma outra teoria diz que as baixas doses de radiação podem provocar uma excitação do sistema imunológico. Em 1909 Russ provou que os ratos que eram tratados com baixas doses de radiação ionizante eram mais resistentes a doenças bacterianas ( Russ VK 1909). Depois em 1982 Luckey publicou uma colecção de referências que apoiavam esta teoria.

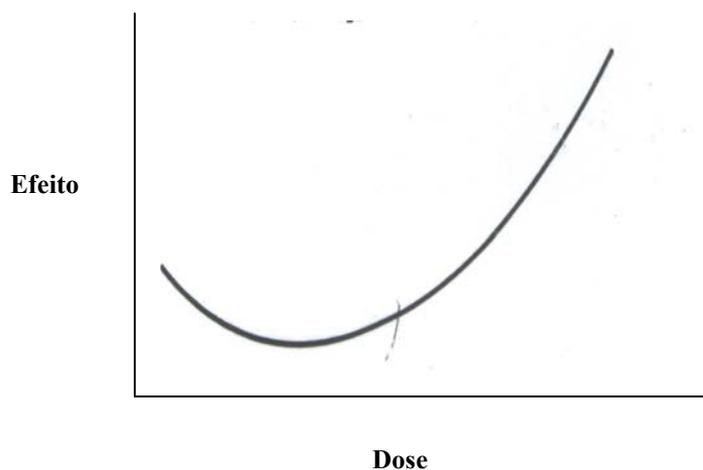
Assim sendo podemos constatar que a radiação hormesis, é uma radiação de baixas doses, que pode ter efeitos benéficos no organismo humano.

Vários são os autores que descrevem numerosos efeitos benéficos da hormesis, incluindo um aumento do período médio de vida.

Outros efeitos da hormesis, são o aumento da resistência a infecções, o tratamento de feridas, o aumento da radioresistência e o aumento do crescimento e desenvolvimento.

As observações referidas representam uma contradição à teoria estocástica. Os efeitos podem ser explicados em termos de um modelo quadrático linear simples, como se mostra o gráfico 1.11.

**Gráfico 1.11: Efeito em função de baixas doses (Ronald 1985).**



A BEIR, concluiu que os efeitos negativos na saúde, de baixos níveis de radiação ionizante estão baseados em extrapolações de doses equivalentes maiores que 0,5Sv, níveis estes que são significativamente maiores que os níveis ordinários de radiação de fundo ( 3,3 mSv ).

### **1.10 – Protecção Radiológica**

Desde o principio do século passado até os nossos dias, que organizações internacionais como a OMS entre outras, se tem vindo a preocupar com os efeitos das radiações ionizantes e, paralelamente a radiação considerada não ionizante, constitui hoje também fonte de preocupação em saúde pública.

A investigação científica permite afirmar que a acção dos diversos tipos de radiações, em « doses elevadas», têm efeitos negativos para o organismo humano, sendo os efeitos das «baixas doses» também já ponderados hoje em dia.

Assim o objectivo primário da protecção radiológica é proporcionar um padrão apropriado de protecção para o homem sem limitar indevidamente as práticas benéficas que causam exposições à radiação.

Todas normas de segurança radiológica e limites de doses que são referenciados, estão de acordo com a legislação em vigor em Portugal para protecção radiológica. Mais concretamente nos seguintes decretos de lei:

- D.L. 348/89, de 12/10
- Dec. Reg. 9/90 de 19/04
- Dec. Reg. 3/92, de 6/3

Todas as actividades que envolvam exposição a radiações ionizantes deverão processar-se por forma a:

- Que os diferentes tipos de actividades que impliquem uma exposição a radiações ionizantes sejam previamente justificados pelas vantagens que proporcionam.
- Que seja evitada toda a exposição ou contaminação desnecessária de pessoas e do meio ambiente.
- Que os níveis de exposição sejam sempre tão baixos quanto possível em cada instante, e sempre inferiores aos limites fixados.

Para serem aplicados os princípios mencionados anteriormente, devem considerar-se as diferentes categorias de pessoas expostas, os membros da população em geral e as pessoas profissionalmente expostas.

Relativamente à população em geral a protecção contra radiações ionizantes deve basear-se nas doses recebidas através de fontes naturais e na avaliação das doses que possam ser recebidas em consequência das operações de produção e utilização de equipamentos ou materiais que sejam susceptíveis de causarem exposição a radiações ou contaminação radioactiva.

Os níveis máximos de exposição a que a população pode ser submetida são definidos pelo ICRP ( Comité internacional de protecção radiológica, órgão da agência internacional de energia atómica), a partir de estudos realizados com pessoas que sofreram acidentes com materiais radioactivos e trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação.

Relativamente às pessoas profissionalmente expostas, estas encontram-se sujeitas a doses de radiação diferentes da população em geral, daí existirem normas de vigilância e segurança específicas para estas pessoas.

Assim são estabelecidos limites de dose, que correspondem a valores que não devem ser ultrapassados.

Para a população em geral, o limite anual para o caso de exposição total e uniforme do organismo, num período de 12 meses consecutivos, é de 5mSv.

Já no caso das pessoas profissionalmente expostas, o limite anual de exposição total e uniforme do organismo, num período de 12 meses consecutivos é 50mSv.

No entanto existem limites anuais para o caso de exposição parcial do organismo que se encontram referidos na tabela 1.8.

**Tabela 1.8: Existem limites anuais para o caso de exposição parcial do organismo**

| <b>ORGÃO</b>                        | <b>DOSE EQUIVALENTE<br/>PARA O PÚBLICO (mSv)</b> | <b>DOSE EQUIVALENTE<br/>PARA OS<br/>PROFISSIONAIS(mSv)</b> |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Cristalino                          | 15                                               | 150                                                        |
| Pele                                | 50                                               | 500                                                        |
| Mãos, antebraços, pés<br>tornozelos | 50                                               | 500                                                        |
| Qualquer outro órgão ou<br>tecido   | 50                                               | 500                                                        |



## CAPITULO 2: O conhecimento sobre radiações



**Figura 2.1 : Fotografia de alunos**



**Figura 2.2: Fotografia de população**



**Figura 2.3: Fotografia de um hospital**



## **2.1 - O que se aprende nas escolas portuguesas**

O aparecimento dos programas de Ciências datam de 1940; muitos eram os autores que já nesta data defendiam que a melhoria do ensino das Ciências estava directamente relacionado com a realização de actividades práticas. Outros achavam que o sistema deveria todo ele sofrer uma reforma, uma vez que os alunos transitavam de ano e de ciclo mal preparados.

Muitas outras questões eram já colocadas na altura, como a execução dos programas, a preparação para os exames, a adequação dos programas à vida quotidiana, o ensino de conhecimentos na generalidade desactualizados entre outras.

Desde 1940 até aos dias de hoje vários autores de renome como por exemplo Rómulo de Carvalho se dedicaram aos programas das Ciências, mas muitas questões continuam sem resposta.

Como por exemplo:

- Qual a importância do ensino experimental das ciências?
- Que condições têm os professores nas escolas para efectuar as actividades experimentais?
- Os conteúdos leccionados são os adequados para a época?
- Os programas de Ciências conseguem dar ao aluno respostas sobre as suas dúvidas em áreas relacionadas com a Física Moderna?
- Que preparação têm os professores nestas áreas para poderem esclarecer os alunos?

A realidade é que desde 1940 várias reformas no ensino das ciências já ocorreram, mas as dificuldades detectadas são praticamente as mesmas.

Tendo em atenção as novas reorganizações curriculares do ensino Básico e Secundário, podemos constatar que a Física ensinada em Portugal é a mesma já há algumas décadas, continua a dar-se especial relevância à Física Clássica e as áreas da Física Moderna continuam a não ser abordadas.

Os novos currículos dão uma maior liberdade ao professor relativamente ao modo de abordar os assuntos o que permite algumas vezes inserir assuntos desta área no ensino. Não esquecendo o facto de a maioria dos professores de Ciências Físico-Químicas não possuírem formação nesta área o que faz com que os assuntos não sejam abordados.

Realizando uma síntese dos principais assuntos abordados no ensino das Ciências Físico-Químicas permitirá ter uma ideia mais realista do que realmente se ensina em Portugal.

### **2.1.1– 3º Ciclo do ensino Básico**

Relativamente ao 3ºCiclo do ensino Básico, os assuntos abordados pretendem basicamente relacionar quatro factores: (Programas do ensino básico e secundário)

- Ciência
- Tecnologia
- Sociedade
- Ambiente

Assim para tal os tópicos abordados são:

**2.1.1.1 - Terra no espaço:**

- Universo ( O que existe no universo e distâncias no Universo)
- Sistema solar (Astros dos sistema solar e características dos planetas)
- Planeta Terra ( Terra e sistema solar, movimentos e forças)

**2.1.1.2 – Terra em transformação :**

- Materiais (Constituição do mundo material; Substâncias e misturas de substâncias; Propriedades físicas e químicas dos materiais; Separação das substâncias de uma mistura; Transformações físicas e químicas)
- Energia

**2.1.1.3 – Sustentabilidade na Terra**

- Som e luz ( Produção e transmissão do som; Propriedades e aplicações da luz)
- Reacções químicas (Tipos de reacções químicas ; Velocidade das reacções químicas; Explicação e representação das reacções químicas)
- Mudança Global (Previsão e descrição do tempo atmosférico; Influência da actividade humana na atmosfera terrestre e no clima)

**2.1.1.4– Viver melhor na Terra**

- Em trânsito ( Segurança e prevenção; Movimento e forças)
- Sistemas eléctricos e electrónicos ( Circuitos eléctricos; Electromagnetismo; Circuitos electrónicos e aplicações da electrónica)
- Classificação dos materiais ( Propriedades dos materiais e tabela periódica dos elementos; Estrutura atómica; Ligação química)

Estes quatro temas são distribuídos nos 7º, 8º e 9º anos de escolaridade, cabe aos professores realizar a sua organização ao longo dos três anos lectivos.

Relativamente à nova reorganização do Ensino secundário, cujas principais linhas são apresentadas de seguida é de salientar o facto de já estarem a ser aplicados os novos programas do 10ºano de escolaridade, e no próximo ano lectivo (2004/2005) entra em vigor o novo programa de 11º ano, sem no entanto estarem disponíveis os programas de 12ºano de Física e Química, o que impossibilita o professor ter uma ideia global de todo o ciclo.

As referências aos currículos dos 10º e 11º anos são já relativas aos programas da nova reforma curricular enquanto que no 12º ano são ainda dos programas anteriores à reforma, uma vez que estes ainda não se encontram disponíveis para consulta.

## **2.1.2. - Física do 10º ano**

### **2.1.2.1 - Das fontes de energia ao utilizador**

- Situação energética mundial e degradação de energia ( Fontes de energia; Transferências e transformações de energia; Degradação de energia, Rendimento; Uso racional das fontes de energia).

- Conservação de energia ( Sistema, fronteira e vizinhança; Sistema isolado, Energia mecânica, Energia interna. Temperatura, Calor, radiação ,trabalho e potência, Lei da Conservação)

### **2.1.2.2 – Do Sol ao aquecimento**

- Energia – do Sol para a Terra (Balanço energético da Terra , Emissão e absorção de radiação .Lei de Stefan-Boltzman. Deslocamento de Wien; Sistema termodinâmico; Equilíbrio térmico. Lei Zero da Termodinâmica; A radiação solar na produção de energia eléctrica – painel fotovoltaico.

- A energia no aquecimento /arrefecimento de sistemas ( Mecanismos de transferência de calor; Materiais condutores e isoladores de calor. Condutividade térmica; 1ªLei da Termodinâmica; Degradação da energia . 2ªLei da Termodinâmica; Rendimento)

De notar que o termo radiação é aqui abordado mas apenas como meio de transferência de energia.

### **2.1.2.3 – Energia em movimentos**

- Transferências e transformações de energia em sistemas complexos – aproximação ao modelo da partícula material (Sistema mecânico; Validade da representação de um sistema pelo respectivo centro de massa; Trabalho realizado por forças constantes que actuam num sistema em qualquer direcção; A acção das forças dissipativas).

- A energia de sistemas em movimento de translação (Teorema da energia cinética; Trabalho realizado pelo peso; Peso como força conservativa; Energia potencial gravítica, conservação da energia mecânica; Acção das forças não conservativas; Rendimento. Dissipação de energia)

Relativamente ao programa de Física do 10º ano constata-se que existe a introdução de alguns conceitos que anteriormente não eram abordados, mas no entanto continuam a existir grandes falhas ao nível da Física Moderna.

Passo no entanto a apresentar os conteúdos ao nível da Química, uma vez que esta contém conteúdos da Física mas abordados numa perspectiva Química. E é aqui o único momento que existe alguma referência, à Física Moderna e à Física das Radiações.

No entanto devido aos escassos conhecimentos dos docentes nestas áreas, eles além de abordados numa perspectiva errada são muitas vezes simplesmente ignorados pelos docentes.

### **2.1.3 – Química de 10º ano**

#### **2.1.3.1 – Materiais diversidade e constituição.**

**2.1.3.1.1. – Das estrelas ao átomo** ( Arquitectura do Universo; Espectros, radiações e energia; Átomo de Hidrogénio e estrutura atómica; Tabela Periódica – organização dos elementos químicos)

Aqui nesta unidade são abordados alguns conceitos da Física das partículas, pois fala-se um pouco sobre as diferentes partículas elementares, e também da Física Nuclear e das radiações. São abordadas as reacções nucleares de Cisão e Fusão, os tipos de radiação emitidos pelas estrelas e algumas aplicações da interacção radiação-matéria.

**2.1.3.1.2 – Na atmosfera da Terra:** Radiação, matéria e estrutura ( Evolução da atmosfera; Atmosfera: temperatura, pressão e densidade em função da altitude; Interacção radiação-matéria; O Ozono na estratosfera; Moléculas na troposfera).

Embora o termo Radiação seja mencionado várias vezes, este é sempre abordado numa perspectiva Química e não Física. Sendo assim difícil para os docentes conseguirem mostrar estes conceitos tal como eles deveriam ser apresentados.

Existe assim uma grande lacuna no ensino que embora esteja a sofrer reformas sucessivas não tem sido colmatada.

Relativamente ao programa de 11º Ano, o qual entra em vigor no ano lectivo de 2004/2005.

### **2.1.4 – Física 11º ano**

#### **2.1.4.1 – Movimentos na Terra e no Espaço**

- Viagens com GPS ( Funcionamento e aplicações do GPS)
- Da Terra à Lua ( Leis de Newton; Movimentos de corpos de acordo com as resultantes das forças aplicadas; Movimentos de satélites geostacionários)

#### **2.1.4.2 – Comunicações**

- Comunicações de informação a curtas distâncias ( Transmissão de sinais; Som; Microfone e altifalante)
- Comunicações de informação a longas distâncias (A radiação electromagnética na comunicação).

### **2.1.5 – Química 11º ano**

#### **2.1.5.1 – Química e industria : Equilíbrios e Desequilíbrios**

- Produção e controlo – a síntese industrial do amoníaco.

### **2.1.5.2 – Da atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra.**

- Água da chuva, água destilada e água pura.
- Águas minerais e de abastecimento público: acidez e a basicidade das águas.
- Chuva ácida
- Mineralização e desmineralização de águas.

### **2.1.6 – Física 12º ano**

No que diz respeito aos programas de 12º Ano de Física são abordados somente temas da Física Clássica, não existindo novamente nenhum capítulo dedicado à Física Moderna.

### **2.1.7 – Química 12º ano**

Na Química de 12ºano são abordados alguns conceitos que na minha opinião deveriam ser abordados numa perspectiva Física, tais como efeito fotoelétrico, espectro de radiações electromagnéticas entre outros.

Fazendo o balanço do que se aprende sobre Física e Química em Portugal em pleno século XXI, é precisamente o que se aprendia no século passado.

No entanto as principais dúvidas apresentadas pelos alunos dos ensinos Básico e Secundário são em temas que não são abordados, assim sendo vão continuar eternamente com dúvidas ou interiorizando conceitos errados.

Existindo também uma falha ao nível da formação de professores, pois deveriam existir acções de formação em que os professores se pudessem actualizar à medida que a Ciência vai evoluindo. Pois esta evolui diariamente, novas teorias são formuladas, novas experiências são realizadas e até mesmo algumas das teorias que sempre foram aceites são colocadas em causa.

Não havendo uma actualização dos conhecimentos por parte dos professores não será possível abordar temas recentes nas aulas, sendo estes os que mais despertam o interesse dos alunos pois são os que aparecem divulgados em todos os meios de comunicação que os alunos têm acesso diariamente.

## 2.2 - Que conhecimentos sobre as radiações possui a população em geral

Este trabalho tem como objectivo principal, realizar um estudo sobre os conhecimentos dos alunos do ensino Básico, Secundário e Superior sobre o tema Radiações, no entanto é interessante analisar os conhecimentos relativamente ao tema, que a população geral possui. Uma vez que os pais, familiares e amigos dos alunos influenciam bastante o seu processo de aprendizagem ao longo das suas vidas torna-se interessante a analisar um pouco o conhecimento da população em geral para posterior comparação entre os conhecimentos dos alunos e das pessoas que os rodeiam.

É a população com a qual os alunos convivem diariamente, e os meios de comunicação social que mais contactam com eles. Assim muitas vezes os alunos chegam à escola com ideias já formadas sobre determinado assunto, tornando-se um pouco difícil conseguir esclarecê-los, pois houve alguém da sua confiança que lhes transmitiu algo sobre o assunto.

Algumas questões se colocam sobre o conhecimento que a população possui e como o adquire:

- Como se encontra a população informada relativamente a este assunto?
- Será que a maioria já se questionou sobre o tema?
- Que ideias lhes são transmitidas pelos meios de comunicação social?

Todos os dias lhes são apresentadas notícias relativas ao tema Radiações pela televisão, pela rádio e jornais. Mas será que estas notícias conseguem esclarecer a população em geral?

Realizando uma breve viagem por alguns jornais, passamos a apresentar alguns extractos de notícias publicadas por estes.

Uso das radiações na medicina é “muito preocupante” em Portugal.

“...De cada vez que alguém faz uma simples radiografia num hospital público em Portugal, o mais certo é **desconhecer-se se a dose de raios X recebida** foi ou não excessiva. Porquê? Porque nos hospitais **públicos escasseiam os especialistas em física médica**, a quem cabe o controlo do uso de radiações e o desenvolvimento de procedimentos para que os exames e os tratamentos com radiações tenham segurança e qualidade....”

(Fonte: O Público, 02-07-2002)

“... O ministério da Educação prepara-se para retirar pelo menos 18 antenas de empresas de telemóveis instaladas em escolas de Lisboa, mas primeiro vai esperar pelos resultados das medições que a Autoridade Nacional de Comunicações fará nos próximos dias. A Direcção-Geral de Saúde também se mostra favorável à retirada daquelas estruturas de escolas e hospitais, embora **sejam desconhecidos os efeitos das suas radiações radioelétricas na saúde. ...**”

( Fonte : O Expresso 9-2-02)

**“ Quatro casos de cancro em crianças agilizou lei.**

Antenas de operadoras espanholas de telemóveis terão emissões de radiação menores. O Governo espanhol decidiu, após semanas de intensa discussão e pública, colocar em lei que os operadores de telecomunicações móveis terão de reduzir as emissões de radiação das antenas instaladas perto de escolas, hospitais e outras zonas sensíveis....”

( Fonte: O Público 15-01-2002)

**“... Cientistas detectam novos cancros na população de Chernobyl.**

O aparecimento de novos cancros nas populações das zonas mais afectadas pelo acidente nuclear de Chernobyl está a levar a que os cientistas revejam os resultados das primeiras investigações sobre os efeitos das radiações, que apontam para um único tipo de tumor, agressivo e invasivo. A pesquisa envolve o grupo de cancro da tiróide do instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto. A informação foi divulgada esta quarta feira pelo jornal Diário de Notícias....”

( Fonte : Diário digital )

**“... Urânio empobrecido: portugueses sem riscos na aldeia marcada por ONU.**

A aldeia de Hadzici, na Bósnia-Herzegovina, referida num relatório da ONU e divulgado esta semana como sendo um local onde existem vestígios de urânio empobrecido, é um local de passagem frequente das tropas do Exército português, disse ao Diário Digital o major Rodrigues, mas apesar desta situação os militares não correm riscos. ...”

( Fonte : Diário digital )

**“ ... Estudo: pilotos e hospedeiras mais propensos a sofrer de cancro.**

As hospedeiras de bordo são mais propensas a sofrer de cancro da mama e da pele devido às radiações que se encontram a altitudes superiores. De acordo com estudo divulgado esta quarta-feira pela Universidade Reykjavik, na Islândia, o risco tende a aumentar após cinco anos de profissão. ...”

( Fonte : Diário digital )

**“ Portugal – Unicer diz que a radioactividade das águas de Castelo de Vide é baixa.**

A Unicer, empresa que detém as águas Vitalis e Castelo de Vide, providas da nascente da vila alentejana do mesmo nome, disse estar descansada quanto aos níveis de radioactividade das suas águas. O responsável pelas águas da Unicer, Melo Ferreira, disse ao Expresso On-line que os valores de radão (gás radioactivo) detectados na exploração são «**baixos, ao nível dos milidécimos**». ...”

( Fonte: Expresso 2-12-2000)

Perante esta selecção de notícias que chegam à população todos os dias, podemos constatar que a maioria é publicada de um modo pouco explícito e apresentam sempre as radiações como algo negativo para a vida humana e outras dando informações incongruentes.

Não salientam a importância que estas representam nos dias de hoje ao nível da medicina e indústria entre outras.

Poder-se-á dizer que existem algumas pessoas que têm receio de realizar uma simples radiografia, ou então pelo contrário existem mulheres grávidas que realizam estes exames sem se questionarem sobre as consequências que tal poderá ter para o feto.

Relativamente à primeira notícia apresentada, para um cidadão comum que tem conhecimentos, para poder dizer se o doente está a realizar um exame em segurança é o médico, para eles o Físico médico e a sua importância nos hospitais é completamente desconhecida.

Outro facto que é apresentado em algumas das notícias é caso das antenas de telemóveis, mas a realidade é que ainda não existem estudos que comprovem a sua

influência no ser humano. Mas é real é que todo o cidadão comum afirma que elas são extremamente prejudiciais.

Todas estas ideias não esclarecidas são transmitidas aos alunos pelo meio que os rodeia.

O professor de Física seria o elemento da comunidade que o poderia esclarecer, não entanto este muitas vezes não têm possibilidade de o fazer, ou por falta de preparação ou de tempo.

### **2.3 - O que aprendem os profissionais de saúde relativamente às radiações.**

Outros elementos da sociedade que devem ter conhecimentos claros sobre radiações são os profissionais de Radiologia, pois estes trabalham com elas diariamente.

Tornou-se também importante realizar um estudo sobre os conhecimentos que estes possuem, não só para podermos ter uma visão do assunto através de “alguém” que trabalha directamente com as radiações como também este ser um curso que muitos alunos do ensino Secundário demonstram interesse.

O técnico de radiologia deverá ter uma preparação, para saber concretamente quais as causas da exposição às radiações e assim poderem realizar a sua profissão em segurança.

Para se ter uma visão da preparação que estes recebem realizou-se uma breve análise sobre os currículos de alguns cursos de radiologia em Portugal.

Não se realizou um estudo exaustivo dos currículos, pois este não era o objectivo do nosso estudo mas analisaram-se alguns currículos do ensino privado e outros do ensino público. Pensando que estes eram iguais, pois ambos os ensinos pretendem preparar o profissionais de radiologia.

A nossa preocupação ao analisar os currículos era verificar se estes recebiam formação suficiente na área da Física, Protecção Radiológica e Legislação uma vez que esta é fundamental na formação de um técnico de radiologia.

Analisando um currículo do instituto privado verificou-se que durante a sua formação as disciplinas nestas áreas, que eles frequentavam eram as seguintes:

- Biofísica
- Física das radiações
- Protecção e segurança radiológica

Num dos institutos públicos eram as seguintes:

- Física I
- Física II
- Biofísica
- Física das radiações
- Protecção e segurança contra radiações

No segundo instituto público eram as seguintes:

- Física aplicada
- Física atómica e nuclear
- Física das radiações
- Protecção e segurança radiológica
- Física das radiações complementar ( para os alunos que realizam a licenciatura)

Em todos os institutos, os alunos só recebem formação sobre a legislação a utilizar em radiologia se frequentarem a licenciatura, alunos que só realizem o bacharelato não possuem formação nesta área.

Após a análise dos currículos podemos verificar que a formação recebida é diferente entre os vários institutos, e esta diferença é mais notória entre o ensino privado e o ensino público.

Um facto bastante interessante é que em nenhum destes currículos contém disciplinas da área de matemática, não se compreende pois esta é essencial para a compreensão de todas as disciplinas de Física.



### CAPITULO 3 - Metodologia



**Figura 3.1 Alunos a preencher o inquérito**



### **3.1 – Objectivos do estudo**

O estudo têm como principal objectivo investigar os conhecimentos dos alunos dos diferentes níveis de ensino, relativamente ao tema Radiações , suas aplicações e medidas de protecção.

A ideia deste estudo começou, pelo facto de nos dias de hoje se falar muito em radiações e seus efeitos na saúde, e tal como já foi referido anteriormente a disciplina de Ciências Físico - Químicas é a que mais pode contribuir para esclarecer as dúvidas dos alunos relativamente a este assunto. No entanto, é difícil uma vez que este assunto não é focado nos programas dos diferentes níveis de ensino.

Pretende-se também realizar um estudo sobre uma pequena amostra da população geral para posteriores comparações com o conhecimento dos alunos.

Ao se realizar este estudo, pensou-se que seria interessante, analisar os conhecimentos, e as condições de protecção em que os profissionais de saúde ( Técnicos de Radiologia) trabalham.

### **3.2 - Elaboração dos questionários**

Na elaboração do questionário foi tido em conta a definição dos conteúdos e a forma do questionário, para que através dele se consiga obter a informação necessária para dar resposta aos objectivos do estudo.

Durante a sua execução houve especial atenção relativamente à linguagem utilizada uma vez que esta deve ser clara para que todos os elementos da amostra, independentemente da idade e nível de ensino consigam facilmente perceber o que se pretende.

Normalmente a clareza de uma pergunta está inversamente relacionada com a extensão da mesma, daí se ter tentado elaborar questões curtas, de fácil leitura e para que permitam uma resposta rápida.

Foi também tido em atenção o formato das questões, de fácil resposta e a sequência de apresentação das mesmas e o “Layout “ do questionário.

As questões escolhidas para o inquérito foram todas, questões fechadas, em que o inquirido apenas se limita a responder dentro dos parâmetros que lhe são fornecidos. Trata-se de um tipo de questão de fácil compreensão para o inquirido e para a posterior análise ser mais fácil.

Não foram elaboradas questões múltiplas (contém duas ou mais questões), uma vez que as respostas dadas a este tipo de questões podem ser ambíguas e assim levam a que os resultados da investigação não sejam os melhores.

Relativamente à segunda parte do questionário no qual são realizadas questões para medir atitudes foram apresentadas de modo a não levar a uma só resposta positiva ou uma só resposta negativa, deve haver uma neutra, que no caso serão, a positiva concordo totalmente, a negativa discordo totalmente e a neutra será não concordo nem concordo.

Após todas estas análises, realizou-se um pré-teste, aplicando o questionário a alguns alunos dos diferentes níveis de ensino, para detectar algumas questões menos perceptíveis e foram também pedidas sugestões aos alunos, para que eles pudessem expressar a sua opinião relativamente ao questionário.

Outro factor testado foi o tempo que os alunos levavam a preencher o questionário, para verificar se este era muito ou pouco extenso.

Após todas estas etapas elaborou-se a versão definitiva do questionário, onde foram tidos em atenção todas as sugestões e críticas dos diferentes elementos que tiveram acesso ao inquérito.

Relativamente aos inquéritos aplicados à população foram iguais aos aplicados aos alunos, no entanto realizaram-se ligeiras adaptações.

No que diz respeito aos inquéritos dos Técnicos de Radiologia, foram tidos em conta também os mesmos parâmetros na sua elaboração e aplicação, salienta-se no entanto que neste caso somente foram ouvidas as opiniões de dois técnicos relativamente aos inquéritos antes destes serem aplicados.

### **3.3 – Validação dos questionários**

Tendo em atenção os objectivos de cada um dos inquéritos, procedeu-se à sua validação.

#### **3.3.1 - Objectivos dos inquéritos dos Alunos / População**

- Verificar se os alunos / população têm conhecimentos dos diferentes tipos de radiações.
- Verificar se os alunos / população têm conhecimentos das diferentes aplicações das radiações.
- Verificar se os alunos / população têm consciência do perigo que a utilização das radiações pode representar para a saúde humana.

#### **3.3.2 - Objectivos dos inquéritos dos técnicos de radiologia**

- Verificar as condições de trabalho de um técnico de radiologia.
- Verificar se estes possuem conhecimentos de legislação e Física das Radiações essenciais para a sua actividade profissional.
- Analisar a opinião dos técnicos relativamente a normas de segurança radiologica.

Após a análise dos diferentes inquéritos por diferentes profissionais com conhecimentos na área da Física das Radiações, as opiniões foram unânimes todos consideraram que os inquéritos atingem os objectivos pretendidos. Sugeriram no entanto algumas adaptações que poderão ser colocadas em estudos futuros.

### **3.4 – Aplicação dos questionários**

Procedeu-se à aplicação dos inquéritos, para tal foram contactados pessoalmente professores dos diversos níveis de ensino e os Órgãos de Gestão das diferentes escolas. Aos quais foi explicado que a investigação se enquadrava no âmbito de uma dissertação de mestrado e tinha como objectivo analisar os conhecimentos que os alunos dos diferentes níveis de ensino possuíam relativamente a um tema da Física Moderna, mais concretamente de Física das Radiações.

Posteriormente pelos respectivos professores foi explicado também aos alunos os objectivos do estudo, e assumiu-se um compromisso de respeitar a confidencialidade dos resultados.

O estudo começou por se realizar essencialmente ao nível de duas regiões do país, Alentejo e Lisboa, sendo no entanto posteriormente aplicado a diversas localidades de Norte a Sul do país.

O número de alunos em cada aplicação variou, consoante o número de alunos em cada turma e também da disponibilidade dos professores contactados para ajudar na recolha de dados.

No que se refere à aplicação do inquérito foram seguidos os passos habituais neste tipo de recolha de dados. Primeiro foram distribuídos os inquéritos, depois foram lidas as instruções e por último foram esclarecidas algumas dúvidas que surgiram essencialmente em alunos do ensino básico, de uma faixa etária inferior a 13 anos.

O tempo médio de aplicação foi de 15 a 20 minutos consoante o nível etário dos alunos.

Em relação à população, foi previamente explicado quais os objectivos do estudo, que se pretendia fazer uma comparação entre os conhecimentos que a população geral tinha relativamente ao tema Radiações com o conhecimento que os alunos dos diferentes níveis de ensino tinham.

No que diz respeito aos Técnicos de Radiologia, a aplicação dos inquéritos foi um processo bastante moroso pois implicou uma deslocação aos diferentes hospitais e clínicas para distribuição e explicação dos objectivos do estudo. E passadas algumas semanas procedeu-se à recolha dos mesmos.

O primeiro contacto foi sempre através do técnico responsável em cada local e este posteriormente contactava com os colegas, mas nem todos se mostraram interessados em colaborar.

Na maioria dos casos a colaboração foi bastante positiva, houve interesse por parte dos participantes. Nesta recolha foi também muito importante a participação dos alunos da licenciatura em Radiologia da Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa, pois são alunos que já têm diversos anos de experiência.

### **3.5 - Tratamento de dados**

Após a recolha dos dados, procedeu-se ao seu registo e tratamento. Para tal utilizou-se o programa de estatística SPSS 9.0 for Windows ( Statistical Package for Social Sciences ).

Durante o tratamento dos dados, serão consideradas como variáveis sócio - demográficas o nível de escolaridade ( básico, secundário e superior), o género (masculino e feminino), a residência, a idade e a profissão dos pais que são classificadas em quatro categorias de acordo com a classificação de Sedas Nunes ( 1970). No caso dos técnicos de Radiologia é também considerada variável sócio-demográfica o tempo de serviço. Todas as outras variáveis ( que correspondem a cada uma das questões apresentadas) são tratadas como variáveis dependentes.

Relativamente às variáveis dependentes dividem-se em: ( João Maroco, 2003)

- Variáveis qualitativas nominais, que são variáveis cuja escala de medida apenas indica a sua presença em categorias de classificação discreta exaustivas e mutuamente exclusivas e não é possível estabelecer à partida um qualquer tipo de qualificação ou ordenação. Nestas variáveis enquadram-se todas as questões da primeira parte dos inquéritos.

- Variáveis quantitativas intervalares, variáveis cuja escala de medida permite a ordenação e quantificação de diferenças entre elas, assumem valores quantitativos. Consideram-se variáveis deste tipo todas as questões da segunda parte dos inquéritos.

Em primeiro lugar realizar-se-á uma caracterização das amostras em estudo em termos de identificação pessoal, sexo, idade, nível de escolaridade, residência e profissão dos pais, tempo de serviço no caso dos técnicos de radiologia, através da distribuição de frequências e representação gráfica das mesmas, e seguidamente procede-se a uma análise descritiva de todas as questões dos inquéritos, pretende-se através desta análise apresentar uma ideia global dos dados obtidos.

Posteriormente analisar-se-á a influência dos factores de identificação pessoal, nas respostas atribuídas às questões. Para tal serão utilizados vários testes estatísticos.

Os testes estatísticos utilizados foram:

- Teste do Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) - para verificar a influência das variáveis sócio-demográficas nas diferentes variáveis nominais, ou seja o teste de  $\chi^2$  serve para testar se duas ou mais amostras ( ou grupos ) independentes diferem relativamente a uma determinada característica, isto é se a frequência com que os elementos da amostra se repartem pelas classes de uma variável nominal categorizada é ou não idêntica.( João Maroco, 2003).

- ANova ( Analysis of variance) – para verificar a influência das variáveis sócio-demográficas nas variáveis ordinais ou intervalares, podendo este testar diferenças entre diversas situações e para duas ou mais variáveis.

Para se poder aplicar este teste a amostra deve verificar duas condições (João Maroco 2003):

- 1- A variável dependente possua uma distribuição normal
- 2- As variâncias populacionais sejam homogéneas (iguais) caso estejamos a comparar duas ou mais populações.

- Alpha de Cronbach - Para verificar a consistência interna da escala de Likert. Varia entre 0 e 1, considerando-se a consistência interna razoável a partir de 0,7 até 1 que é muito boa.

- Teste de McNemar ou de mudança de opinião – para avaliar a evolução da proporção de uma determinada característica na população em diversas situações espaciais e ou temporais ( antes e depois da visita ao laboratório). Utiliza-se para testar contagens ou proporções em duas amostras emparelhadas com variáveis nominais.

- Teste de Wilcoxon – para avaliar as diferenças entres os valores de variáveis ordinais em dois momentos diferentes ( antes e depois da visita ao laboratório).Este teste usa a informação sobre o valor da diferença entre os membros de um par. É, por isso capaz de descobrir, com maior probabilidade, as diferenças quando realmente existem.

- Teste Kolmogorov-Smirnov – Para testar a normalidade das variáveis

- Teste Levene – Para verificar se as variâncias populacionais são homogêneas quando se compara duas ou mais do que duas populações.



## CAPITULO 4: Análise de dados dos alunos



Figura 4.1: Escola do ensino básico



Figura 4.2 : Escola do ensino secundário

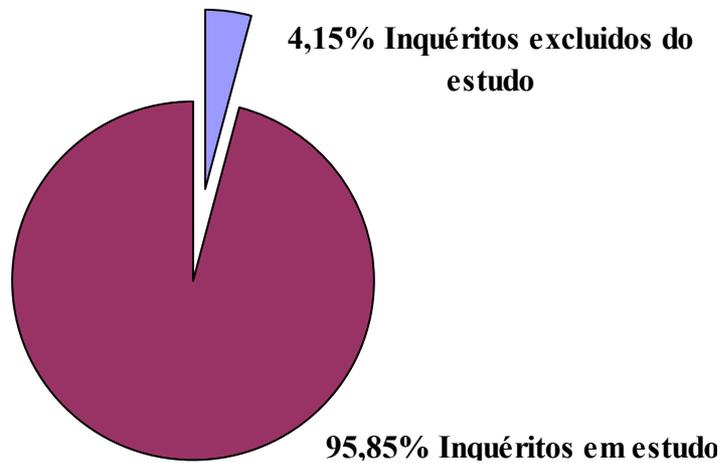


Figura 4.3: Escola do ensino superior



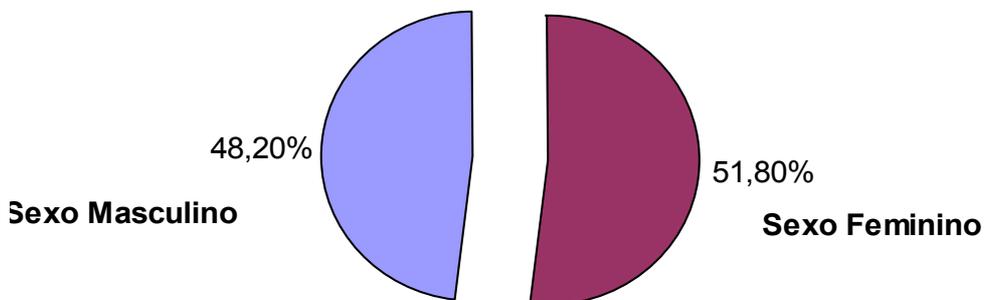
#### **4.1 – Caracterização da amostra**

O estudo foi aplicado a 1300 alunos, no entanto a amostra que serviu de base ao estudo foi de 1246 alunos, uma vez que 4,15% ( N=54) dos alunos não responderam a algumas questões, ou responderam de modo incorrecto.



**Gráfico 4.1 : Percentagem de inquéritos em estudo**

Assim dos 1246 alunos inquiridos 51,8% ( N=646) são do sexo feminino e 48,2% ( N=600) são do sexo masculino.



**Gráfico 4.2: Percentagem de alunos de acordo com o sexo**

No que diz respeito aos níveis de ensino 35,2% ( N=439) são do ensino básico, 48,3% ( N=602) do ensino secundário e 16,6% ( N=205) do ensino superior.

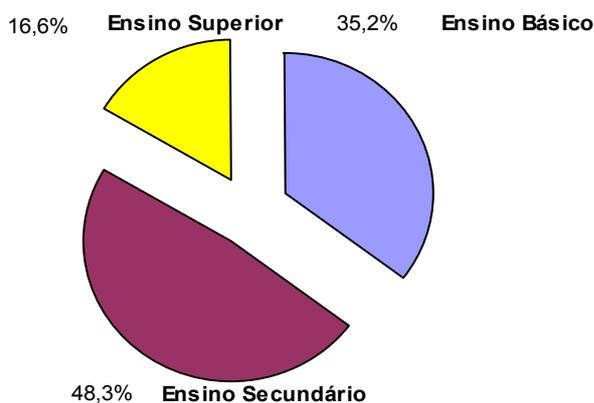


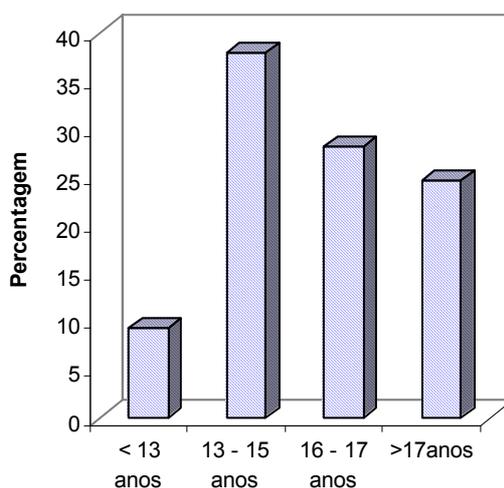
Gráfico 4.3: Percentagem em função do nível de escolaridade

Relativamente à idade, foram escolhidas quatro faixas etárias para caracterizar os alunos, tal como se pode verificar através da tabela 4.1 e gráfico 4.4.

Tabela 4.1 : Distribuição dos alunos em função da faixa etária

| Faixa etária | Frequência | Percentagem(%) |
|--------------|------------|----------------|
| < 13 anos    | 115        | 9,2            |
| 13 - 15 anos | 472        | 37,9           |
| 16 - 17      | 351        | 28,2           |
| > 17 anos    | 308        | 24,7           |
| Total        | 1246       | 100            |

Gráfico 4.4: Percentagem em função da idade



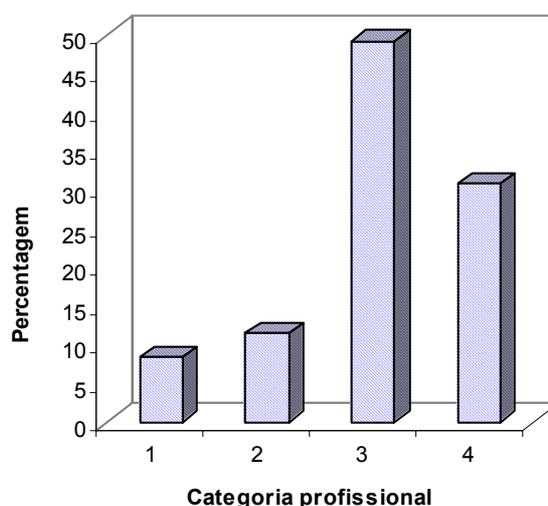
Através da leitura da tabela 4.1 e do gráfico 4.4 salienta-se duas faixas etárias mais elevadas dos 13 - 15 anos que representa 37,9% da amostra, e a dos 16 - 17 anos que representa 28,2% da amostra, uma vez que são as faixas etárias correspondentes ao ensino secundário, ao qual corresponde uma maior percentagem de alunos inquiridos.

Em relação à actividade profissional dos pais dos alunos inquiridos, as suas profissões foram divididas em quatro categorias segundo a tabela de classificações de Sedas Nunes (1970) e encontram-se registados na tabela 4.2 e gráfico 4.5.

**Tabela 4.2: Distribuição dos alunos em função da categoria profissional dos pais**

| <b>Categoria profissional<sup>1</sup></b> | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|-------------------------------------------|-------------------|------------------------|
| 1                                         | 105               | 8,4                    |
| 2                                         | 143               | 11,5                   |
| 3                                         | 613               | 49,2                   |
| 4                                         | 385               | 30,8                   |
| Total                                     | 1246              | 100                    |

**Gráfico 4.5: Percentagem de alunos em função da categoria profissional dos pais**

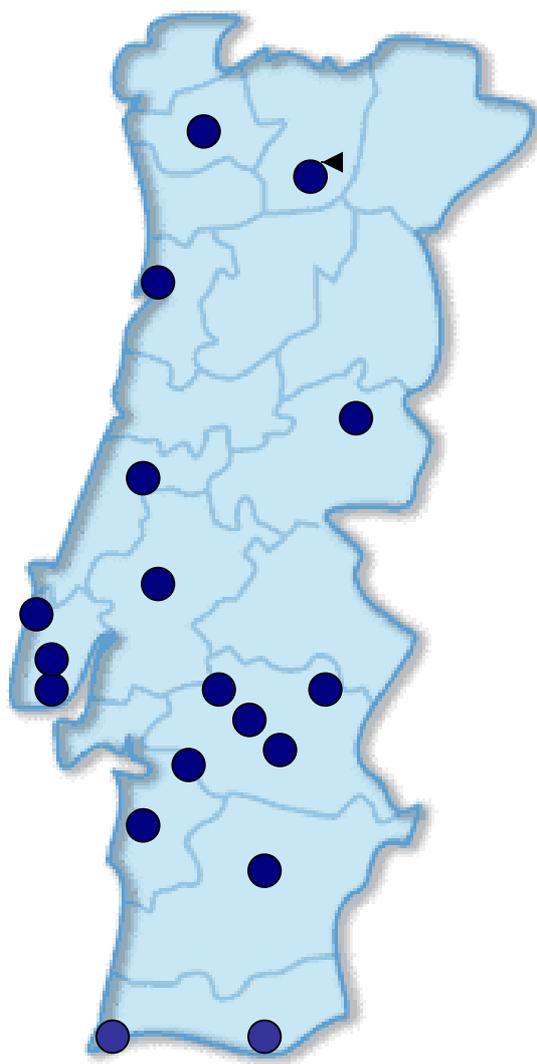


Verifica-se que a maioria dos alunos, os pais têm profissões em áreas do comercio, agricultura e industria, ou seja operários especializados ou semi especializados.

Embora 30,8% tenham profissões não especializadas e rurais. A percentagem com profissões de elevada competência técnica é reduzida.

Relativamente à residência foram 18 as localidades onde se aplicou o estudo, do mapa seguinte pode observar-se a distribuição das localidade estudadas de acordo com a sua localização no país.

<sup>1</sup> Categoria 1 – grandes industriais e profissões de elevada competência técnica  
 Categoria 2 – competência média ,comerciais e industriais de pequenas empresas  
 Categoria 3 – operários especializados e semi especializados, pequenos comerciantes e pequenos agricultores.  
 Categoria 4 – operários não especializados e trabalhadores rurais.



**Figura 4.2: Localidades onde foi aplicado o estudo**

Através da observação do mapa, verifica-se que houve uma preocupação em aplicar o estudo em diversas localidades de Norte a Sul do País, para se poder verificar se o factor residência influenciava ou não as respostas dos alunos.

No tabela 4.3 podem observar-se a distribuições dos alunos por cada localidade, o número varia de uma localidade para outra pois o estudo esteve dependente da disponibilidade das escolas para o preenchimento dos inquéritos.

**Tabela 4.3: Distribuição dos alunos em função da residência**

| <b>Localidade</b>       | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem(%)</b> |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|
| Vendas Novas Cidade     | 154               | 12,4                  |
| Vendas Novas Rural      | 74                | 5,9                   |
| Lisboa                  | 141               | 11,3                  |
| Leiria                  | 51                | 4,1                   |
| Redondo                 | 51                | 4,1                   |
| Mafra                   | 19                | 1,5                   |
| Alcácer do Sal          | 78                | 6,3                   |
| Santarém                | 16                | 1,3                   |
| Faro                    | 27                | 2,2                   |
| Beja                    | 91                | 7,3                   |
| Évora                   | 12                | 1,0                   |
| Covilhã                 | 42                | 3,4                   |
| Odivelas                | 48                | 3,9                   |
| Celorico de Basto       | 98                | 7,9                   |
| Vila Real               | 130               | 10,4                  |
| Montemor-o-Novo         | 37                | 3,0                   |
| Grândola                | 60                | 4,8                   |
| Vila Real de S. António | 33                | 2,6                   |
| Lagos                   | 50                | 4,0                   |
| Vagos                   | 34                | 2,7                   |
| Total                   | 1246              | 100                   |

Salienta-se com maior percentagem Lisboa 11,3% ( N=141), Vila Real 10,3% ( N=130) e Vendas Novas, na qual se distinguem duas zonas, a cidade com 12,4% ( N=154) e o meio rural com 5,9% ( N=74). Na localidade de Vendas Novas tinha-se um bom conhecimento para que fosse possível distinguir as duas zonas ( cidade e meio rural), e posteriormente verificar se existem diferenças significativas entre dois meios diferentes da mesma localidade.

## **4.2 - Análise descritiva**

### **4.2.1 Primeira Parte do inquérito**

Todas as questões da 1ª Parte do inquérito são de respostas directas (sim ou não).

#### **Questão 1**

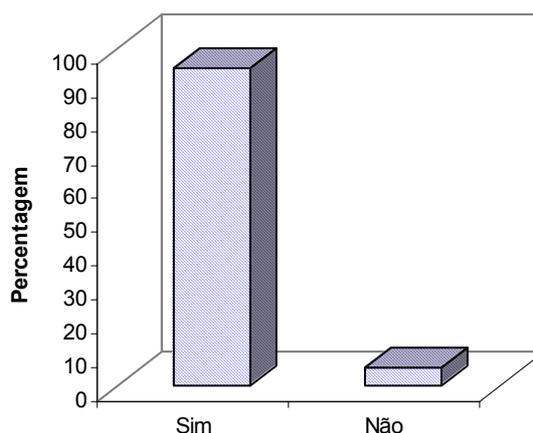
**“ Já ouviste falar em radiações? “**

Através da tabela 4.4 e do gráfico 4.6, pode observa-se as respostas atribuídas à questão.

**Tabela 4.4: Frequência / Percentagem de respostas à questão 1**

|              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>   | 1176              | 94,4                   |
| <b>Não</b>   | 70                | 5,6                    |
| <b>Total</b> | 1246              | 100                    |

**Gráfico 4.6 : Percentagem de respostas à questão 1**



Constata-se que a maioria dos alunos 94,4%, já ouviu falar de radiações.

Mas verifica-se ainda que 5,6% dos inquiridos responderam que não tinham ouvido falar em radiações.

Poder-se-á dizer que os alunos não perceberam a questão , ou que simplesmente quando ouvem falar em raios X, raios U.V. e etc., não associam estes a radiações. Será que muitos alunos não atribuem o termo radiações, simplesmente à radioactividade?

#### **Questão 2**

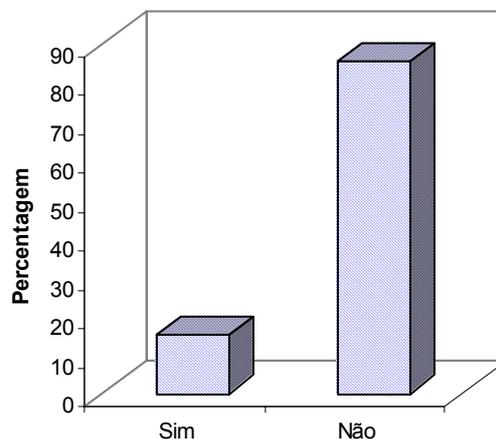
**“ Sabes qual é a diferença entre radiação ionizante e não ionizante? ”**

As respostas atribuídas à questão encontram-se registadas na tabela 4.5 e no gráfico 4.7.

Tabela 4.5: Frequência / Percentagem de respostas à questão 2

|              | Frequência | Percentagem (%) |
|--------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>   | 186        | 14,9            |
| <b>Não</b>   | 1060       | 85,5            |
| <b>Total</b> | 1246       | 100             |

Gráfico 4.7: Percentagem de respostas à questão 2



As respostas são bastante elucidativas, em que a maioria dos alunos 85,5% não conseguem distinguir radiação ionizante de não ionizante.

Embora os alunos de um modo geral já tenham ouvido falar em radiações, eles não as conseguem distinguir.

De todos os alunos inquiridos só 14,9% dizem conseguir distinguir os dois tipos de radiações.

Considerando que os alunos inquiridos pertenciam aos diferentes níveis de ensino, não seria invulgar um aluno do ensino básico não as saber distinguir, mas seria de esperar que os alunos do ensino secundário e superior o conseguissem fazer.

Uma vez que a maioria dos alunos inquiridos pertencia ao ensino secundário, e que a maior percentagem destes alunos pertence aos cursos de ciências, verifica-se que eles não conseguem obter resposta a uma questão simples, através dos seus currículos escolares.

### Questão 3

**“ Dos tipos de radiação que se seguem selecciona os que conheces? “**

Foram apresentadas aos alunos sete radiações, Electromagnética, Raios X, Ultravioleta, Gama, Cósmica, Infravermelha e Visível. O termo radiação electromagnética aparece pois embora todas as radiações, à excepção da cósmica, sejam de natureza electromagnética, o termo costuma aparecer isoladamente.

Não nos podemos esquecer que este estudo se realiza com alunos do ensino básico e secundário, e por vezes esta aparece assim referida nos manuais escolares.

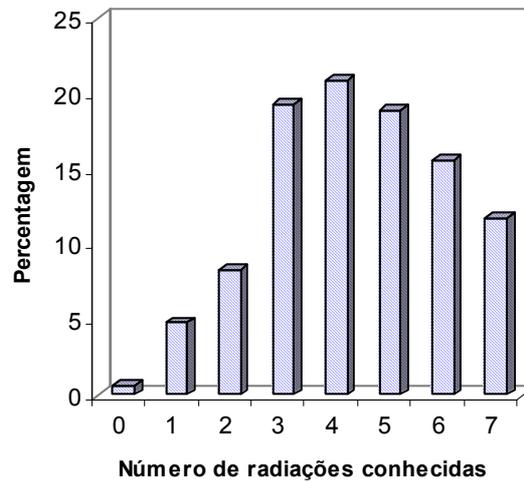
Destas radiações os alunos tinham que seleccionar as que conheciam.

As respostas atribuídas à questão encontram-se registadas na tabela 4.6 e no gráfico 4.8.

Tabela 4.6: Frequência / Percentagem de respostas à questão 3

| Número de Radiações | Frequência  | Percentagem (%) |
|---------------------|-------------|-----------------|
| 0                   | 7           | 0,6             |
| 1                   | 60          | 4,8             |
| 2                   | 103         | 8,3             |
| 3                   | 240         | 19,3            |
| 4                   | 260         | 20,9            |
| 5                   | 235         | 18,9            |
| 6                   | 194         | 15,6            |
| 7                   | 147         | 11,8            |
| <b>Total</b>        | <b>1246</b> | <b>100</b>      |

Gráfico 4.8: Percentagem de respostas à questão 3



Verifica-se que a maior percentagem 20,9%, conhece quatro dos sete tipos de radiações apresentados e que só 11,8% conhecem os sete tipos de radiação.

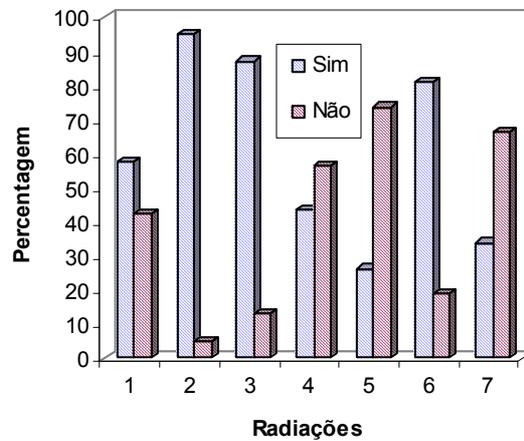
Seria de esperar que os alunos seleccionassem um maior número de radiações, uma vez que as apresentadas, são radiações que os alunos convivem diariamente.

Torna-se interessante analisar, das apresentadas quais os alunos mais conhecem. Tal pode observar-se através da tabela 4.7 e do gráfico 4.9.

Tabela 4.7: Percentagem de alunos que seleccionou cada uma das radiações

|   | Radiação         | Sim(%) | Não(%) |
|---|------------------|--------|--------|
| 1 | Electromagnética | 57,5   | 42,5   |
| 2 | RX               | 95,3   | 4,8    |
| 3 | UV               | 87,2   | 12,9   |
| 4 | Gama             | 43,4   | 56,5   |
| 5 | Cósmica          | 26,2   | 73,8   |
| 6 | Infravermelha    | 81,1   | 18,9   |
| 7 | Visível          | 33,9   | 66,2   |

Gráfico 4.9: Percentagem de alunos que seleccionou ou não cada uma das radiações



Na tabela 4.7 e no gráfico 4.9 encontram-se registadas as percentagens de alunos que conhecem e que não conhecem cada uma das radiações.

Um facto bastante interessante é que 66,2% dos alunos não seleccionou a radiação visível. Ou seja mais de 50% dos alunos inquiridos não reconhece a radiação mais importante para si.

Verifica-se que 95,3% dos alunos já ouviram falar em radiação X, facto que é normal, pois quase todos alunos ou já realizaram um exame radiológico ou já ouviram algum familiar ou amigo dizer que o iam realizar.

De seguida as radiações mais conhecidas são a ultravioleta e a infravermelha com 87,2% e 81,1% respectivamente. O que também é compreensível pois durante o Verão os alunos são constantemente alertados para se protegerem delas, sendo estas extremamente prejudiciais para a saúde humana.

A radiação cósmica é a que os alunos menos conhecem, só 26,2% já ouviu falar, ou seja os alunos estão diariamente sujeitos a este tipo de radiação proveniente do espaço e não têm conhecimento de que tipo de radiação se trata.

**Questão 4**

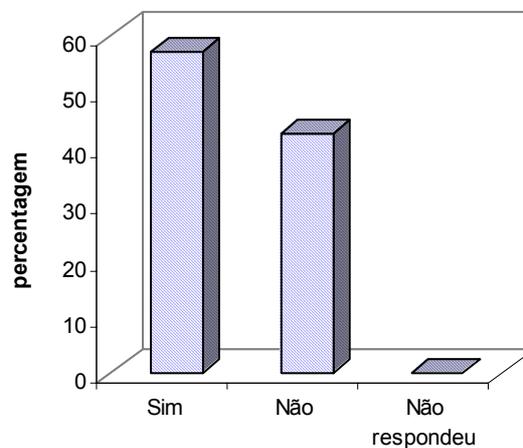
**“ Já ouviste falar de radioactividade natural? “**

Com esta questão pretende-se verificar se efectivamente os alunos tem conhecimento, que a natureza que nos rodeia é um “gerador” de radiações.

**Tabela 4.8: Frequência / Percentagem de respostas à questão 4**

|                      | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|----------------------|-------------------|------------------------|
| <b>Não respondeu</b> | 3                 | 0,2                    |
| <b>Sim</b>           | 712               | 57,1                   |
| <b>Não</b>           | 531               | 42,6                   |
| <b>Total</b>         | 1246              | 100                    |

**Gráfico 4.10: Percentagem de respostas à questão 4**



Mais de metade (57,1%) dos alunos inquiridos efectivamente tem conhecimento da existência de radioactividade natural. No entanto a percentagem de alunos que desconhecem a sua existência é significativamente elevada (42,6%).

Pode inferir-se que grande percentagem dos alunos continua a pensar que só os instrumentos criados pelo homem podem ser emissores de radiações.

Continuam a desconhecer por exemplo que alguns dos alimentos que ingerem, o ar que respiram e a água que bebem contém isótopos radioactivos.

A questão seguinte têm como objectivo perceber quais são as fontes naturais de radiação que eles conhecem.

**Questão 5**

**“ Das diferentes fontes de radiação natural que se seguem selecciona as que conheces.”**

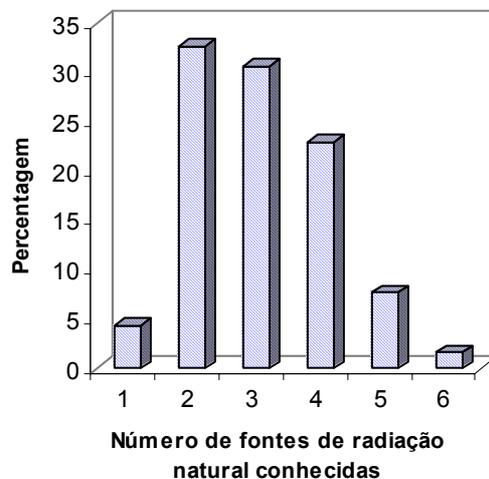
Nesta questão foram apresentadas aos alunos cinco fontes de radiação natural, raios cósmicos, radiação solar, radioactividade presente nos alimentos e nas águas, radiação proveniente dos solos e gás radão.

Das fontes apresentados os alunos tinham que seleccionar as que conheciam.

Tabela 4.9: Frequência / Percentagem de respostas à questão 5

| Numero de Fontes | Frequência | Percentagem (%) |
|------------------|------------|-----------------|
| 0                | 54         | 4,3             |
| 1                | 408        | 32,7            |
| 2                | 382        | 30,7            |
| 3                | 286        | 23,0            |
| 4                | 96         | 7,7             |
| 5                | 20         | 1,6             |
| <b>Total</b>     | 1246       | 100             |

Gráfico 4.11: Percentagem de respostas à questão 5



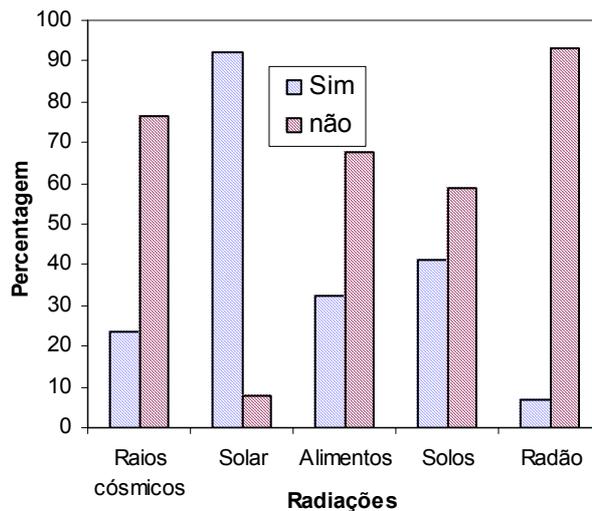
Verifica-se que a maioria dos alunos das cinco fontes naturais apresentadas só conhecem uma (32,7%) ou duas (30,2%). Mas quais serão as que eles mais conhecem?

Através da tabela 4.10 e do gráfico 4.12 podemos obter a resposta a esta questão.

Tabela 4.10: Percentagem de alunos que seleccionou cada uma das fontes de radiações

|   | Fontes de Radiação | Sim(%) | Não(%) |
|---|--------------------|--------|--------|
| 1 | Raios cósmicos     | 23,6   | 76,3   |
| 2 | Solar              | 92,2   | 7,8    |
| 3 | Alimentos          | 32,3   | 67,6   |
| 4 | Solos              | 41,3   | 58,7   |
| 5 | Radão              | 7,1    | 92,9   |

Gráfico 4.12: Percentagem de alunos que seleccionou ou não cada uma das fontes de radiações



Sem qualquer dúvida a fonte de radiação natural que os alunos mais conhecem é a solar, 92,2% dos alunos inquiridos assinalou este tipo de fonte. De seguida a mais assinalada foram os solos 41,3%. No entanto aquelas que mais contribuem para a dose de radiação que todos nós recebemos diariamente, foram pouco assinaladas pelos alunos. A cósmica em que só 23,6% dos alunos assinalou e o gás radão em que a percentagem de alunos que assinalou foi muito reduzida 7,1%.

Através do gráfico 4.12 observa-se que à excepção da radiação solar, em todas as outras a percentagem de alunos que não as assinalou foi sempre superior à que assinalou.

Através dos dados da questão 3 e 5 verifica-se que os alunos na maioria o pouco conhecimento que possuem sobre radiações, refere-se a radiações não ionizantes no que diz respeito às radiações ionizantes o conhecimento é reduzido ou nulo.

### Questão 6

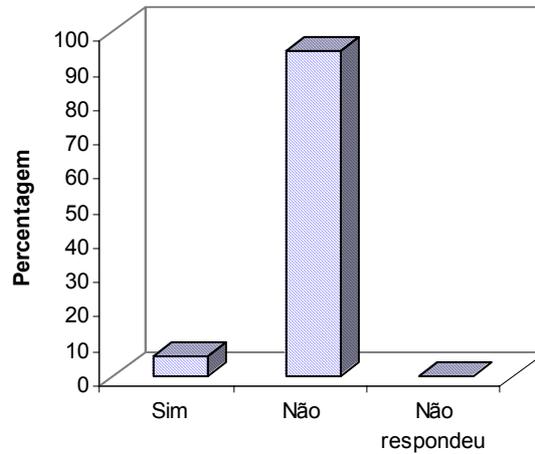
**“ Todos os tipos de radiação provocam o mesmo efeito no organismo humano?”**

Pretende-se agora verificar se os alunos têm a percepção de que radiações diferentes têm efeitos diferentes no organismo humano.

Tabela 4.11: Frequência / Percentagem de respostas à questão 6

|                      | Frequência | Percentagem (%) |
|----------------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>           | 73         | 5,9             |
| <b>Não</b>           | 1172       | 94,1            |
| <b>Não respondeu</b> | 1          | 0,1             |
| <b>Total</b>         | 1246       | 100             |

Gráfico 4.13: Percentagem de respostas à questão 6



Na realidade embora os alunos não consigam distinguir as diferentes radiações existentes, eles têm a noção que elas podem provocar efeitos diferentes no organismo humano.

A maioria dos alunos 94% respondeu negativamente à questão, o que já é bastante positivo mas é no entanto insuficiente para que os alunos possam lidar diariamente com o nosso mundo, que é formado por radiações dos mais diversos tipos.

Por exemplo será que um aluno sabe que quando faz uma radiografia é sujeito a um tipo de radiação diferente daquela que é sujeito quando realiza uma ressonância magnética?

Através da análise da próxima questão pode obter-se a resposta.

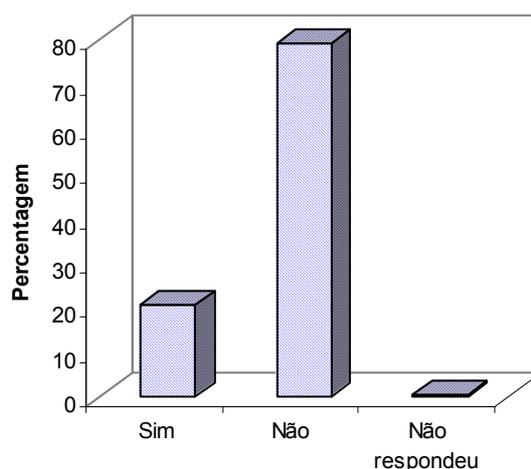
### Questão 7

**“ O tipo de radiação utilizada numa radiografia é o mesmo que é utilizado numa ressonância magnética?”**

Tabela 4.12- Frequência / Percentagem de respostas à questão 7

|                      | Frequência | Percentagem (%) |
|----------------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>           | 254        | 20,4            |
| <b>Não</b>           | 989        | 79,4            |
| <b>Não respondeu</b> | 3          | 0,2             |
| <b>Total</b>         | 1246       | 100             |

Gráfico 4.14- Percentagem de respostas à questão 7



A maioria dos alunos (79,4%) respondeu que não se trata do mesmo tipo de radiação, no entanto existe ainda uma percentagem razoável (20,4%) de alunos que pensa ser a mesma. Efectivamente os alunos respondem que não é o mesmo tipo de radiação, mas continuam sem saber distingui-los. O que nos leva a concluir que muitas destas resposta poderão ser um pouco por intuição uma vez que o nome é diferente, então certamente a radiação será diferente.

### Questão 8

**“Quando estás frente ao teu computador, ao televisor ou a falar ao teu telemóvel estás a receber uma certa quantidade de radiação. Normalmente utilizas estes aparelhos durante muito tempo?”**

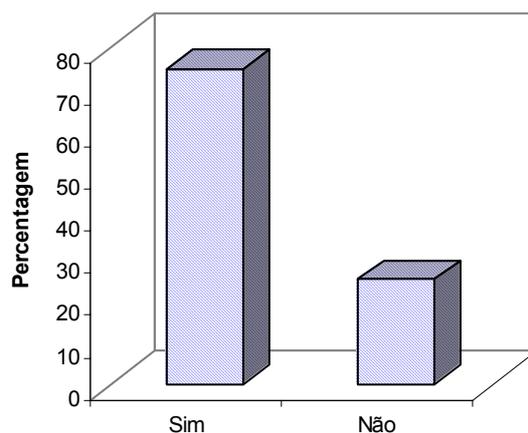
Todos nós vivemos rodeados por computadores, televisores e telemóveis e são os jovens que mais os utilizam, muitos deles não sabem que quando os utilizam estão a receber uma certa quantidade de radiação.

Estas quantidades para um cidadão comum, são negligenciáveis. No entanto existem jovens que ocupam a maior parte do seu tempo em contacto com estes meios de comunicação, o que faz com que recebem uma quantidade de radiação mais elevada.

Tabela 4.13: Frequência / Percentagem de respostas à questão 8

|              | Frequência | Percentagem (%) |
|--------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>   | 933        | 74,9            |
| <b>Não</b>   | 313        | 25,1            |
| <b>Total</b> | 1246       | 100             |

Gráfico 4.15: Percentagem de respostas à questão 8



Através destes resultados constata-se que realmente uma grande percentagem dos alunos ocupa muito tempo com estes meios, o que se torna um pouco prejudicial.

### Questão 9

**“ Pensas que a instalação de uma antena de telemóveis na tua escola será prejudicial? “**

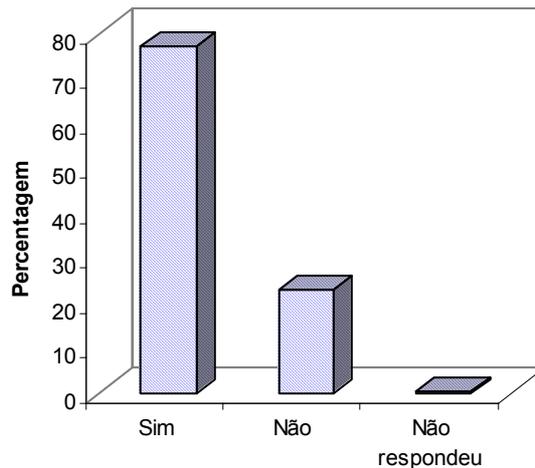
Um tema muito em destaque nos dias de hoje é a instalação de telemóveis em escolas, muitas são as ideias sobre o assunto, mas na realidade ainda não existem estudos que comprovem ou não a sua influência na saúde humana.

Achou-se importante sondar a opinião dos jovens relativamente ao assunto, uma vez que estes são uns dos principais interessados sobre o assunto, sendo no entanto esta uma questão que sai um pouco do âmbito do nosso estudo

Tabela 4.14: Frequência / Percentagem de respostas à questão 9

|                      | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|----------------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>           | 960               | 77,0                   |
| <b>Não</b>           | 285               | 22,9                   |
| <b>Não respondeu</b> | 1                 | 0,10                   |
| <b>Total</b>         | 1246              | 100                    |

Gráfico 4.16: Percentagem de respostas à questão 9



Através dos dados conclui-se que a maioria dos jovens respondeu sim, ou seja 77% dos alunos inquiridos são da opinião que a instalação de antenas de telemóveis, é prejudicial.

No entanto até aos dias de hoje ainda não existem estudos que comprovem que as radiações por estas emitidas possam afectar o ser humano

Todo o alarme que envolve este assunto pode ser devido, à falta de informação que a população recebe, ou então a informação é dada pelos meios de comunicação social muitas vezes de uma forma pouco perceptível.

### Questão 10

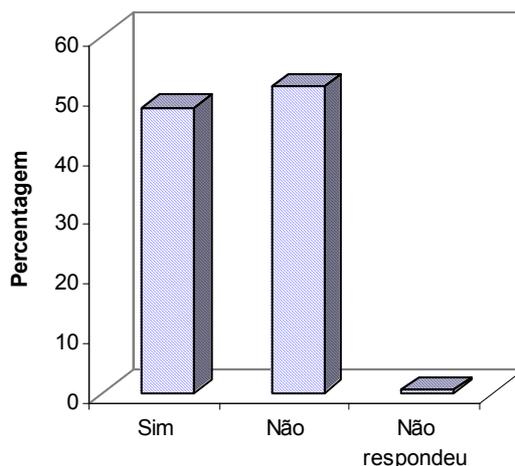
**“ Concordas com a utilização da energia nuclear como fonte alternativa de energia? “**

Esta questão aparece no nosso estudo com o objectivo de verificar qual a opinião dos alunos relativamente ao assunto.

Tabela 4.15: Frequência / Percentagem de respostas à questão 10

|                      | Frequência | Percentagem (%) |
|----------------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>           | 599        | 48,3            |
| <b>Não</b>           | 642        | 51,5            |
| <b>Não respondeu</b> | 5          | 0,40            |
| <b>Total</b>         | 1246       | 100             |

Gráfico 4.17: Percentagem de respostas à questão 10



Uma vez que este assunto gera opiniões bastante contraditórias na sociedade e os problemas energéticos são uma realidade dos nossos dias, achou-se interessante sondar a opinião dos jovens relativamente à utilização desta forma de energia alternativa.

A produção de energia é hoje um assunto bastante problemático, existe a necessidade de criar energias alternativas uma vez que os combustíveis fósseis encontram-se em risco de se esgotarem.

A opinião dos jovens é de certo modo contraditória, pois a percentagem de alunos que concorda (48,3%) é muito próxima da percentagem de alunos que não concorda (51,5%), ou seja não existe uma opinião generalizada sobre o assunto.

Tal facto pode ser devido à falta de informação, ou então os alunos acham que esta embora seja bastante benéfica também acarreta graves problemas, como tal deve ser um assunto bem ponderado.

Talvez fosse de esperar uma maior percentagem de alunos que não respondessem à questão, mas o que realmente se verificou foi uma grande divergência de opiniões.

#### 4.2.2 - Segunda parte do inquérito

Tal como já foi referido, nesta parte do inquérito os alunos tinham que expressar a sua opinião através de uma escala de Likert de cinco pontos ( 1- discordo totalmente; 2- discordo; 3 – não discordo nem concordo; 4 – concordo; 5 – concordo totalmente), relativamente a afirmações, que abordam vários tópicos relacionados com o tema

As afirmações focam desde o conhecimento dos diferentes tipos de radiações, às suas aplicações, cuidados a ter quando a sua utilização e os efeitos benéficos e maléficos que podem acarretar para o ser humano.

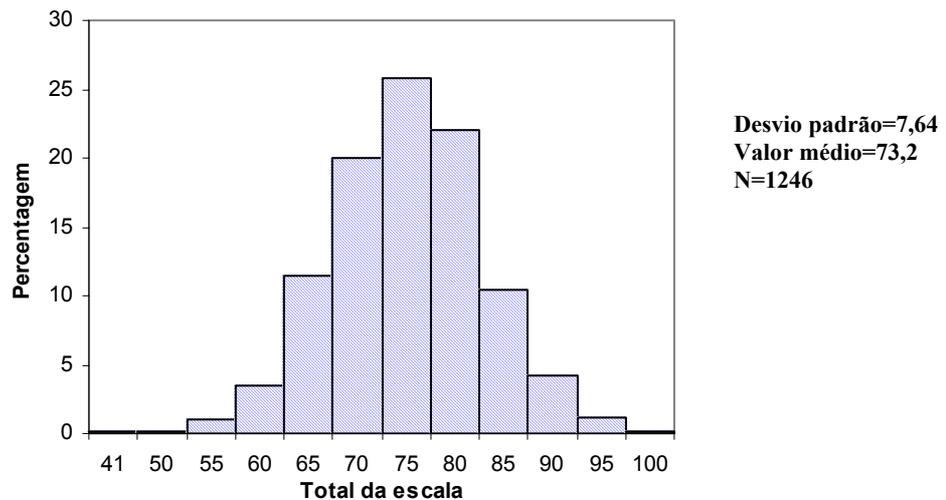
Esta parte do inquérito é formada por vinte afirmações ( Anexo1), sobre as quais os alunos tem que dar a sua opinião.

Para algumas das questões a resposta considerada mais correcta corresponde à pontuação menor da escala de Likert ( 1 ponto ), houve assim a necessidade de inverter a pontuação da escala, uma vez que à resposta considerada mais correcta deve sempre corresponder a pontuação máxima.

Após a recolha e registo dos resultados, procedeu-se ao cálculo da pontuação que cada aluno apresentava na segunda parte do inquérito, para se poder analisar.

Os resultados obtidos, depois de agrupados foram os que se encontram registados no gráfico 4.18.

**Gráfico 4.18: Percentagem de alunos em função do total da 2ª parte do inquérito**



Conclui-se assim que a maior percentagem dos alunos (25,84%) apresenta um total na segunda parte do inquérito entre 72,5 e 77,5 pontos.

A percentagem de alunos que apresenta valores abaixo dos 65 pontos e acima dos 90 pontos é reduzida.

Podemos assim inferir que os alunos não tem ideias bem explicitas sobre os assuntos questionados, daí a diferença significativa nos valores obtidos.

Seria de todo impossível estar a analisar, as respostas atribuídas a cada uma das questões, no entanto não se podem deixar de fazer referência a algumas que mostram que os alunos a questões essenciais, apresentam dúvidas e por vezes têm mesmo ideias erradas.

Será interessante analisar a tabela 4.16 da qual serão destacados alguns resultados.

Tabela 4.16 – Percentagem de opinião dos alunos relativamente a cada questão

| Questão                                                                                                                                                                     | Discordo totalmente(%) | Discordo (%) | Não discordo nem concordo (%) | Concordo (%) | Concordo totalmente (%) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|
| 1- O homem nos dias de hoje encontra-se continuamente exposto a radiações de diversos tipos.                                                                                | 1,7                    | 3,5          | 21,7                          | 52,1         | 21                      |
| 2 – Todas as radiações existentes possuem as mesmas características.                                                                                                        | 1,0                    | 3,6          | 14,4                          | 42,3         | 38,6                    |
| 3 – As radiações podem colocar em risco a vida humana, mas no entanto podem ser muito úteis.                                                                                | 1,7                    | 3,5          | 21,7                          | 52,1         | 21                      |
| 4 – O homem quando exposto a uma certa quantidade de radiação, está sujeito aos mesmos riscos independentemente do tipo de radiação.                                        | 6,3                    | 20,1         | 31,0                          | 29           | 13,4                    |
| 5 – As radiações podem ser utilizadas em medicina com fins de diagnóstico e terapêuticos.                                                                                   | 2,2                    | 3,2          | 19,7                          | 40,4         | 34,5                    |
| 6- As radiações quando utilizadas com os devidos cuidados não oferecem riscos.                                                                                              | 4,1                    | 15,5         | 37,2                          | 32,8         | 10,4                    |
| 7 – As radiações podem provocar o cancro mas ao mesmo tempo podem ser utilizadas para o seu tratamento.                                                                     | 3,0                    | 5,9          | 37                            | 40,1         | 14                      |
| 8 – Além da medicina as radiações também são utilizadas na indústria, na agricultura e na produção de energia.                                                              | 2,5                    | 4,5          | 27,4                          | 47,8         | 17,8                    |
| 9 – O efeito da exposição às radiações pode não ser imediato.                                                                                                               | 2,8                    | 6,7          | 26,6                          | 41,1         | 22,8                    |
| 10- Uma pessoa que realize uma radiografia de cinco em cinco anos não corre os mesmos riscos que uma pessoa que os realize regularmente.                                    | 5,7                    | 8,9          | 27,4                          | 34,7         | 23,3                    |
| 11 – A radiação ionizante ao incidir no organismo humano provoca os mesmos efeitos, qualquer que seja o órgão onde incide.                                                  | 2,0                    | 8,9          | 65,1                          | 16,6         | 7,4                     |
| 12 – Entre os riscos e os benefícios apresentados pelas radiações, o importante relativamente aos riscos que corre.                                                         | 2,7                    | 5,8          | 23,9                          | 47,9         | 19,7                    |
| 13 – A idade da pessoa que é submetida a uma determinada dose de radiação é importante relativamente aos riscos que corre.                                                  | 3,6                    | 7,1          | 31,7                          | 44,9         | 12,9                    |
| 14 – Uma mulher quando está grávida não deve realizar radiografias.                                                                                                         | 5,9                    | 6,7          | 28,7                          | 30,7         | 28,2                    |
| 15 – As doses de radiação recebidas numa radiografia são menores do que quando se realiza um tratamento de cancro.                                                          | 3,5                    | 8,2          | 49,4                          | 27,8         | 10,9                    |
| 16 – Os seres vivos não são igualmente sensíveis às radiações.                                                                                                              | 8,4                    | 13,8         | 31,3                          | 33,8         | 12,8                    |
| 17 – A radiação ultra violeta é proveniente do espaço e a radiação cósmica é a proveniente do Sol.                                                                          | 7,0                    | 16,4         | 32,7                          | 14,4         | 29,5                    |
| 18 – Existem radiações naturais e radiações artificiais.                                                                                                                    | 3,5                    | 3,7          | 24,9                          | 45,0         | 22,9                    |
| 19 – Algumas profissões e desportos fazem com que as pessoas recebam maior quantidade de radiação.                                                                          | 3,5                    | 6,8          | 35,3                          | 39,2         | 15,2                    |
| 20 – O uso ou não uso de energia nuclear é um assunto extremamente polémico e delicado. Os benefícios são inúmeros, mas os riscos, embora remotos, não podem ser ignorados. | 3,3                    | 2,6          | 26,0                          | 32,0         | 36,1                    |

Relativamente às questões dois, quatro, onze e dezassete em que a cotação máxima ( 5 pontos) correspondia à resposta discordo totalmente, pode-se verificar que os alunos se mostraram bastante reticentes na sua resposta.

No caso da questão em que se referia que todas as radiações têm as mesmas características, obviamente que não têm como tal os alunos deveriam responder discordo totalmente e a maioria dos alunos 42,3% respondeu concordo.

Este resultado vêm uma vez mais reforçar a conclusão que se tinha chegado na primeira parte da análise, que os alunos não conseguem distinguir os diferentes tipos de radiações, para eles todas possuem as mesmas características.

Na questão número um, que nos parece ser uma questão trivial, embora a maioria concorde, não concordam totalmente e a percentagem de alunos que respondeu que não concorda nem discordo é relativamente elevada ( 21,7%).

Existem cerca de 5,2% de alunos que pensam que o ser humano não se encontra rodeado de radiações, facto que não se percebe como em pleno sec.XXI existam alunos com esta ideia.

Em relação às outras questões referidas, os alunos não têm uma opinião formada pois a maioria respondeu que não concordava nem discordava.

Ou seja por exemplo eles não têm noção que os riscos a que o ser humano está sujeito quando exposto a uma radiação, depende do tipo de radiação em causa. E que a mesma radiação pode provocar efeitos diferentes consoante o órgão em que incide.

Através da análise geral da tabela 4.16 verifica-se que a maioria dos alunos responde não concordo nem discordo ou concordo. Não possuem certezas relativamente às questões colocadas.

Assim os dados apresentados na tabela vêm reforçar a ideia que já estava subjacente no gráfico 4.18.

### **4.3 - Análise da consistência interna da escala de Likert**

Para verificar a consistência interna da escala de Likert, utiliza-se o teste estatístico Alpha de Cronbach. Para tal subdividiu-se a escala segundo os três objectivos que se pretendia testar com a escala de Likert.

**Tabela 4.17 : Objectivos a testar na segunda parte do inquérito**

| <b>Objectivo</b>                  | <b>Questão</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Conhecimento das radiações</b> | 1- O homem nos dias de hoje encontra-se continuamente exposto a radiações de diversos tipos.<br>2 – Todas as radiações existentes possuem as mesmas características.<br>16 – Os seres vivos não são igualmente sensíveis às radiações.<br>17 – A radiação ultravioleta é a proveniente do espaço e a radiação cósmica é a proveniente do Sol.<br>18 – Existem radiações naturais e radiações artificiais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Aplicações das radiações</b>   | 3 – As radiações podem colocar em risco a vida humana, mas no entanto podem ser muito úteis.<br>5 – As radiações podem ser utilizadas em medicina com fins de diagnóstico e terapêuticos.<br>7 – As radiações podem provocar o cancro mas ao mesmo tempo podem ser utilizadas no seu tratamento.<br>8 – Além da medicina as radiações também são utilizadas na industria , na agricultura e na produção de energia.<br>12 – Entre os riscos e os benefícios apresentados pelas radiações o importante é saber utilizá-las.<br>15 – As doses de radiação recebidas numa radiografia são menores do que quando se realiza um tratamento de cancro.<br>20 – O uso ou não de energia nuclear é um assunto extremamente polémico e delicado. Os benefícios são inúmeros , mas os riscos, embora remotos, não podem ser ignorados. |
| <b>Perigo das radiações</b>       | 4 – O homem quando exposto a uma certa quantidade de radiação está sujeito aos mesmos riscos independentemente do tipo de radiação.<br>6 – As radiações quando utilizadas com os devidos cuidados não oferecem riscos.<br>9 – O efeito da exposição às radiações pode não ser imediato.<br>10 – Uma pessoa que realize uma radiografia de cinco em cinco anos não corre os mesmos riscos que uma pessoa que os realiza regularmente.<br>11 – A radiação ionizante ao incidir no organismo humano provoca os mesmos efeitos, qualquer que seja o órgão onde incide.<br>14 – Uma mulher quando está grávida não deve realizar radiografias..<br>19 – Algumas profissões e desportos fazem com que as pessoas recebam maior quantidade de radiação.                                                                             |

A consistência interna desta escala é razoável dado que para a versão completa, 20 itens, que se utiliza foi encontrado um valor de alpha de Cronbach igual a 0,72.

#### **4.4 – Influência das variáveis sócio-demográficas**

Após a análise descritiva detalhada, torna-se interessante verificar se existe dependência entre as variáveis, para isso aplicou-se o teste Qui-quadrado para as variáveis nominais (1ª parte do inquérito).

Para se perceber melhor esta dependência apresentam-se também as percentagens atribuídas a cada uma das questões em função das variáveis sócio-demográficas, são salientadas só as questões em que existem influências significativas.

Em relação à variável residência para se poder estudar a sua influência nas diversas questões foi necessário subdividir a amostra considerando os diferentes níveis de escolaridade separadamente. Isto porque nem todas as localidades continham alunos dos três níveis de ensino.

##### **4.4.1 – Primeira parte do inquérito**

###### **Questão 1**

**“ Já ouviste falar em radiações? “**

Começa-se por apresentar na tabela 4.18 as percentagens de resposta em função de das variáveis sócio-demográficas que influenciam as respostas da questão 1.

**Tabela 4.18: Análise estatística da questão 1**

|                     |              | <b>Frequência</b> | <b>Sim(%)</b> | <b>Não(%)</b> | <b><math>\chi^2</math>, gl, N, p</b> |
|---------------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|--------------------------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino     | 646               | 95,2          | 4,2           | 5,235<br>1245                        |
|                     | Masculino    | 600               | 92,8          | 7,2           | 1246<br>0,022                        |
| <b>Idade</b>        | < 13 anos    | 115               | <b>85,2</b>   | 14,8          | 35,072                               |
|                     | 13 – 15 anos | 472               | 92,4          | 7,6           | 1245                                 |
|                     | 16 – 17 anos | 351               | 96,3          | 3,7           | 1246                                 |
|                     | > 17 anos    | 308               | <b>98,7</b>   | 1,3           | 0,002                                |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 439               | 87,2          | 12,8          | 65,943                               |
|                     | Secundário   | 602               | 97,8          | 2,2           | 1245                                 |
|                     | Superior     | 205               | 99,0          | 1,0           | 1246<br>0,000*                       |

\*p<0,001

Através da análise da tabela 4.18 pode constatar-se que as variáveis idade e nível de escolaridade são as que mais influenciam as respostas à questão um, com p<0,05.

Relativamente à idade a diferença é mais significativa entre o nível etário < 13 anos em que 85,2% responde sim à questão e 14,8% responde não, e o nível etário > 17 anos que responde 98,7% que sim e 1,3% que não, no que diz respeito aos outros níveis etários as diferenças não são tão significativas.

Relativamente à dependência da residência o estudo é realizado por níveis de escolaridade. Em que se verificou influência só no ensino básico.

## Ensino Básico

Tabela 4.19 : Dependência dos resultados da questão 1 da residência para o ensino básico.

| Residência          | Frequência | Sim (%)    | Não (%)     | $\chi^2$ , gl, N, p            |
|---------------------|------------|------------|-------------|--------------------------------|
| Vendas Novas Cidade | 72         | 79,2       | <b>20,8</b> | 32,024<br>438<br>439<br>0,000* |
| Vendas Novas Rural  | 18         | 88,9       | 11,1        |                                |
| Redondo             | 25         | 76,0       | <b>24,0</b> |                                |
| Beja                | 27         | <b>100</b> | 0           |                                |
| Odivelas            | 48         | <b>100</b> | 0           |                                |
| Celorico de Basto   | 43         | 93,0       | 7,0         |                                |
| Vila Real           | 129        | 79,8       | <b>20,2</b> |                                |
| Lagos               | 41         | <b>100</b> | 0           |                                |
| Vagos               | 34         | 88,2       | 11,8        |                                |

\*p<0,001

Considerando as diferentes residências onde o estudo foi aplicado a alunos do ensino básico, verifica-se que a residência influencia o conhecimento dos alunos sobre a existência de radiações.

As localidades de Vendas Novas Cidade, Redondo e Vila Real são aquelas em que se existe uma maior percentagem de alunos que dizem nunca ter ouvido falar em radiações (30,0%, 24,0%, e 20,2% respectivamente).

Relativamente a Vendas Novas, localidade onde foi possível subdividir as duas regiões, a cidade e a zona rural os resultados foram um pouco diferentes do que se poderia prever. Uma vez que os alunos da cidade normalmente possuem mais meios que lhes permitem adquirir conhecimentos o que significaria uma maior percentagem de respostas afirmativas do que na zona rural.

Na localidades de Beja, Odivelas e Lagos 100% dos alunos respondeu que já tinha ouvido falar de radiações.

Relativamente ao ensino Secundário e ao Ensino superior não se verificaram diferenças significativas com  $p > 0,05$ , relativamente às diferentes localidades.

## Questão 2

“Sabes qual é a diferença entre radiações ionizantes e não ionizantes?”

Tabela 4.20: Análise estatística da questão 2

|                     |              | Frequência | Sim(%) | Não(%) | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------|--------------|------------|--------|--------|---------------------|
| <b>Idade</b>        | < de 13 anos | 115        | 5,2    | 94,8   | 49,993              |
|                     | 13 – 15 anos | 472        | 11,7   | 88,3   | 1245                |
|                     | 16 – 17anos  | 351        | 12,0   | 88,0   | 1246                |
|                     | > 17 anos    | 308        | 26,9   | 73,1   | 0,000*              |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 439        | 6,8    | 93,2   | 48,769              |
|                     | Secundário   | 602        | 16,6   | 83,4   | 1245                |
|                     | Superior     | 205        | 27,3   | 72,7   | 1246                |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1  | 105        | 29,6   | 70,4   | 0,000*              |
|                     | Categoria 2  | 143        | 20,3   | 79,7   | 10,442              |
|                     | Categoria 3  | 613        | 13,4   | 86,6   | 1245                |
|                     | Categoria 4  | 385        | 13,2   | 86,8   | 1246                |
|                     |              |            |        |        | 0,015               |

\*p&lt;0,001

A questão dois, é uma questão mais pertinente, uma vez tal como se concluiu através da análise descritiva, a maioria dos alunos já ouviu falar em radiações, mas não consegue distingui-las, e este facto varia em função das diferentes variáveis sócio-demográficas.

Sem dúvida que o nível etário e o nível de escolaridade encontram-se directamente relacionados, as diferenças entre os níveis etários e os de escolaridade é muito semelhante.

Em que a percentagem de alunos que responde afirmativamente à questão, vai aumentando significativamente do nível etário mais baixo (<13 anos) para o mais elevado (> 17), e do ensino básico para o secundário e deste para o superior.

Em relação à profissão que apresenta uma influência significativa ( $\chi^2 = 10,442$  e  $p < 0,05$ ). São os alunos cujos pais pertencem à categoria profissional número um, os que respondem em maior percentagem (29,6%) afirmativamente à questão. São estes que mais conseguem distinguir as radiações ionizantes das não ionizantes.

No que concerne à residência só se verificam diferenças significativas com  $p < 0,05$  nos alunos do ensino secundário, tal como se pode observar através da tabela 4.21.

## Ensino Secundário

Tabela 4.21: Dependência dos resultados da questão 2 da residência para o ensino secundário

| Localidade            | Frequência | Sim (%)     | Não (%)    | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|-----------------------|------------|-------------|------------|-------------------------------|
| Vendas Novas Cidade   | 81         | <b>28,4</b> | 71,6       | 27,217<br>601<br>602<br>0,012 |
| Vendas Novas Rural    | 56         | 7,1         | 92,9       |                               |
| Redondo               | 26         | 15,4        | 84,6       |                               |
| Mafra                 | 18         | <b>33,3</b> | 66,7       |                               |
| Beja                  | 43         | 9,3         | 90,7       |                               |
| Lisboa                | 94         | 12,8        | 87,2       |                               |
| Celorico de Basto     | 55         | 16,4        | 83,6       |                               |
| Alcácer do Sal        | 78         | 16,7        | 83,3       |                               |
| Vila Real S.º António | 32         | <b>28,1</b> | 71,9       |                               |
| Lagos                 | 9          | <b>0</b>    | <b>100</b> |                               |
| Grândola              | 60         | 18,3        | 81,7       |                               |
| Évora                 | 12         | <b>25,0</b> | 75,0       |                               |
| Montemor-o-Novo       | 37         | 5,4         | 94,6       |                               |

Relativamente ao ensino secundário as respostas dos alunos são dependentes da residência, em que  $\chi^2=27,217$  e  $p<0,05$ .

Destacam-se as localidades de Vendas Novas cidade, Mafra, Vila Real de S.º António e Évora em que mais de 25% dos alunos diz saber distinguir os dois tipos de radiação. No entanto ainda neste nível de ensino existe a localidade de Lagos em que todos os alunos dizem não saber distinguir os dois tipos de radiação.

### Questão 3

“ Dos tipos de radiações que se seguem selecciona os que conheces.”

Tabela 4.22: Percentagem em função das Variáveis sócio-demográficas

| Número de radiações seleccionadas |              | Frequência | 0   | 1    | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           |
|-----------------------------------|--------------|------------|-----|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Idade</b>                      | < de 13 anos | 115        | 0,9 | 14,8 | <b>22,6</b> | <b>26,1</b> | 16,5        | 14,8        | 3,5         | 0,9         |
|                                   | 13 – 15 anos | 472        | 0,8 | 5,7  | 11,4        | <b>23,3</b> | <b>23,5</b> | 18,4        | 9,7         | 7,0         |
|                                   | 16 – 17 anos | 351        | 0,6 | 2,8  | 5,4         | <b>18,5</b> | <b>25,4</b> | <b>18,5</b> | 14,2        | 14,5        |
|                                   | > 17 anos    | 308        | 0   | 1,9  | 1,3         | 11,4        | 13,3        | <b>21,4</b> | <b>30,5</b> | <b>20,1</b> |
| <b>Escolaridade</b>               | Básico       | 439        | 1,4 | 10,3 | 16,9        | <b>26,9</b> | <b>22,6</b> | 15,7        | 5,0         | 1,4         |
|                                   | Secundário   | 602        | 0,2 | 2,2  | 4,8         | 17,9        | <b>22,9</b> | <b>20,4</b> | 16,6        | 15,0        |
|                                   | Superior     | 205        | 0   | 1,0  | 0           | 6,8         | 11,2        | 21,0        | <b>35,1</b> | <b>24,9</b> |
| <b>Profissão</b>                  | Categoria 1  | 105        | 0   | 1,0  | 1,9         | 10,5        | <b>23,8</b> | 16,2        | 21,0        | <b>25,7</b> |
|                                   | Categoria 2  | 143        | 0   | 1,4  | 5,6         | 17,5        | 18,9        | <b>20,3</b> | <b>21,7</b> | 14,7        |
|                                   | Categoria 3  | 613        | 0,3 | 3,9  | 8,8         | <b>20,1</b> | <b>20,7</b> | 18,3        | 16,3        | 11,6        |
|                                   | Categoria 4  | 385        | 0   | 8,8  | 5,9         | <b>29,4</b> | <b>35,3</b> | 17,6        | 2,9         | <b>0</b>    |

Tabela 4.23 : Teste  $\chi^2$  para questão 3

| Questão 3    | $\chi^2$ , gl, N, p |
|--------------|---------------------|
| Idade        | 231,513             |
|              | 1245                |
|              | 1246                |
|              | 0,000*              |
| Escolaridade | 316,945             |
|              | 1245                |
|              | 1246                |
|              | 0,000*              |
| Profissão    | 76,427              |
|              | 1245                |
|              | 1246                |
|              | 0,000*              |

\*p<0,001

O número de radiações seleccionadas pelos alunos variou em função das variáveis sócio-demográficas, tal como se pode observar através da tabela 4.23.

As variáveis idade, escolaridade e profissão dos pais todas influenciam significativamente. No entanto através do teste  $\chi^2$  pode verificar-se que a que apresenta maior valor, 316,945 é a escolaridade.

Através da tabela 4.22 conclui-se que a maior percentagem dos alunos do ensino básico e secundário, seleccionou três ou quatro tipos de radiações. No caso dos alunos do ensino superior a maior percentagem seleccionou cinco ou seis tipos de radiações

### Ensino Básico

Tabela 4.24: Dependência dos resultados da questão 3 da residência para o ensino básico

| Localidade          | Frequência | 0   | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6    | 7   |
|---------------------|------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-----|
| Vendas Novas Cidade | 72         | 0   | 16,7        | <b>19,4</b> | 15,3        | 16,7        | <b>19,4</b> | 11,1 | 1,4 |
| Vendas Novas Rural  | 18         | 0   | <b>27,8</b> | <b>33,3</b> | 5,6         | 11,1        | 16,7        | 5,6  | 0   |
| Redondo             | 25         | 4   | 8,0         | 8,0         | <b>32,0</b> | 24,0        | 16,0        | 8,0  | 0   |
| Beja                | 27         | 0   | 7,4         | 7,4         | <b>37,0</b> | 25,9        | 11,1        | 11,1 | 0   |
| Odivelas            | 48         | 0   | 0           | 6,3         | <b>39,6</b> | 18,8        | 25,0        | 8,3  | 2,1 |
| Celorico de Basto   | 43         | 2,3 | 9,3         | <b>30,2</b> | 25,6        | 20,9        | 11,6        | 0    | 0   |
| Vila Real           | 129        | 3,1 | 12,4        | 17,8        | <b>27,1</b> | <b>26,4</b> | 10,9        | 1,6  | 0,8 |
| Lagos               | 41         | 0   | 2,4         | 19,5        | <b>29,3</b> | 19,5        | 19,5        | 2,4  | 7,3 |
| Vagos               | 34         | 0   | 8,8         | 5,9         | <b>29,4</b> | <b>35,3</b> | 17,6        | 2,9  | 1,4 |

Tabela 4.25: Resultados estatísticos da questão 3

| Questão 3  | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|------------|-------------------------------|
| Residência | 99,917<br>438<br>439<br>0,011 |

A dependência do número de radiações seleccionadas da residência é significativa,  $p < 0,05$ .

### Ensino Secundário

Tabela 4.26: Dependência dos resultados da questão 3 da residência para o ensino secundário

| Localidade            | Frequência | 0   | 1    | 2    | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           |
|-----------------------|------------|-----|------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Vendas novas cidade   | 81         | 0   | 2,5  | 0    | 12,3        | <b>28,4</b> | 19,8        | 18,5        | 18,5        |
| Vendas Novas rural    | 56         | 0   | 5,4  | 10,7 | <b>32,1</b> | 19,6        | 19,6        | 10,7        | 1,8         |
| Lisboa                | 26         | 0   | 1,1  | 3,2  | 21,3        | <b>27,7</b> | 24,5        | 12,8        | 9,6         |
| Redondo               | 18         | 0   | 0    | 7,7  | 19,2        | 19,2        | 0           | <b>26,9</b> | <b>26,9</b> |
| Mafra                 | 43         | 0   | 0    | 5,6  | 0           | 22,2        | 27,8        | 11,1        | <b>33,3</b> |
| Alcácer do Sal        | 94         | 0   | 0    | 5,1  | 23,1        | 17,9        | <b>21,8</b> | 17,9        | 14,1        |
| Beja                  | 55         | 0   | 0    | 0    | 14,0        | 14,0        | 23,3        | 18,6        | <b>30,2</b> |
| Évora                 | 78         | 0   | 0    | 8,3  | 25,0        | <b>41,7</b> | 8,3         | 16,7        | 0           |
| Celorico de Basto     | 32         | 0   | 9,1  | 14,5 | 18,2        | <b>27,3</b> | 20,0        | 9,1         | 1,8         |
| Vila Real             | 9          | 0   | 0    | 0    | 0           | <b>100</b>  | 0           | 0           | 0           |
| Montemor-o-Novo       | 60         | 0   | 0    | 0    | 29,7        | <b>35,1</b> | 21,6        | 10,8        | 2,7         |
| Grândola              | 12         | 1,7 | 1,7  | 1,7  | 1,7         | 8,3         | 20,0        | 26,7        | <b>38,3</b> |
| Vila Real S.º António | 37         | 0   | 0    | 9,4  | 12,5        | 18,8        | 21,9        | <b>28,1</b> | 9,4         |
| Lagos                 | 9          | 0   | 11,1 | 0    | 22,2        | <b>44,4</b> | 22,2        | 0           | 0           |

Tabela 4.27: Resultados estatísticos da questão 3

| Questão 3  | $\chi^2$ , gl, N, p             |
|------------|---------------------------------|
| Residência | 186,918<br>602<br>601<br>0,000* |

\* $p < 0,001$

Também neste nível de ensino a dependência da residência é notória.

A maioria dos alunos seleccionam quatro ou cinco fontes, salienta-se Évora e Lagos localidades onde se registaram as percentagens mais elevadas de alunos a seleccionar quatro fontes.

### Ensino Superior

Tabela 4.28: Dependência dos resultados da questão 3 da residência para o ensino superior

| Localidade | Frequência | 1   | 3    | 4    | 5           | 6           | 7           | $\chi^2$ , gl, N, p            |
|------------|------------|-----|------|------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| Lisboa     | 48         | 2,1 | 6,3  | 10,4 | 8,3         | 31,3        | <b>41,7</b> | 62,821<br>204<br>205<br>0,000* |
| Leiria     | 51         | 0   | 9,8  | 17,6 | <b>29,4</b> | 23,5        | 19,6        |                                |
| Santarém   | 16         | 0   | 25,0 | 18,8 | <b>50,0</b> | 0           | 6,3         |                                |
| Faro       | 27         | 0   | 3,7  | 7,4  | 18,5        | <b>59,3</b> | 11,1        |                                |
| Beja       | 21         | 4,8 | 4,8  | 9,5  | 19,0        | <b>52,4</b> | 9,5         |                                |
| Covilhã    | 42         | 0   | 0    | 4,8  | 16,7        | <b>42,9</b> | 35,7        |                                |

\*p<0,001

O número de radiações seleccionado neste nível de ensino é mais significativo que nos outros níveis. Na localidade de Santarém 50% dos alunos seleccionaram cinco radiações e em Lisboa 41,7% dos alunos seleccionaram as setes radiações.

### Questão 4

“ Já ouviste falar de radioactividade natural? “

Tabela 4.29 : Análise estatística da questão 4

|                     |              | Frequência | Sim(%)      | Não(%) | $\chi^2$ , gl, N, P |
|---------------------|--------------|------------|-------------|--------|---------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino     | 646        | 52,7        | 47,3   | 11,080<br>1245      |
|                     | Masculino    | 600        | 61,8        | 38,2   | 1246<br>0,004       |
| <b>Idade</b>        | < de 13 anos | 115        | 40,0        | 60,0   | 33,866<br>1245      |
|                     | 13 – 15 anos | 472        | 52,3        | 47,7   | 1246                |
|                     | 16 – 17 anos | 351        | 64,1        | 35,9   | 0,000*              |
|                     | > 17 anos    | 308        | 63,0        | 37,0   |                     |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 439        | 45,1        | 54,9   | 41,103<br>1245      |
|                     | Secundário   | 602        | <b>64,0</b> | 38,7   | 1246                |
|                     | Superior     | 205        | <b>62,9</b> | 37,1   | 0,000*              |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1  | 105        | <b>47,6</b> | 52,4   | 16,120<br>1245      |
|                     | Categoria 2  | 143        | 65,7        | 34,3   | 1246                |
|                     | Categoria 3  | 613        | 60,1        | 39,9   | 0,001               |
|                     | Categoria 4  | 385        | 52,5        | 47,5   |                     |

\*p<0,001

Relativamente ao conhecimento de radioactividade natural, verifica-se que todas as variáveis sócio-demográficas influenciam as respostas dos alunos.

Em relação à idade e à escolaridade os resultados tiveram evoluções semelhantes, a percentagem de alunos que já ouviu falar em radiações naturais aumentou à medida que aumentou a idade e o nível de escolaridade, no entanto quando se passa da faixa etária dos 16 - 17 anos para os maiores de 17, e do ensino secundário para o ensino superior acontece uma ligeira diminuição.

Embora esta diminuição não seja significativa, deve ser aqui salientada, pois é uma variação que contraria o que se tem verificado nas outras questões.

Várias questões se colocam:

- Qual será o motivo desta diminuição?
- Será que os alunos aprendem e depois esquecem?

A resposta não é possível de obter com este estudo, seria necessário um estudo mais pormenorizado.

Talvez fosse interessante daqui a uns anos passar um inquérito aos alunos que agora se encontram no ensino secundário e mais tarde vão estar no ensino universitário.

Relativamente à residência as diferenças só são significativas nos alunos do ensino superior.

### Ensino Superior

Tabela 4.30: Dependência dos resultados da questão 3 da residência para o ensino superior

| Localidade | Frequência | Sim (%)     | Não (%)     | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|------------|------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| Lisboa     | 48         | <b>66,7</b> | 33,3        | 12,117<br>204<br>205<br>0,033 |
| Leiria     | 51         | <b>76,5</b> | 23,5        |                               |
| Santarém   | 16         | 43,8        | <b>56,3</b> |                               |
| Faro       | 27         | <b>51,9</b> | 48,1        |                               |
| Beja       | 21         | 42,9        | <b>57,1</b> |                               |
| Covilhã    | 42         | <b>66,7</b> | 33,3        |                               |

Ao contrário do que se passou nos outros níveis de ensino, no ensino superior a residência têm uma influência significativa, com  $\chi^2 = 12,117$  e  $p < 0,05$ .

Foi nas localidades de Lisboa, Leiria e Covilhã que se verificou as percentagens mais elevadas de alunos que responderam afirmativamente à questão com 66,7%, 76,5% e 66,7% respectivamente. No entanto em Beja e Santarém mais de 50% dos alunos deste nível de ensino dizem não saber da sua existência.

**Questão 5**

“ Das diferentes fontes de radiação natural que se seguem selecciona as que conheces.”

Tabela 4.31: Análise estatística da questão 5

| Número de seleccionadas | fontes       | Frequência | 0    | 1           | 2           | 3           | 4    | 5   | $\chi^2$ , gl, N, p              |
|-------------------------|--------------|------------|------|-------------|-------------|-------------|------|-----|----------------------------------|
| <b>Sexo</b>             | Feminino     | 646        | 3,7  | <b>34,8</b> | <b>32,7</b> | 22,1        | 5,7  | 0,9 | 15,744<br>1245<br>1246<br>0,008  |
|                         | Masculino    | 600        | 5,0  | <b>30,5</b> | <b>28,5</b> | 23,8        | 9,8  | 2,3 |                                  |
| <b>Idade</b>            | < de 13 anos | 115        | 10,4 | <b>49,6</b> | 30,4        | 7,8         | 0,9  | 0,9 | 83,169<br>1245<br>1246<br>0,000* |
|                         | 13 – 15 anos | 472        | 5,9  | <b>36,9</b> | 28,2        | 20,8        | 7,2  | 1,1 |                                  |
|                         | 16 – 17 anos | 351        | 2,6  | 26,8        | <b>36,2</b> | 26,2        | 7,1  | 1,1 |                                  |
|                         | > 17 anos    | 308        | 1,6  | 26,9        | <b>28,2</b> | <b>28,2</b> | 11,7 | 3,2 |                                  |
| <b>Escolaridade</b>     | Básico       | 439        | 8,4  | <b>43,1</b> | 28,0        | 15,3        | 4,8  | 0,5 | 97,798<br>1245<br>1246<br>0,000* |
|                         | Secundário   | 602        | 2,2  | 28,2        | <b>34,1</b> | 25,9        | 8,1  | 1,5 |                                  |
|                         | Superior     | 205        | 2,0  | 23,9        | 26,3        | <b>30,7</b> | 12,7 | 4,4 |                                  |
| <b>Profissão</b>        | Categoria 1  | 105        | 1,0  | 27,6        | <b>28,6</b> | <b>30,5</b> | 8,6  | 3,8 | 40,855<br>1245<br>1246<br>0,000* |
|                         | Categoria 2  | 143        | 1,4  | <b>35,0</b> | <b>31,5</b> | 17,5        | 11,9 | 2,8 |                                  |
|                         | Categoria 3  | 613        | 4,1  | <b>29,5</b> | <b>31,5</b> | 25,1        | 8,6  | 1,1 |                                  |
|                         | Categoria 4  | 385        | 6,8  | <b>38,4</b> | <b>29,6</b> | 19,5        | 4,4  | 1,3 |                                  |

\*p<0,001

Tal como se pode observar através da tabela 4.31, todas as variáveis sócio-demográficas influenciam as respostas atribuídas pelos alunos.

No que diz respeito ao sexo ao contrário do que seria de esperar existe aqui uma influência significativa,  $\chi^2 = 15,744$  e  $p < 0,05$ .

Em relação à idade verificou-se que quando a faixa etária aumenta, o número de fontes seleccionadas também aumenta. A maioria dos alunos de idade menor de treze anos seleccionaram uma só fonte, o mesmo se verificou para os alunos com idades de 13 - 15 anos. Mas já para os alunos com idades de 16 – 17 anos a maior percentagem seleccionou duas fontes. No caso dos alunos com mais de 17 anos a maioria seleccionou duas ou três fontes, e foi nesta faixa etária que ouve mais alunos a seleccionarem quatro e cinco fontes.

A dependência da escolaridade foi também semelhante, em que a maior percentagem de alunos do ensino básico seleccionou uma fonte, os do ensino secundário duas fontes e os do superior três fontes.

A variável categoria profissional dos pais, manifestou uma influência semelhante à que teve na maioria das questões, verificou-se que nas profissões das duas primeiras categorias, a percentagem de alunos que seleccionam mais fontes foi superior.

No que diz respeito à residência só se verificaram diferenças significativas no ensino secundário

### Ensino Secundário

Tabela 4.32: Dependência dos resultados da questão 5 da residência para o ensino secundário

| Localidade           | Frequência | 0           | 1           | 2           | 3           | 4    | 5    | $\chi^2$ , gl, N, p             |
|----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|---------------------------------|
| Vendas Novas cidade  | 81         | 0           | 18,5        | <b>40,7</b> | 29,6        | 9,9  | 1,2  | 115,900<br>601<br>602<br>0,000* |
| Vendas Novas rural   | 56         | 0           | <b>37,5</b> | 26,8        | 30,4        | 5,4  | 0    |                                 |
| Lisboa               | 26         | 1,1         | 29,8        | 23,4        | <b>33,0</b> | 11,7 | 1,1  |                                 |
| Redondo              | 18         | 3,8         | 26,9        | <b>57,7</b> | 11,5        | 0    | 0    |                                 |
| Mafra                | 43         | 0           | 11,1        | 27,8        | <b>33,3</b> | 16,7 | 11,1 |                                 |
| Alcácer do Sal       | 94         | 2,6         | <b>34,6</b> | 33,3        | 23,1        | 5,1  | 1,3  |                                 |
| Beja                 | 55         | 0           | 25,6        | <b>34,9</b> | 23,3        | 14,0 | 2,3  |                                 |
| Évora                | 78         | 8,3         | 33,3        | <b>41,7</b> | 16,7        | 0    | 0    |                                 |
| Celorico de Basto    | 32         | 3,6         | <b>36,4</b> | 34,5        | 21,8        | 3,6  | 0    |                                 |
| Montemor-o-Novo      | 60         | 0           | 13,5        | <b>40,5</b> | 32,4        | 10,8 | 2,7  |                                 |
| Grândola             | 12         | 5,0         | <b>30,0</b> | <b>30,0</b> | 23,3        | 8,3  | 3,3  |                                 |
| Vila Real Sº António | 37         | 0           | 25,0        | <b>43,8</b> | 21,9        | 9,4  | 0    |                                 |
| Lagos                | 9          | <b>33,3</b> | <b>33,3</b> | <b>33,3</b> | 0           | 0    | 0    |                                 |

\*p<0,001

A residência manifesta neste nível ensino uma influência significativa no conhecimento das diferentes fontes de radiação natural com p<0,05. No entanto na maioria das localidades a percentagem mais elevada, assinalou duas fontes de radiação.

### Questão 6

“ Todos os tipos de radiações provocam o mesmo efeito no organismo humano? “

Tabela 4.33: Análise estatística da questão 6

|                     |              | Frequência | Sim(%) | Não(%) | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------|--------------|------------|--------|--------|---------------------|
| <b>Idade</b>        | < de 13 anos | 115        | 13,9   | 86,1   | 39,856              |
|                     | 13 – 15 anos | 472        | 8,9    | 91,1   | 1245                |
|                     | 16 – 17 anos | 351        | 2,0    | 98,0   | 1246                |
|                     | > de 17 anos | 308        | 2,6    | 97,1   | 0,000*              |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 439        | 11,2   | 88,8   | 40,082              |
|                     | Secundário   | 602        | 3,3    | 96,7   | 1245                |
|                     | Superior     | 205        | 2,0    | 97,6   | 1246<br>0,000*      |

\*p<0,001

A maioria dos alunos têm a noção que radiações diferentes provocam efeitos diferentes no organismo humano. No entanto verifica-se que as respostas ainda variam devido às variáveis idade, escolaridade.

Foi os alunos da faixa etária menor de 13 anos e do ensino básico que a percentagem de respostas positivas foi mais elevada.

Nas outras faixas etárias e nos outros níveis de escolaridade as respostas negativas atingiram quase os 100%.

Relativamente à residência esta só influencia o conhecimento dos alunos do ensino básico, nos outros níveis não existem diferenças significativas.

### Ensino Básico

Tabela 4.34: Dependência dos resultados da questão 6 da residência para o ensino básico

| Localidade          | Frequência | Sim (%)     | Não (%)     | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|---------------------|------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| Vendas Novas Cidade | 72         | 13,9        | <b>86,1</b> | 27,674<br>438<br>439<br>0,002 |
| Vendas Novas Rural  | 18         | <b>33,3</b> | <b>66,7</b> |                               |
| Redondo             | 25         | 12,0        | <b>88,0</b> |                               |
| Beja                | 27         | 11,1        | <b>88,9</b> |                               |
| Odivelas            | 48         | 4,2         | <b>95,8</b> |                               |
| Celorico de Basto   | 43         | 25,6        | <b>74,4</b> |                               |
| Vila Real           | 129        | 4,7         | <b>95,8</b> |                               |
| Lagos               | 41         | 7,3         | <b>92,7</b> |                               |
| Vagos               | 34         | 14,7        | <b>85,3</b> |                               |

Em todas as localidades a maioria dos alunos do ensino básico têm noção que diferentes radiações provocam efeitos diferentes no organismo humano, no entanto existem diferenças significativas entre as localidades. Ou seja a residência influencia a resposta dos alunos do ensino básico, com  $\chi^2 = 27,674$  e  $p < 0,05$ .

Foi na localidade de Vendas Novas rural que se registou a maior percentagem (33,3%) de alunos que pensa que todas as radiações provocam os mesmos efeitos no organismo. Pelo contrário em Odivelas, Vila Real e Lagos uma percentagem acima de 90% tem noção que radiações diferentes provocam efeitos diferentes.

### Questão 7

**“ O tipo de radiação utilizada numa radiografia é o mesmo que é utilizada numa ressonância magnética? “**

Tabela 4.35: Análise estatística da questão 7

|                     |              | Frequência | Sim(%) | Não(%)      | $\chi^2$ , gl, N, P |
|---------------------|--------------|------------|--------|-------------|---------------------|
| <b>Idade</b>        | < de 13 anos | 115        | 27,8   | <b>72,2</b> | 12,827              |
|                     | 13 – 15 anos | 472        | 22,7   | <b>77,3</b> | 1245                |
|                     | 16 – 17 anos | 351        | 20,2   | <b>79,8</b> | 1246                |
|                     | > de 17 anos | 308        | 14,3   | <b>85,7</b> | 0,004               |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 439        | 27,9   | <b>72,1</b> | 22,287              |
|                     | Secundário   | 602        | 18,1   | <b>81,9</b> | 1245                |
|                     | Superior     | 205        | 13,2   | <b>86,8</b> | 1246<br>0,000*      |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1  | 105        | 16,2   | <b>83,8</b> | 6,446               |
|                     | Categoria 2  | 143        | 16,1   | <b>83,9</b> | 1245                |
|                     | Categoria 3  | 613        | 20,9   | <b>79,1</b> | 1246                |
|                     | Categoria 4  | 385        | 23,1   | <b>76,9</b> | 0,038               |

\*p<0,001

Embora possivelmente os alunos não consigam identificar as diferenças entre a radiação utilizada numa radiografia e numa ressonância magnética, é um facto que a maioria acha que são diferentes. Pois considerando todas as variáveis a percentagem de alunos que respondeu não, foi sempre superior à que respondeu sim.

As variáveis idade, escolaridade e profissão apresentam uma influência significativa, com p<0,05.

### Ensino Básico

Tabela 4.36: Dependência dos resultados da questão 7 da residência para o ensino básico

| Localidade          | Frequência | Sim (%)     | Não (%) | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|---------------------|------------|-------------|---------|-------------------------------|
| Vendas Novas Cidade | 72         | 23,6        | 76,4    | 31,408<br>438<br>439<br>0,040 |
| Vendas Novas Rural  | 18         | 16,7        | 83,3    |                               |
| Redondo             | 25         | <b>36,0</b> | 64,0    |                               |
| Beja                | 27         | 14,8        | 85,2    |                               |
| Odivelas            | 48         | <b>35,4</b> | 64,6    |                               |
| Celorico de Basto   | 43         | <b>39,5</b> | 60,5    |                               |
| Vila Real           | 129        | 20,9        | 79,1    |                               |
| Lagos               | 41         | 31,7        | 68,3    |                               |
| Vagos               | 34         | <b>38,2</b> | 61,8    |                               |

Embora não de um modo muito notório a residência influencia o conhecimento dos alunos do ensino secundário relativamente à radiação utilizada numa ressonância magnética e numa radiografia ser diferente.

Em todas as localidades mais de 60% dos alunos diz que o tipo de radiação é diferente, mas a percentagem de alunos que diz ser do mesmo tipo nas localidades do Redondo, Odivelas, Celorico de Basto e Vagos é superior a 30%.

**Questão 8**

**“ Quando estás frente ao teu computador, ao televisor ou a falar teu telemóvel estás a receber uma certa quantidade de radiação. Normalmente utilizas estes aparelhos durante muito tempo? “**

Tabela 4.37: Análise estatística da questão 8

|                  |              | Frequência | Sim(%)      | Não(%)      | $\chi^2$ , gl, N, p |
|------------------|--------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| <b>Idade</b>     | < de 13 anos | 115        | 63,5        | <b>36,5</b> | 12,526              |
|                  | 13 – 15 anos | 472        | 74,4        | 25,6        | 1245                |
|                  | 16 – 17 anos | 351        | 79,8        | 25,2        | 1246                |
|                  | > de 17 anos | 308        | 74,4        | 25,6        | 0,006               |
| <b>Profissão</b> | Categoria 1  | 105        | <b>82,9</b> | 17,1        | 9,287               |
|                  | Categoria 2  | 143        | <b>78,3</b> | 21,7        | 1245                |
|                  | Categoria 3  | 613        | 75,7        | 24,3        | 1246                |
|                  | Categoria 4  | 385        | 70,1        | 30,9        | 0,026               |

As respostas atribuídas a esta questão vêm confirmar o que é uma realidade dos nossos dias, ou seja que os jovens passam grande parte do seu tempo utilizando meios que emitem radiações. Desde o computador ao televisor e ao telemóvel, todos os alunos os utilizam com relativa frequência.

Verifica-se que à medida que a faixa etária e nível de escolaridade aumentam, também a sua utilização aumenta. Observa-se uma diminuição para a faixa etária de maior de 17 anos, que corresponde aos alunos do ensino superior, ou seja existe uma alteração dos interesses dos alunos.

Relativamente à residência embora não influencie os alunos do ensino básico, influência de modo significativo os alunos do ensino secundário e superior, o que se pode concluir através dos dados seguintes

**Ensino Secundário**

Tabela 4.38 : Dependência dos resultados da questão 8 da residência para o ensino secundário

| Localidade           | Frequência | Sim (%)     | Não (%) | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|----------------------|------------|-------------|---------|-------------------------------|
| Vendas Novas Cidade  | 81         | 80,2        | 19,8    | 31,296<br>601<br>602<br>0,003 |
| Vendas Novas Rural   | 56         | 82,1        | 17,9    |                               |
| Redondo              | 26         | <b>92,3</b> | 7,7     |                               |
| Mafra                | 18         | 66,7        | 33,3    |                               |
| Beja                 | 43         | 83,7        | 16,3    |                               |
| Lisboa               | 94         | 87,2        | 12,8    |                               |
| Celorico de Basto    | 55         | 63,6        | 36,4    |                               |
| Alcácer do Sal       | 78         | 66,7        | 33,3    |                               |
| Vila Real Sº António | 32         | 65,6        | 34,4    |                               |
| Lagos                | 9          | <b>55,6</b> | 44,4    |                               |
| Grândola             | 60         | 83,3        | 16,7    |                               |
| Évora                | 12         | 66,7        | 33,3    |                               |
| Montemor-o-Novo      | 37         | 83,8        | 16,2    |                               |

Relativamente aos alunos do ensino secundário a residência influencia a resposta. No entanto em todas as localidades as respostas afirmativas, são superiores a 60%, à exceção de Lagos onde as respostas afirmativas apresentam uma percentagem de 55,6%. No Redondo mais de 90% dos alunos utiliza estes meios com frequência. Resultado superior a localidades como Lisboa e Mafra, o que se pensa ser um pouco diferente do que era de esperar, uma vez tratar-se de uma região do interior onde muitas vezes o acesso a estes meios é mais difícil.

### Ensino Superior

Tabela 4.39: Dependência dos resultados da questão 8 da residência para o ensino superior

| Localidade | Frequência | Sim (%)     | Não (%) | $\chi^2$ , gl, N, p            |
|------------|------------|-------------|---------|--------------------------------|
| Lisboa     | 48         | 85,4        | 14,6    | 25,756<br>204<br>205<br>0,000* |
| Leiria     | 51         | 80,4        | 19,6    |                                |
| Santarém   | 16         | <b>100</b>  | 0       |                                |
| Faro       | 27         | 70,4        | 29,6    |                                |
| Beja       | 21         | <b>38,1</b> | 61,9    |                                |
| Covilhã    | 42         | 66,7        | 33,3    |                                |

\*p<0,001

No que diz respeito ao ensino superior em todas as localidades a sua utilização com frequência é uma realidade, à exceção de Beja onde a percentagem de utilização é 38,1%.

### Questão 9

“ Pensas que a instalação de uma antena de telemóveis na tua escola será prejudicial”

Tabela 4.40: Análise estatística da questão 8

|                     |              | Frequência | Sim(%)      | Não(%) | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------|--------------|------------|-------------|--------|---------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino     | 646        | 79,7        | 20,3   | 6,27;<br>1245       |
|                     | Masculino    | 600        | 74,2        | 25,7   | 1246<br>0,043       |
| <b>Idade</b>        | < de 13 anos | 115        | 71,3        | 28,7   | 42,118              |
|                     | 13 – 15 anos | 472        | 69,3        | 30,7   | 1245                |
|                     | 16 – 17 anos | 351        | 80,6        | 10,4   | 1246                |
|                     | > de 17 anos | 308        | 87,3        | 12,7   | 0,000*              |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 439        | 66,3        | 33,7   | 53,525              |
|                     | Secundário   | 602        | 81,4        | 18,6   | 1245                |
|                     | Superior     | 205        | 87,3        | 12,2   | 1246<br>0,000*      |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1  | 105        | <b>75,2</b> | 24,8   | 64,854              |
|                     | Categoria 2  | 143        | <b>86,0</b> | 14,0   | 1245                |
|                     | Categoria 3  | 613        | 77,3        | 22,5   | 1246                |
|                     | Categoria 4  | 385        | 73,8        | 26,2   | 0,004               |

\*p<0,001

As opiniões dos alunos dividem-se um pouco no entanto a maior percentagem pensa que a sua instalação é prejudicial. Sendo as opiniões influenciadas essencialmente por duas variáveis a idade e a escolaridade.

São os alunos mais velhos e que frequentam níveis de escolaridade mais avançados que são menos favoráveis à a sua instalação.

Todas as variáveis apresentem influência significativa, com  $p < 0,05$ . No entanto através das percentagens de resposta, verifica-se que as diferenças são mais notórias em função da idade e do nível de escolaridade.

A influência da variável residência é significativa nos alunos do ensino básico, nos restantes níveis não.

### Ensino Básico

Tabela 4.41: Dependência dos resultados da questão 9 da residência para o ensino básico

| Localidade          | Frequência | Sim (%)     | Não (%)     | $\chi^2$ , gl, N, p            |
|---------------------|------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| Vendas Novas Cidade | 72         | 47,2        | 52,8        | 57,304<br>438<br>439<br>0,000* |
| Vendas Novas Rural  | 18         | <b>16,7</b> | <b>83,3</b> |                                |
| Redondo             | 25         | 68,0        | 32,0        |                                |
| Beja                | 27         | 59,3        | 40,7        |                                |
| Odivelas            | 48         | <b>83,3</b> | <b>16,7</b> |                                |
| Celorico de Basto   | 43         | 69,8        | 30,2        |                                |
| Vila Real           | 129        | 65,1        | 34,9        |                                |
| Lagos               | 41         | 85,4        | 14,6        |                                |
| Vagos               | 34         | 91,2        | 8,8         |                                |

\* $p < 0,001$

A residência influencia significativamente a opinião dos alunos do ensino básico relativamente à instalação de antenas de telemóveis junto das suas escolas.

Acontece que a percentagem de alunos que concorda numa região é igual à percentagem de alunos que discorda noutras regiões, é caso de Vendas Novas Rural e Odivelas.

É bastante notório que são as regiões mais do interior que menos concordam com a sua instalação, facto bastante compreensível pois nas regiões do interior a informação sobre este assunto é recebida essencialmente através dos meios de comunicação social, e tal como foi referido anteriormente este tipo de notícias não é transmitido da maneira mais adequada e correcta.

### Questão 10

**“Concordas com a utilização de energia nuclear como fonte alternativa de energia?”**

Tabela 4.42: : Análise estatística da questão 10

|              |              | Frequência | Sim(%)      | Não(%)      | $\chi^2$ , gl, N, p             |
|--------------|--------------|------------|-------------|-------------|---------------------------------|
| <b>Sexo</b>  | Feminino     | 646        | 43,5        | <b>56,5</b> | 14,381<br>1245<br>1246<br>0,002 |
|              | Masculino    | 600        | <b>53,7</b> | 46,3        |                                 |
| <b>Idade</b> | < de 13 anos | 115        | <b>57,4</b> | 42,6        | 26,713<br>1245<br>1246<br>0,002 |
|              | 13 – 15 anos | 472        | <b>52,5</b> | 47,5        |                                 |
|              | 16 – 17 anos | 351        | 47,0        | <b>53,0</b> |                                 |
|              | > de 17 anos | 308        | 40,3        | <b>59,7</b> |                                 |

São os jovens de hoje que mais tem a beneficiar com a utilização de energias alternativas, pois o futuro depende da utilização destas e os jovens são o futuro.

No entanto a utilização da energia nuclear como energia alternativa divide bastante a opinião dos alunos, talvez pela falta de conhecimentos ou acima de tudo pelos riscos que acarreta a sua utilização, que todos nós não podemos deixar de considerar.

A opinião dos alunos quanto à utilização da energia nuclear como energia alternativa é influenciada significativamente ( $p < 0,05$ ), pela variável sexo e idade.

São os alunos mais novos que concordam em maior percentagem com a sua utilização (52,5%), e os mais velhos que discordam (59,7%). O que nos leva a concluir que tal facto se deve essencialmente à consciencialização dos riscos inerentes à sua utilização por partes dos alunos mais velhos.

Relativamente à residência a influência é significativa só os alunos do ensino secundário.

### Ensino Secundário

Tabela 4.43: Dependência dos resultados da questão 10 da residência para o ensino secundário

| Localidade            | Frequência | Sim (%)     | Não (%)     | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| Vendas Novas Cidade   | 81         | 48,1        | 51,9        | 32,696<br>601<br>602<br>0,002 |
| Vendas Novas Rural    | 56         | 37,5        | 62,5        |                               |
| Redondo               | 26         | 34,6        | 65,4        |                               |
| Mafra                 | 18         | 55,6        | 44,4        |                               |
| Beja                  | 43         | 48,8        | 51,2        |                               |
| Lisboa                | 94         | 52,1        | 47,9        |                               |
| Celorico de Basto     | 55         | 43,6        | 56,4        |                               |
| Alcácer do Sal        | 78         | 42,3        | 57,7        |                               |
| Vila Real S.º António | 32         | 25,0        | <b>75,0</b> |                               |
| Lagos                 | 9          | 44,4        | 55,6        |                               |
| Grândola              | 60         | <b>71,7</b> | 28,3        |                               |
| Évora                 | 12         | 58,3        | 41,7        |                               |
| Montemor-o-Novo       | 37         | 64,9        | 35,1        |                               |

Neste caso a opinião dos alunos depende da residência, as diferenças de opinião são notórias de localidade para localidade.

Por exemplo a percentagem de alunos de Vila Real de Sº António que discorda é muito semelhante à percentagem de alunos que concorda em Grândola. No que diz respeito às outras localidades as diferenças não são tão significativas. No entanto na generalidade das residências mais de 50% dos alunos discorda com a sua utilização.

#### **4.4.2 - Segunda parte do inquérito**

No que concerne à análise estatística da 2ª parte do inquérito, para se poder aplicar o teste Anova, é necessário verificar se a variável dependente ( neste caso o total da escala de Likert) têm uma distribuição normal deve aplicar-se o teste de Kolmogonov-Smirnov (K-S), que recorre ao valor médio e ao desvio padrão.

**Tabela 4.44 : Valores que caracterizam a variável total da 2ª parte do inquérito**

|                                  | <b>N</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Médio</b> | <b>Desvio padrão</b> |
|----------------------------------|----------|---------------|---------------|--------------|----------------------|
| <b>Total da escala de Likert</b> | 1246     | 41            | 99            | 73,16        | 7,64                 |

Aplicando o teste K-S à variável dependente (total da 2ª parte do inquérito), em que  $p < 0,05$ , o que nos indica tratar-se de uma variável que apresenta uma distribuição normal

Para testar a homogeneidade da população em função das diferentes variáveis independentes, utiliza-se o teste Levene.

O valor obtido para o nível de significância foi  $p < 0,05$ , o que significa que as variâncias populacionais são homogêneas.

Ao aplicar-se o teste Anova à população em estudo obtiveram-se os resultados apresentados na tabela 4.45, relativamente às diferentes variáveis sócio-demográficas.

**Tabela 4.45: Valores que caracterizam a variável total em função das variáveis sócio-demográficas**

|                     |              | <b>N</b> | <b>X<sub>médio</sub></b> | <b>X<sub>min</sub></b> | <b>X<sub>max</sub></b> | <b>Desvio padrão</b> | <b>p</b> |
|---------------------|--------------|----------|--------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------|
| <b>Idade</b>        | < de 13 anos | 115      | 69,04                    | 52                     | 88                     | 6,95                 | 0,000*   |
|                     | 13 – 15 anos | 472      | 71,71                    | 50                     | 93                     | 7,85                 |          |
|                     | 16 – 17 anos | 351      | 73,92                    | 41                     | 99                     | 7,57                 |          |
|                     | > de 17 anos | 308      | 76,05                    | 57                     | 94                     | 6,34                 |          |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 439      | 69,38                    | 50                     | 93                     | 7,51                 | 0,000*   |
|                     | Secundário   | 602      | 74,63                    | 41                     | 99                     | 7,08                 |          |
|                     | Superior     | 205      | 76,92                    | 63                     | 94                     | 5,96                 |          |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1  | 105      | 76,39                    | 60                     | 94                     | 7,00                 | 0,000*   |
|                     | Categoria 2  | 143      | 75,58                    | 53                     | 92                     | 7,79                 |          |
|                     | Categoria 3  | 613      | 73,08                    | 41                     | 94                     | 7,39                 |          |
|                     | Categoria 4  | 385      | 71,50                    | 50                     | 99                     | 7,66                 |          |

\* $p < 0,001$

Analisando a tabela 4.45 conclui-se que todas as variáveis influenciam de modo significativo o resultado obtido no estudo.

Proceder-se-á agora a uma análise mais detalhada da influência das diferentes variáveis

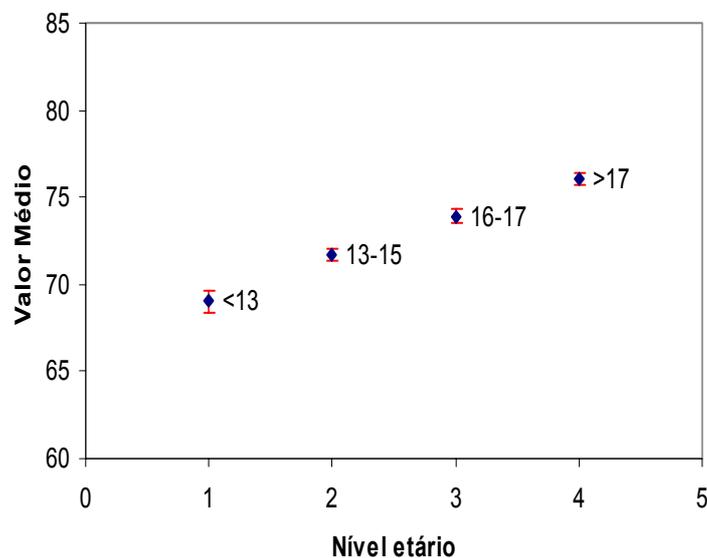
Considerando os valores médios obtidos para as diferentes variáveis sócio-demográficas e o erro associado a cada valor construíram-se os gráficos seguintes.

Nos gráficos as barras representam o erro associado ou seja,  $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  em que  $\sigma$  é o desvio padrão e  $n$  o número de alunos relativamente à variável em estudo.

#### 4.4.2.1 – Idade

Neste caso a influência da variável idade é bastante notória tal como se observa no gráfico 4.19, na tabela 4.45 e no anexo II.

Gráfico 4.19 - Valor médio da variável total em função do idade



Verifica-se que o valor médio obtido foi aumentando significativamente entre os diferentes níveis etários, atingido o valor mais elevado no caso dos alunos com mais de 17 anos.

No entanto o valor máximo obtido na segunda parte do inquérito, 99 pontos foi obtido por alunos do nível etário 16 - 17 anos. O valor mínimo, 50 pontos foi obtido pelos alunos do nível etário 13 - 15 anos e não nos de menor de 13 como seria de esperar.

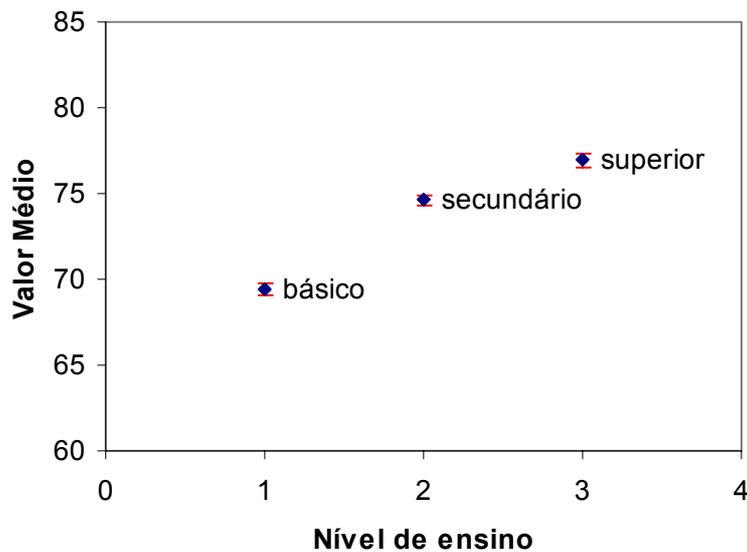
Em relação ao valor do desvio padrão, este atingiu o valor máximo no nível etário 13 - 15 anos e o mínimo no nível etário maior de 17 anos.

Através do anexo II pode-se concluir que para os diferentes níveis etários as diferenças são significativas.

#### 4.4.2.2 - Escolaridade

O nível de escolaridade teve uma influência notória, sendo esta mais significativa entre o nível básico e secundário do que entre este e o superior, tal como se pode observar no gráfico 4.20.

Gráfico 4.20 - Valor médio da variável total em função da escolaridade



O valor médio aumentou entre os diferentes níveis de escolaridade atingindo o valor máximo de 76,92 pontos no ensino superior.

No entanto o valor máximo da segunda parte do inquérito, 99 pontos e o valor mínimo de 41 pontos foi obtido pelos alunos do ensino secundário.

No que diz respeito ao desvio padrão obteve o valor máximo no ensino básico e o valor mínimo no ensino superior.

Através do anexo III pode constar-se que as diferenças foram significativas entre os diferentes níveis de escolaridade  $p < 0,05$ .

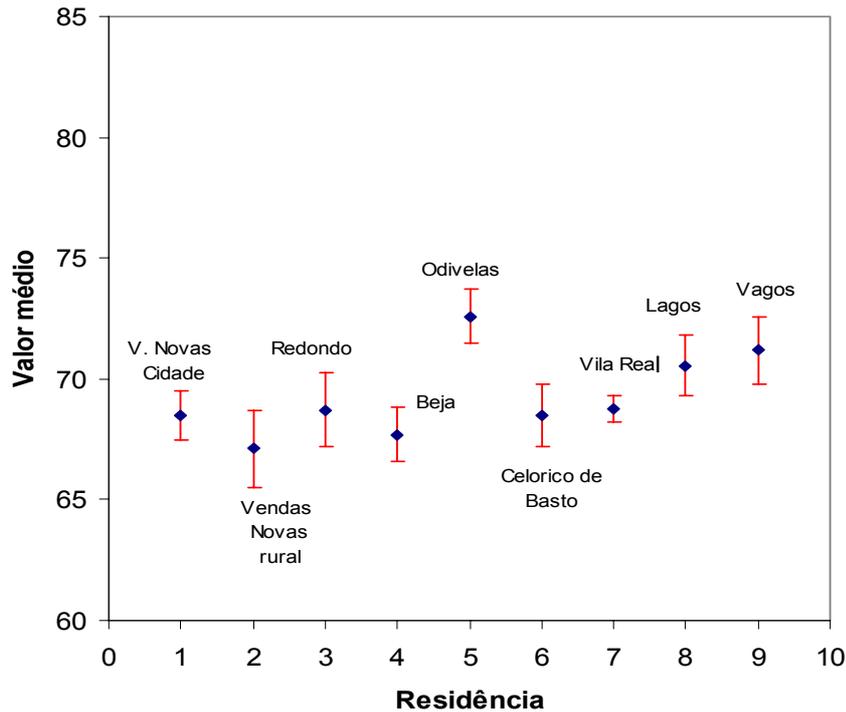
#### 4.4.2.3 – Residência

##### Ensino Básico

Tabela 4.46: Dependência dos resultados da variável total da residência para o ensino básico

| Residência          | Frequência | $X_{\text{médio}}$ | $X_{\text{min}}$ | $X_{\text{max}}$ | Desvio padrão | p     |
|---------------------|------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|-------|
| Vendas Novas Cidade | 72         | 68,5               | <b>52</b>        | <b>93</b>        | 8,56          | 0,017 |
| Vendas Novas Rural  | 18         | 67,11              | 57               | 87               | 6,72          |       |
| Redondo             | 25         | 68,72              | 56               | <b>90</b>        | 7,60          |       |
| Beja                | 27         | 67,7               | 54               | 80               | 5,80          |       |
| Odivelas            | 48         | <b>72,58</b>       | 53               | 86               | 7,84          |       |
| Celorico de Basto   | 43         | 68,49              | <b>50</b>        | 86               | 8,39          |       |
| Vila Real           | 129        | 68,77              | 54               | 88               | 6,13          |       |
| Lagos               | 41         | <b>70,56</b>       | <b>52</b>        | 87               | 7,88          |       |
| Vagos               | 34         | <b>71,18</b>       | 55               | <b>93</b>        | 8,04          |       |

Gráfico 4.21 - Valor médio da variável total em função da residência para o ensino básico



Através da tabela 4.46 e do gráfico 4.21 verifica-se que a residência influencia pouco o total obtido na escala de Likert.

Foi as localidades de Odivelas, Lagos e Vagos que obtiveram um valor médio mais elevado, localidades da região litoral.

Os valores mínimos foram obtidos nas localidades de Vendas Novas Cidade, Celorico de Basto e Lagos e foram 52, 50 e 52 pontos respectivamente.

No que diz respeito aos valores máximos foram obtidos em Vendas Novas Cidade 93 pontos, Redondo 90 pontos e Vagos 93 pontos. Em Vendas Novas cidade foi uma das regiões onde se registou o valor mais baixo e o valor mais alto, o que significa que nesta região o conhecimento dos alunos é bastante heterogéneo.

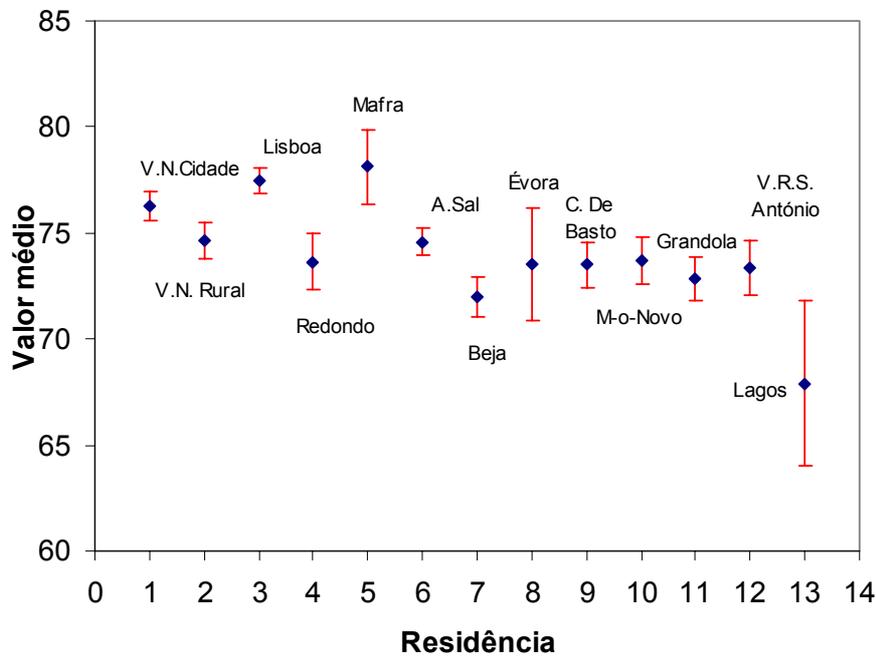
**Ensino Secundário**

**Tabela 4.47 : Dependência dos resultados da variável total da residência para o ensino secundário**

| Residência               | Frequência | X <sub>médio</sub> | X <sub>min</sub> | X <sub>max</sub> | Desvio padrão | p      |
|--------------------------|------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|--------|
| Vendas Novas Cidade      | 81         | 76,25              | 60               | <b>94</b>        | 6,35          | 0,000* |
| Vendas Novas Rural       | 56         | 74,66              | 60               | 92               | 6,39          |        |
| Lisboa                   | 94         | <b>77,47</b>       | 62               | 91               | 6,16          |        |
| Redondo                  | 26         | 73,65              | 60               | 84               | 6,82          |        |
| Mafra                    | 18         | <b>78,11</b>       | 61               | 88               | 7,35          |        |
| Alcácer do Sal           | 78         | 74,59              | 62               | 92               | 5,71          |        |
| Beja                     | 43         | 71,98              | 60               | 87               | 6,38          |        |
| Évora                    | 12         | 73,50              | 63               | <b>98</b>        | 9,20          |        |
| Celorico de Basto        | 55         | 73,51              | 59               | <b>99</b>        | 7,99          |        |
| Montemor-o-Novo          | 37         | 73,73              | 62               | 87               | 6,79          |        |
| Grândola                 | 60         | 72,82              | <b>53</b>        | 91               | 8,00          |        |
| Vila Real de S.º António | 32         | 73,34              | 60               | 85               | 7,32          |        |
| Lagos                    | 9          | 67,89              | <b>41</b>        | 85               | 11,70         |        |

\*p<0,001

**Gráfico 4.22 - Valor médio da variável total em função da residência para o ensino secundário**



Relativamente ao ensino secundário a dependência da residência é significativa. As localidades onde o valor médio foi mais elevado foram Lisboa e Mafra, tal como se pode observar da tabela 4.47 e do gráfico 4.22.

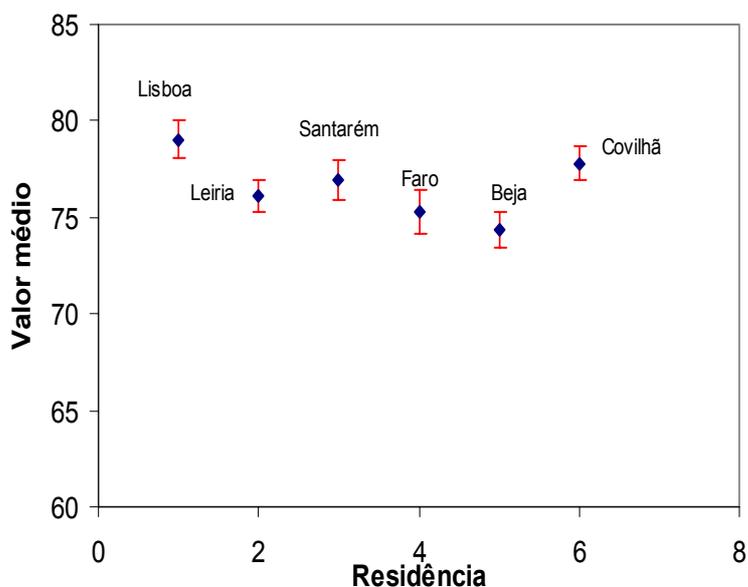
Os valores mínimos foram obtidos em Grândola e Lagos, 53 e 41 pontos respectivamente. Já no que diz respeito aos valores máximos eles foram obtidos nas localidades de Vendas Novas Cidade, Évora e Celorico de Bastos.

### Ensino superior

Tabela 4.48 :Dependência dos resultados da variável total da residência para o ensino secundário

| Residência | Frequência | X <sub>médio</sub> | X <sub>min</sub> | X <sub>max</sub> | Desvio padrão | Significância |
|------------|------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|---------------|
| Lisboa     | 48         | <b>79,04</b>       | 64               | <b>94</b>        | 6,64          | 0,015         |
| Leiria     | 51         | 76,12              | 63               | 91               | 6,19          |               |
| Santarém   | 16         | 76,94              | 69               | 83               | 4,01          |               |
| Faro       | 27         | 75,26              | 63               | 89               | 5,95          |               |
| Beja       | 21         | 74,38              | 63               | 82               | 4,18          |               |
| Covilhã    | 42         | <b>77,81</b>       | 63               | 88               | 5,56          |               |

Gráfico 38- Valor médio da variável total em função da residência para o ensino superior



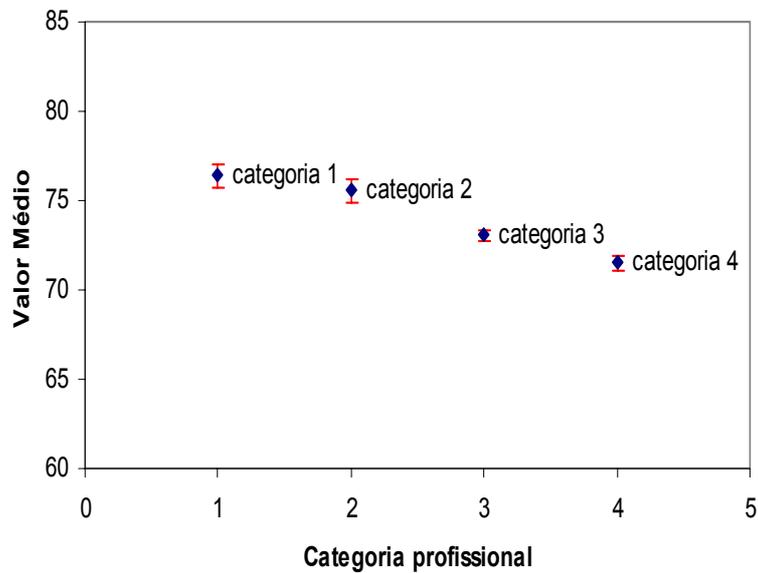
No ensino superior também a residência mostrou uma influência no valor obtido pelos alunos.

Foi em Lisboa e na Covilhã que os valores médios foram mais elevados. No que diz respeito aos valores mínimos eles foram praticamente iguais em todas as localidades e os valores máximos foi obtido em Lisboa 94 pontos.

## 5 - Profissão

Embora todos os valores médios se encontrem entre os 70 e os 78 pontos, constata-se uma diferença de acordo com a categoria profissional dos pais dos alunos, através do gráfico 4.24.

Gráfico 4.24: Valor médio da variável total em função da profissão



O valor médio obtido foi diminuindo consoante variava a categoria profissional desde um até quatro.

O valor máximo 99 pontos foi obtido por alunos pertencentes à categoria 4 e o mínimo 41 pontos categoria 3.

No que diz respeito ao desvio padrão o máximo foi atingido por alunos pertencentes à categoria profissional dois e o mínimo à categoria um.

Através do anexo IV verifica-se que não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre a categoria um e dois, mas entre estas e as restantes as diferenças foram notórias.

#### **4.5 - Comparação do conhecimento dos alunos da turma de Física das Radiações da FCUL, com o dos alunos do ensino superior de Lisboa**

##### **4.5.1 Caracterização das amostras envolvidas no estudo**

Pretende-se realizar um estudo comparativo entre os conhecimentos sobre radiações que os alunos do ensino superior de Lisboa dos cursos gerais e os que possuem formação específica nesta área ( turma de Física das Radiações da FCUL). As amostras que serviram para realizar este estudo encontram-se caracterizadas nas tabelas 4.49 e 4.50.

**Tabela 4.49 : Caracterização da turma de Física das Radiações**

|                     |             | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem(%)</b> |
|---------------------|-------------|-------------------|-----------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino    | 7                 | 14,6                  |
|                     | Masculino   | 21                | 43,8                  |
| <b>Idade</b>        | > 17 anos   | 28                | 100                   |
| <b>Escolaridade</b> | Superior    | 28                | 100                   |
| <b>Residência</b>   | Lisboa      | 28                | 100                   |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1 | 8                 | 16,7                  |
|                     | Categoria 2 | 7                 | 14,6                  |
|                     | Categoria 3 | 9                 | 18,8                  |
|                     | Categoria 4 | 4                 | 8,3                   |

**Tabela 4.50 : Caracterização da amostra de alunos do Ensino superior de Lisboa de diversas áreas**

|                     |             | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem(%)</b> |
|---------------------|-------------|-------------------|-----------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino    | 35                | 72,9                  |
|                     | Masculino   | 13                | 27,1                  |
| <b>Idade</b>        | > 17 anos   | 48                | 100                   |
| <b>Escolaridade</b> | Superior    | 48                | 100                   |
| <b>Residência</b>   | Lisboa      | 48                | 100                   |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1 | 14                | 29,2                  |
|                     | Categoria 2 | 7                 | 14,6                  |
|                     | Categoria 3 | 28                | 4,7                   |
|                     | Categoria 4 | 7                 | 14,6                  |

A turma de Física das Radiações da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa é constituída por 28 alunos. Achou-se interessante comparar os conhecimentos que estes alunos dizem possuir, sobre Radiações com o conhecimento que os alunos de outros cursos e universidades de Lisboa dizem possuir. De todos os alunos do ensino superior da amostra inicial foram seleccionados só os de Lisboa, 48 alunos, para que a influência das diversas variáveis sócio-demográficas seja menos notória.

Tendo em atenção que todos se encontram no mesmo nível de escolaridade na mesma faixa etária e que são todos de Lisboa, a únicas variáveis que podem influenciar as respostas são o sexo e a categoria profissional.

### 4.5.1 Primeira parte do inquérito

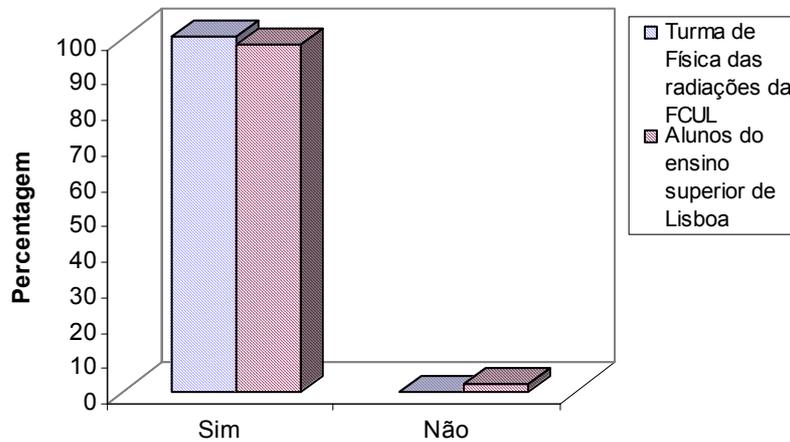
#### Questão 1

“ Já ouviste falar em radiações? “

Tabela 4.51: Frequência / percentagem de respostas à questão 1 pelos diferentes alunos

|              | Alunos de radiações | Física das da FCUL | Alunos do Ensino de outros | Superior de Lisboa cursos |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|
|              | Frequência          | Percentagem        | Frequência                 | Percentagem               |
| <b>Sim</b>   | 28                  | 100                | 47                         | 97,9                      |
| <b>Não</b>   | 0                   | 0                  | 1                          | 2,1                       |
| <b>Total</b> | 28                  | 100                | 48                         | 100                       |

Gráfico 4.25 : Comparação entre conhecimento dos alunos relativamente à existência de radiações.



Verifica-se através da análise da tabela 4.51 e do gráfico 4.25, que o conhecimento relativamente à existência de radiações é generalizado, tanto nos alunos que frequentam a disciplina de Física das Radiações como nos restantes alunos do ensino superior de Lisboa.

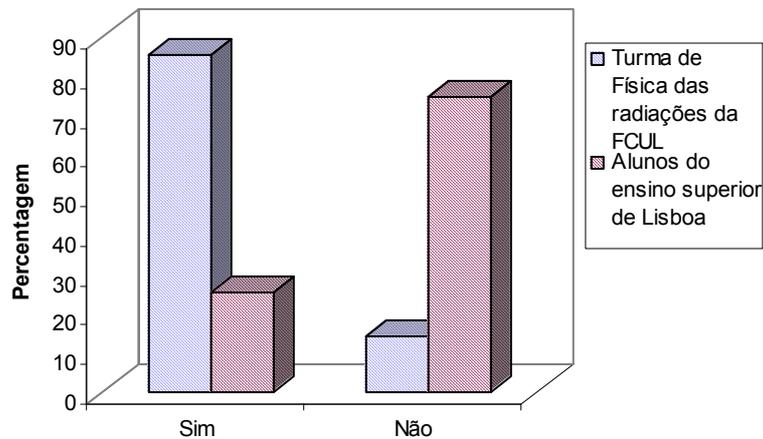
#### Questão 2

“ Sabes qual é a diferença entre radiação ionizante e não ionizante? “

Tabela 4.52: Frequência / percentagem de respostas à questão 2 pelos diferentes alunos

|              | Alunos de radiações | Física das da FCUL | Alunos do Ensino de outros | Superior de Lisboa cursos |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|
|              | Frequência          | Percentagem        | Frequência                 | Percentagem               |
| <b>Sim</b>   | 24                  | 85,7               | 12                         | 25,0                      |
| <b>Não</b>   | 4                   | 14,3               | 36                         | 75,0                      |
| <b>Total</b> | 28                  | 100                | 48                         | 100                       |

**Gráfico 4.26: Comparação entre conhecimento dos alunos relativamente à diferença entre os tipos de radiações.**



No que diz respeito a esta questão constata-se diferenças bastante significativas, ou seja os alunos da turma de Física das Radiações só 14,3 % dos inquiridos dizem não saber distinguir radiação ionizante de não ionizante, já os restantes alunos 75,0% não o consegue fazer.

Nos alunos de outras turmas do ensino superior de Lisboa (mas que não frequentam a disciplina), existe uma percentagem bastante considerável que chega ao ensino superior sem saber, uma questão que está directamente relacionada com todo o meio que os rodeia, e possivelmente vão chegar ao fim de um curso superior sem saber.

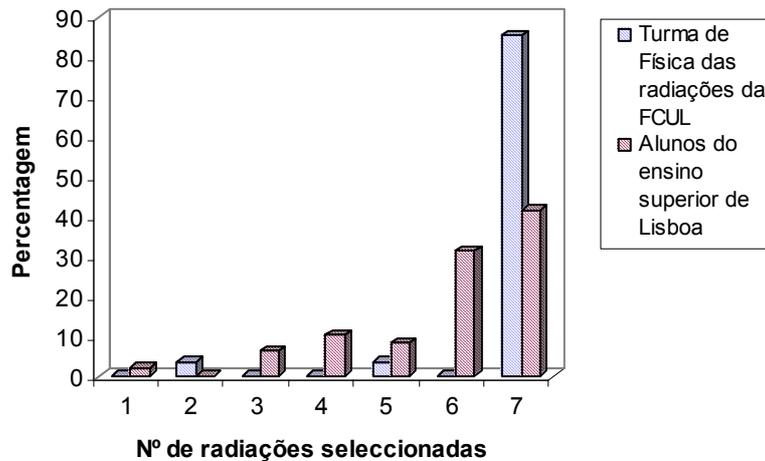
### Questão 3

“ Dos tipos de radiação que se seguem selecciona os que conheces? “

**Tabela 4.53: Frequência / percentagem de respostas à questão 3 pelos diferentes alunos**

| N.º de Radiações | Alunos de Física das radiações da FCUL |             | Alunos do Ensino superior de Lisboa de outros cursos |             |
|------------------|----------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|-------------|
|                  | Frequência                             | Percentagem | Frequência                                           | Percentagem |
| 1                | 0                                      | 0           | 1                                                    | 2,1         |
| 2                | 1                                      | 3,6         | 0                                                    | 0           |
| 3                | 0                                      | 0           | 3                                                    | 6,3         |
| 4                | 0                                      | 0           | 5                                                    | 10,4        |
| 5                | 1                                      | 3,6         | 4                                                    | 8,3         |
| 6                | 2                                      | 7,1         | 15                                                   | 31,3        |
| 7                | 24                                     | 85,7        | 20                                                   | 41,7        |

Gráfico 4.27: Comparação entre conhecimento dos alunos relativamente aos diferentes tipos de radiações.



Relativamente ao número de radiações seleccionadas, os alunos da turma de Física das Radiações mais de 85% seleccionaram os sete tipos, já os restantes alunos só 41,7% seleccionaram as sete radiações, ou seja menos de metade.

Como na disciplina de Física das Radiações os conteúdos essencialmente abordam as radiações ionizantes, e são estas as menos conhecidas pelos alunos em geral este facto poderá ter influenciado significativamente as respostas dos alunos. Pois de um modo geral tal como foi referido anteriormente os alunos dos diferentes níveis de ensino, apresentam um menor conhecimento sobre as radiações ionizantes do que sobre as não ionizantes.

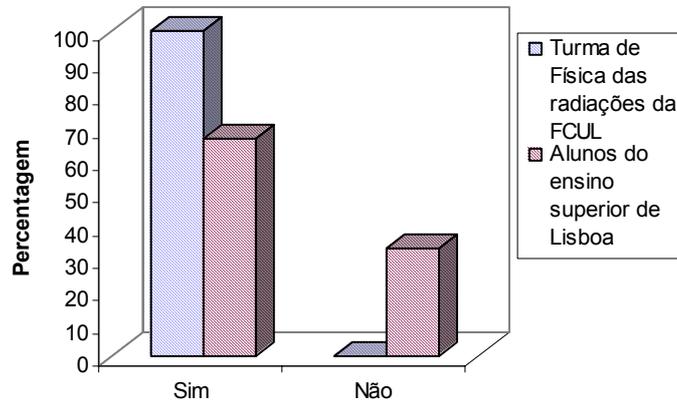
#### Questão 4

“ Já ouviste falar de radioactividade natural? “

Tabela 4.54: Frequência / percentagem de respostas à questão 4 pelos diferentes alunos

|              | Alunos de Física das radiações da FCUL |             | Alunos do Ensino de superior de Lisboa outros cursos |             |
|--------------|----------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|-------------|
|              | Frequência                             | Percentagem | Frequência                                           | Percentagem |
| <b>Sim</b>   | 28                                     | 100         | 32                                                   | 66,7        |
| <b>Não</b>   | 0                                      | 0           | 16                                                   | 33,3        |
| <b>Total</b> | 28                                     | 100         | 48                                                   | 100         |

**Gráfico 4.28: Comparação entre conhecimento dos alunos relativamente existência de radioactividade natural.**



Nos alunos do ensino superior que não pertencem à turma de Física das Radiações existe ainda uma percentagem bastante significativa de alunos (33,3%) que não têm conhecimento da existência de radioactividade natural. Facto bastante complexo, pois todos os dias estamos a ser “ bombardeados” por radioactividade natural.

Já os alunos de Física das Radiações 100% diz ter conhecimento da sua existência.

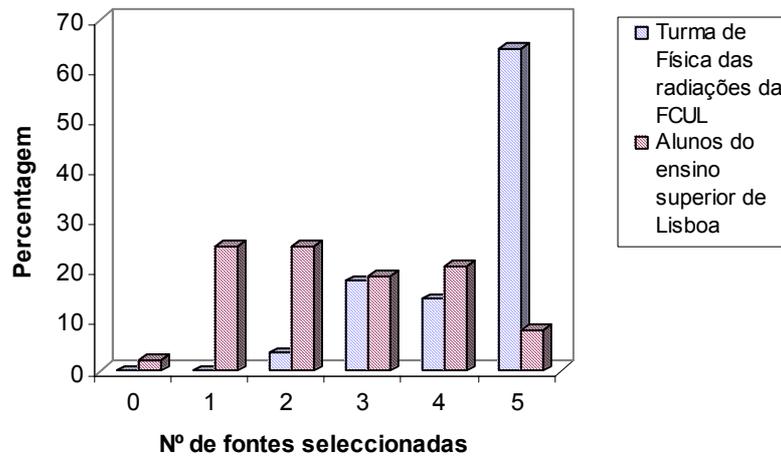
### Questão 5

**“ Das diferentes fontes de radiação natural que se seguem selecciona as que conheces.”**

**Tabela 4.55: Freqüência / percentagem de respostas à questão 5 pelos diferentes alunos**

| N.º de Fontes seleccionadas | Alunos de Física das radiações da FCUL |             | Alunos do Ensino superior de Lisboa de outros cursos |             |
|-----------------------------|----------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|-------------|
|                             | Freqüência                             | Percentagem | Freqüência                                           | Percentagem |
| 1                           | 0                                      | 0           | 13                                                   | 27,1        |
| 2                           | 1                                      | 3,6         | 12                                                   | 25,0        |
| 3                           | 5                                      | 17,9        | 9                                                    | 18,8        |
| 4                           | 4                                      | 14,3        | 10                                                   | 20,8        |
| 5                           | 18                                     | 64,3        | 4                                                    | 8,3         |

**Gráfico 4.29: Comparação entre conhecimento dos alunos relativamente aos diferentes tipos de fontes de radioactividade natural.**



Através da análise da tabela 4.55 e do gráfico 4.29 verifica-se que o número de fontes conhecidas varia bastante dos alunos da turma de Física das Radiações para os restantes alunos do ensino superior de Lisboa.

No caso dos alunos da turma de Física das Radiações 64,5% diz conhecer as cinco fontes de radiações, e a percentagem de alunos que seleccionou menos de três fontes foi reduzido.

Relativamente aos restantes alunos, a maioria seleccionou uma, duas ou quatro fontes sendo a percentagem de alunos que seleccionou as cinco fontes baixa (8,3%).

Reforça-se nesta questão a ideia que os conhecimentos dos dois grupos de alunos é significativamente diferente.

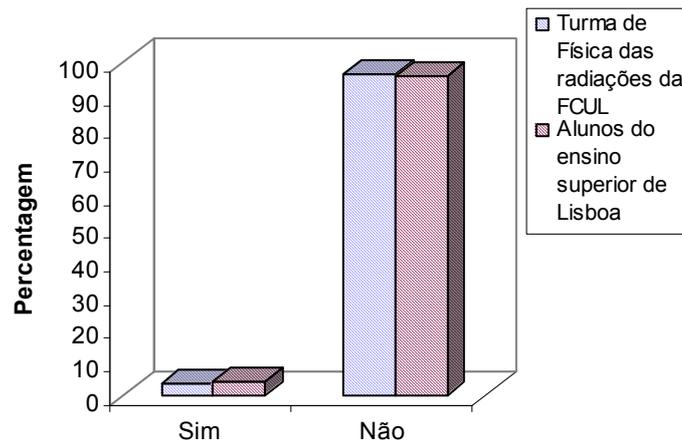
### Questão 6

**“ Todos os tipos de radiação provocam o mesmo efeito no organismo humano?”**

**Tabela 4.56: Frequência / percentagem de respostas à questão 6 pelos diferentes alunos**

|              | Alunos de radiações Física das da FCUL | Alunos do Ensino de outros Superior de Lisboa cursos |            |             |
|--------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|------------|-------------|
|              | Frequência                             | Percentagem                                          | Frequência | Percentagem |
| <b>Sim</b>   | 1                                      | 3,6                                                  | 2          | 4,2         |
| <b>Não</b>   | 27                                     | 96,4                                                 | 46         | 95,8        |
| <b>Total</b> | 28                                     | 100                                                  | 48         | 100         |

Gráfico 4.30 : Comparação entre conhecimento dos alunos relativamente aos efeitos das radiações no organismo humano.



Nesta questão os alunos são praticamente todos da mesma opinião, ou seja tanto os alunos da turma de Física das Radiações como os restantes alunos do ensino superior de Lisboa, pensam que radiações diferentes provocam efeitos diferentes no organismo humano.

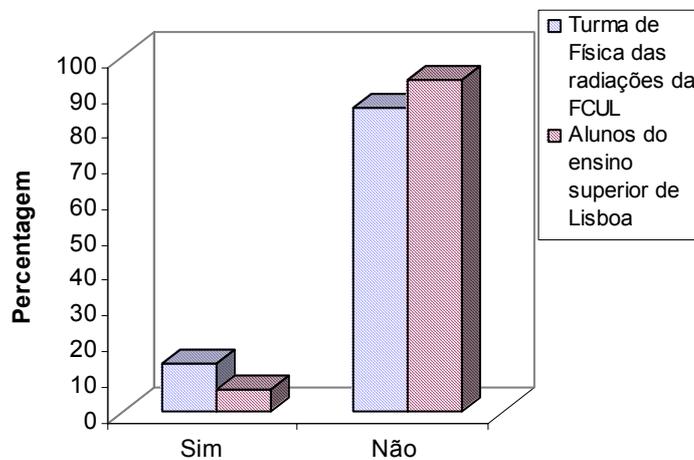
**Questão 7**

**“ O tipo de radiação utilizada numa radiografia é o mesmo que é utilizado numa ressonância magnética?”**

Tabela 4.56: Frequência / percentagem de respostas à questão 7 pelos diferentes alunos

|              | Alunos de Física das radiações da FCUL |             | Alunos do Ensino Superior de Lisboa |             |
|--------------|----------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
|              | Frequência                             | Percentagem | Frequência                          | Percentagem |
| <b>Sim</b>   | 3                                      | 10,7        | 3                                   | 6,3         |
| <b>Não</b>   | 25                                     | 89,3        | 45                                  | 93,7        |
| <b>Total</b> | 28                                     | 100         | 48                                  | 100         |

Gráfico 4.31: Comparação entre conhecimento dos alunos relativamente ao tipo de radiação utilizado em radiografia e em ressonância magnética.



Constata-se que embora as diferenças não sejam muito significativas, os resultados são um pouco diferentes do que se poderia esperar. Os alunos da turma de Física das Radiações apresentam um menor conhecimento relativamente ao tipo de radiação utilizado em cada um dos exames médicos, uma vez que a percentagem que respondeu que sim foi ligeiramente superior.

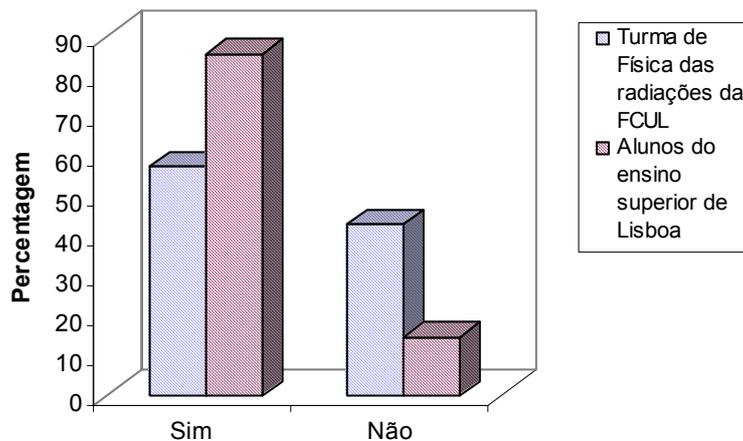
**Questão 8**

**“Quando estás frente ao teu computador, ao televisor ou a falar ao teu telemóvel estás a receber uma certa quantidade de radiação. Normalmente utilizas estes aparelhos durante muito tempo?”**

Tabela 4.57: Frequência / percentagem de respostas à questão 8 pelos diferentes alunos

|       | Alunos de Física das radiações da FCUL | Alunos do Ensino Superior de Lisboa |
|-------|----------------------------------------|-------------------------------------|
|       | Frequência                             | Percentagem                         |
| Sim   | 16                                     | 57,1                                |
| Não   | 12                                     | 42,9                                |
| Total | 28                                     | 100                                 |

Gráfico 4.32 : Comparação entre o tempo que os alunos de Física das Radiações e os restantes alunos utiliza os meios audiovisuais referidos.



Seria de esperar que os resultados fossem muito semelhantes, no entanto as diferenças são bastante significativas, uma vez que os alunos da turma de Física das radiações só 57,1% afirma utilizar estes meios com relativa frequência, já no que diz respeito aos restantes alunos cerca de 85,4% o afirma.

Trata-se de uma questão não directamente relacionada com os conteúdos aprendidos durante as aulas de Física das Radiações, mas no entanto estes poderão encontrar-se mais sensibilizados para as consequências que podem advir da sua utilização excessiva, daí a diferença significativa de valores.

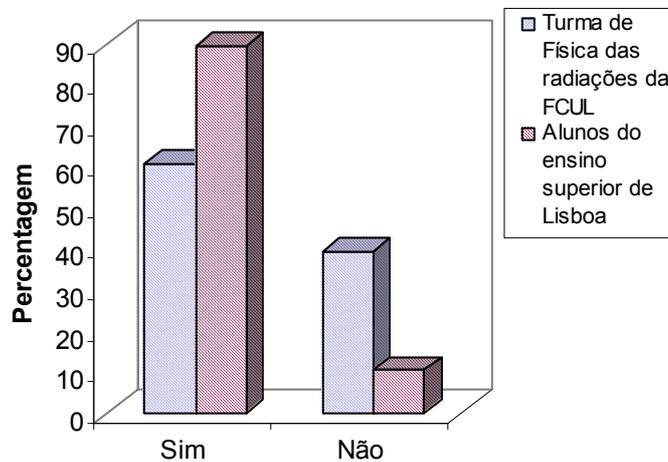
**Questão 9**

“ Pensas que a instalação de uma antena de telemóveis na tua escola será prejudicial? “

Tabela 4.58: Frequência / percentagem de respostas à questão 9 pelos diferentes alunos

|              | Alunos de radiações | Física das da FCUL | Alunos do Ensino de outros | superior de Lisboa cursos |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|
|              | Frequência          | Percentagem        | Frequência                 | Percentagem               |
| <b>Sim</b>   | 17                  | 60,8               | 43                         | 89,6                      |
| <b>Não</b>   | 11                  | 39,3               | 5                          | 10,4                      |
| <b>Total</b> | 28                  | 100                | 48                         | 100                       |

Gráfico 4.33: Comparação entre a opinião que os alunos de Física das Radiações e os restantes alunos relativamente à instalação de antenas de telemóveis junto das escolas.



Em ambos os casos a percentagem de alunos que pensa que a instalação de antenas de telemóveis junto das escolas é prejudicial, é superior a 50%. Verifica-se que a percentagem de alunos que pensa que não é prejudicial é superior no caso dos alunos da turma de Física de Radiações.

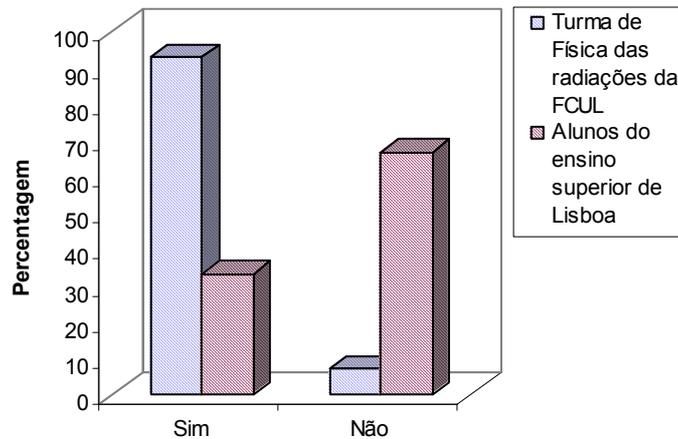
**Questão 10**

“ Concordas com a utilização da energia nuclear como fonte alternativa de energia? “

Tabela 4.59: Frequência / percentagem de respostas à questão 9 pelos diferentes alunos

|              | Alunos de radiações | Física das FCUL | Alunos do Ensino De outros | Superior de Lisboa cursos |
|--------------|---------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|
|              | Frequência          | Percentagem     | Frequência                 | Percentagem               |
| <b>Sim</b>   | 26                  | 92,9            | 16                         | 33,4                      |
| <b>Não</b>   | 2                   | 7,1             | 32                         | 66,6                      |
| <b>Total</b> | 28                  | 100             | 48                         | 100                       |

**Gráfico 4.34: Comparação entre a opinião que os alunos de Física das Radiações e os restantes alunos relativamente à utilização de energia nuclear como energia alternativa.**



As opiniões divergem bastante, enquanto os alunos de Física das Radiações 92,9% concorda com a utilização da energia nuclear como fonte de energia alternativa já em relação aos outros alunos só 33,4% concorda.

Aqui encontra-se mais uma vez a influência que a observação e a experiência têm no processo ensino aprendizagem. Isto porque os alunos de Física das radiações trabalham directamente com fontes radioactivas em laboratório, e mesmo sendo o perigo por estas apresentado praticamente nulo, eles adquirem uma opinião de que quando se utiliza algo que acarreta perigos mas com os devidos cuidados, os problemas são mínimos.

Nos restantes alunos que frequentam cursos onde nunca chegam a ter um contacto directo com elementos radioactivos, continua a predominar a ideia de que tudo o que é radioactivo é bastante perigoso, como tal não deverá ser utilizado.

#### 4.5.2 - Segunda parte do inquérito

Na segunda parte do inquérito as diferenças entre os totais da 2ª parte do inquérito obtidos pelos alunos da turma de Física das Radiações, e dos restantes alunos do ensino superior de Lisboa foram os apresentados no gráfico 4.35.

**Gráfico 4.35: Totais para os dois grupos de alunos.**

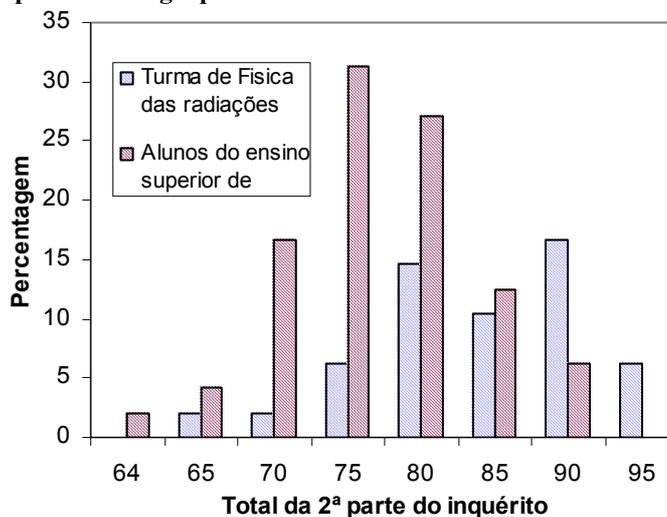


Tabela 4.60: Valores característicos das duas amostras de alunos, para a 2ª parte do inquérito

|                                         | $X_{\text{médio}}$ | $X_{\text{min}}$ | $X_{\text{max}}$ | $\delta$ | N  |
|-----------------------------------------|--------------------|------------------|------------------|----------|----|
| Alunos da turma de Física das Radiações | 86,07              | 65               | 97               | 7,24     | 28 |
| Alunos do ensino Superior de Lisboa     | 79,04              | 64               | 94               | 6,64     | 48 |

Através da análise do gráfico 4.35 e da tabela 4.60 verifica-se que os alunos da turma de Física das Radiações obtiveram um valor médio mais alto que os restantes alunos do ensino superior de Lisboa. Também o valor máximo e mínimo obtido pelos alunos da turma de Física das Radiações foi superior.

Assim através da análise das diversas questões conclui-se que o conhecimento sobre o tema Radiações é significativamente diferente, entre os alunos que frequentam a disciplina de Física das Radiações e os alunos do ensino superior que não possuem qualquer formação nesta área.

Neste estudo as únicas variáveis sócio-demográficas que poderiam influenciar o conhecimento dos alunos, era o sexo e a categoria profissional dos pais. Aplicando o teste estatístico  $\chi^2$  às questões da primeira parte do inquérito verificou-se que em nenhuma das amostras, houve influência significativa das variáveis sócio-demográficas, com  $p > 0,05$ .

No que diz respeito à segunda parte aplicando o teste estatístico ANOVA, também não se verificaram influências significativas, com  $p > 0,05$ .



## CAPITULO 5: A visita de estudo



**Figura 5.1: Fotografia de alunos do ensino secundário durante Visita ao Laboratório de Física das Radiações**



**Figura 5.2: Fotografia dos alunos do ensino secundário no Laboratório de Física das Radiações a observarem algumas experiências**



### **5.1 - Estratégia utilizada para colmatar as falhas do ensino na área da Física das Radiações**

A estratégia por nós sugerida para colmatar, a falha do sistema de ensino nesta área da Física é uma visita de estudo, organizada ao laboratório de Física das Radiações da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Organizaram-se quatro visitas de estudo em dias diferentes, em que as escolas envolvidas no projecto foram a Escola Secundária de Mafra, a Escola Secundária de S. João da Talha (Lisboa) e a Escola Secundária de Alcácer do Sal.

As visitas foram realizadas em dias diferentes, onde houve a colaboração de alguns professores das respectivas escolas para acompanharem os alunos na visita.

O objectivo é demonstrar que os alunos podem adquirir conhecimentos muito importantes, utilizando estratégias alternativas à exposição de conteúdos na sala de aula, sendo estas mais atractivas para os alunos, e assim motivá-los para aprender ciência. Mostrar aos alunos que as disciplinas de ciências não são só conceitos difíceis de aprender que são expostos de um modo pouco atractivo. Devido à falta de material nas escolas e à fraca preparação dos professores do ensino secundário relativamente à componente experimental, as aulas são basicamente expositivas o que torna os assuntos abordados nas aulas de ciências desinteressantes.

Alguns dias antes da visita ao laboratório os alunos preencheram o inquérito sobre Radiações e após a visita dias mais tarde voltaram a preenche-lo. Poder-se-á assim comparar as respostas dos alunos antes e depois da visita e concluir se houve diferenças significativas nas respostas. Ou seja se houve um aumento do conhecimento dos alunos sobre o assunto, após a visita ao laboratório.

As visitas tinham início com uma breve introdução sobre o tema, realizada pelo Professor Luís Peralta, em que eram abordados alguns assuntos relativamente aos diferentes tipos de radiações, aplicações, consequências e cuidados a ter quando se trabalha com substâncias radioactivas.



**Figura 5.3: Fotografia da sessão introdutória à visita**

De seguida dividiam-se os turnos da visita por grupos que iriam ser acompanhados na realização e exploração de algumas experiências.

Antes de se dar início à visita pelas diferentes experiências era fornecido a cada aluno um guião ( Anexo 5 ) para assim compreenderem o que estavam a observar e realizar.

No final da visita foram distribuídas aos alunos as respostas às questões propostas no guião e um breve resumo das experiências realizadas ( Anexo 6 ).

## 5.2 – Experiências organizadas

### Experiência 1

**“Desvio da radiação emitida por uma fonte radioactiva num campo magnético”**

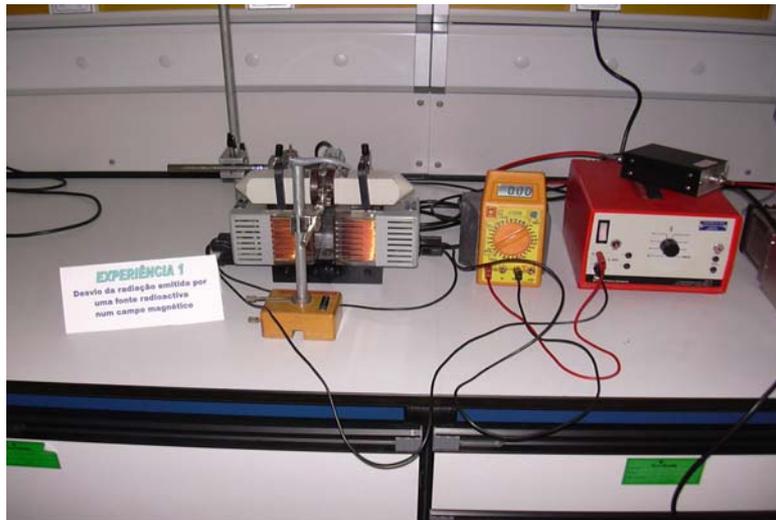


Figura 5.4 : Fotografia da experiência 1

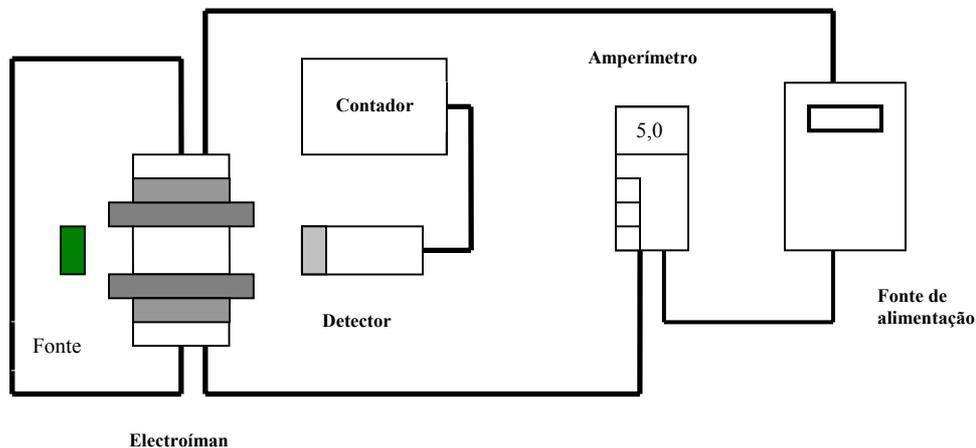


Figura 5.5: Esquema da experiência 1

O esquema experimental representado na figura permite criar um campo magnético entre os pólos de um electroímã. Quando se coloca diferentes fontes radioactivas ( emissoras de diferentes tipos partículas) pode verificar-se a existência de

deflexão ( ou não ) das partículas a partir do número de contagens registadas num detector Geiger.

Através desta experiência os alunos podiam verificar a existência de radiações ionizantes com diferentes cargas eléctricas, ou seja que o campo magnético provoca uma deflexão na trajetória das partículas electricamente carregadas e não dos fotões.

## Experiência 2

### “ O poder de penetração das diferentes radiações ionizantes”



Figura 5.6: Fotografia da experiência 2

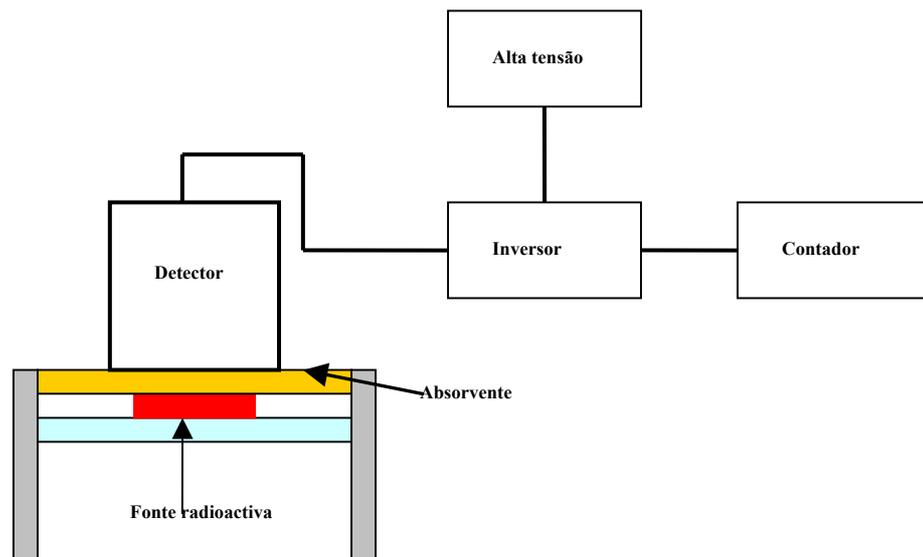


Figura 5.7 : Esquema da experiência 2

Pretende-se com esta experiência mostrar que as diferentes radiações ionizantes têm diferentes poderes de penetração.

Utilizando diferentes fontes radioactivas os alunos podem observar que a absorção das radiações em folhas de diversos materiais ( papel, alumínio e chumbo) é diferente.

Para parar uma partícula alfa é necessário apenas uma folha de papel, enquanto que para as partículas beta já é necessário uma folha de alumínio e para as gamas já têm de ser uma folha de chumbo.

### Experiência 3

#### “Decaimento de um elemento radioactivo”



Figura 5.8 : Fotografia da experiência 3

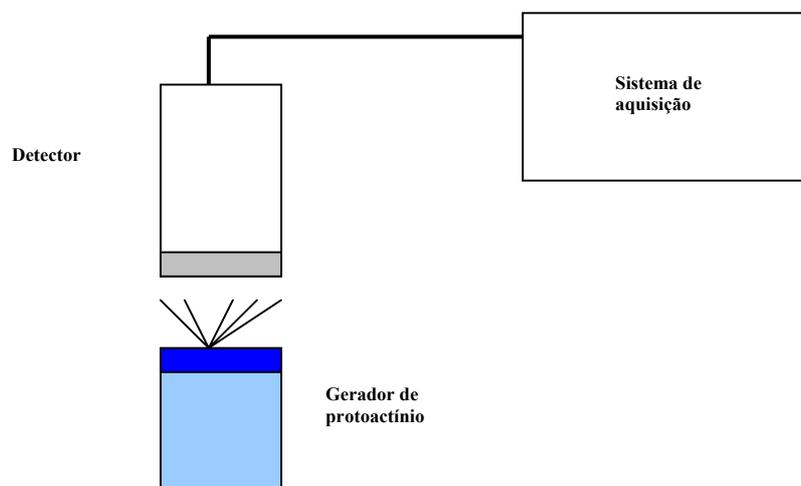


Figura 5.9: Esquema da experiência 3

Os nuclídeos radioactivos desintegram-se dando origem a outros mais estáveis.

Utilizando um gerador de protactínio (  $\text{Pa}^{234}$ ) estudou-se a desintegração radioactiva deste isótopo, e assim verificar que a quantidade de radiação emitida pelo gerador varia ao longo do tempo.

Esta variação ocorre porque quando se dá uma desintegração radioactiva o núcleo do átomo sofre um processo de transformação em que existe emissão de uma ou várias partículas.

Um nuclídeo radioactivo pode desintegrar-se e transformar-se noutra nuclídeo que se for radioactivo, por sua vez desintegra-se. O processo vai-se repetindo até se obter um isótopo estável.

#### Experiência 4

##### “Gás Radão”

O objectivo desta experiência é mostrar aos alunos que a radioactividade não está apenas associada a isótopos produzidos em laboratório, existem muitos isótopos radioactivos naturais. Um deles é o Radão-222 que é libertado de alguns tipos de rochas, de solos, das águas dos poços e etc.



Figura 5.10 : Fotografia da experiência 4

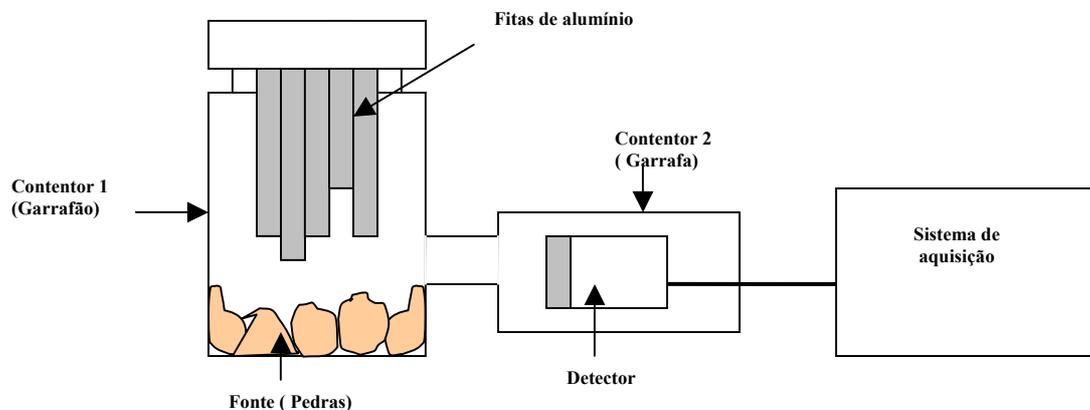


Figura 5.11: Esquema da experiência 4

O Rn-222 é um nuclídeo resultante da cadeia de desintegração do Urânio-238 e é um gás radioactivo invisível e inodoro que quando atinge concentrações elevadas pode tornar-se perigoso para a saúde. A radiação proveniente da desintegração do Rn-222 contribui com cerca de 50% para a dose de radiação que a população recebe anualmente ( dados do ITN).

Após a libertação deste nuclídeo e seus descendentes, estes vão ficar implantados nas fitas de alumínio que se encontram dentro do contentor um, e que posteriormente podem ser utilizadas como fontes radioactivas

Os alunos verificam que é relativamente fácil produzir fontes radioactivas que podem ser utilizadas em laboratório nas escolas, sem grande perigo.

### Experiência 5

#### “ Determinação da composição de elementos por fluorescência de raios X”

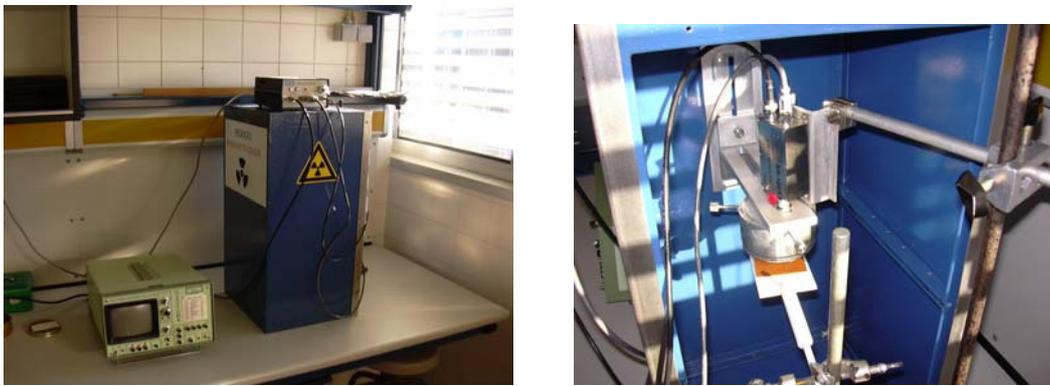


Figura 5.12: Fotografia da experiência 5

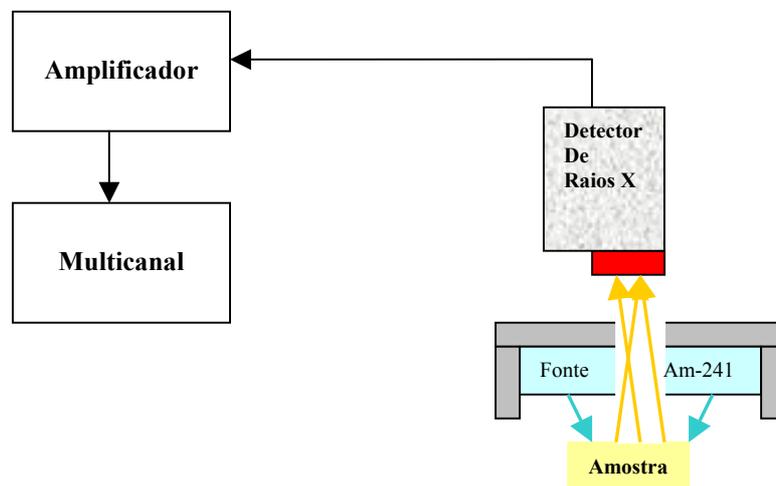


Figura 5.13: Esquema da experiência 5

A fluorescência de raios X é uma técnica não destrutiva que permite identificar os elementos presentes numa amostra permitindo ao mesmo tempo estabelecer a proporção em que cada elemento se encontra presente.

Na fluorescência de raios X utiliza-se uma fonte de radiação gama ( ou radiação X de elevada energia) para provocar a excitação dos átomos da substância a analisar. Através desta técnica os alunos podem analisar de forma qualitativa composição de objectos pessoais como anéis, brincos e moedas.

### **5.3 - Caracterização da amostra onde foi aplicado o estudo**

Na tabela 5.1 encontram-se registadas as características sócio-demográficas da amostra onde se aplicou a estratégia.

**Tabela 5.1: Caracterização da amostra**

|                     |                | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem(%)</b> |
|---------------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino       | 51                | 49,0                  |
|                     | Masculino      | 53                | 51,0                  |
| <b>Idade</b>        | < de 13 anos   | 0                 | 0                     |
|                     | 13 – 15 anos   | 46                | 44,2                  |
|                     | 16 – 17 anos   | 53                | 51,0                  |
|                     | > 17 anos      | 5                 | 4,8                   |
| <b>Escolaridade</b> | Básico         | 0                 | 0                     |
|                     | Secundário     | 104               | 100                   |
|                     | Superior       | 0                 | 0                     |
| <b>Residência</b>   | Lisboa         | 28                | 26,9                  |
|                     | Maфра          | 20                | 19,2                  |
|                     | Alcácer do Sal | 56                | 53,8                  |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1    | 8                 | 7,7                   |
|                     | Categoria 2    | 16                | 15,4                  |
|                     | Categoria 3    | 56                | 53,8                  |
|                     | Categoria 4    | 24                | 23,1                  |

O estudo foi aplicado unicamente a alunos do Ensino Secundário. Pois é neste nível de escolaridade que os alunos já podem compreender melhor a componente prática da Ciência, e ao mesmo tempo executá-las. Neste nível de ensino foi mais fácil mobilizar alunos e professores para realizar a actividade.

A amostra contempla alunos de diferentes regiões para que durante o estudo se estudem as alterações consoante diferentes características dos alunos.

Após a recolha de dados procedeu-se à análise dos mesmo utilizando vários tratamentos estatísticos, que podem detectar alterações significativas no conhecimento dos alunos relativamente ao tema, antes e depois da visita.

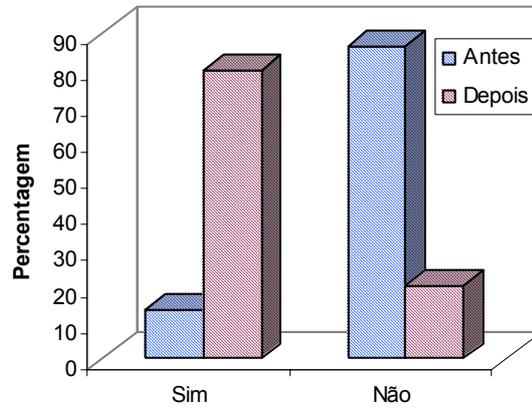
### **5.4 – Comparação entre as respostas atribuídas antes e depois da visita**

#### **5.4.1 Primeira parte do inquérito**

Depois de uma breve análise geral para detectar em que questões se verificaram alterações significativas nas respostas dos alunos (verificou-se que foi nas questões dois, três, quatro, cinco e dez), procedeu-se à análise estatística pormenorizada destas questões.

Em relação à questão número dois, se os alunos sabiam distinguir radiação ionizante de não ionizante, as alterações foram bastante notórias tal como se pode observar no gráfico 5.1, onde se encontram representadas as percentagens de resposta antes e depois da visita ao laboratório.

**Gráfico 5.1: Percentagem de alunos que conseguem distinguir radiação ionizante de não ionizante antes e depois da visita**



Através da análise do gráfico constata-se uma alteração significativa, pode até mesmo afirmar-se que a percentagem de alunos que antes não conseguia distinguir (86,5%) é muito semelhante à que já conseguia distinguir ( 79,8%) , após a visita.

Aplicando o teste de McNemar pode verificar-se a evolução no conhecimento dos alunos, tal com está representado na tabela .

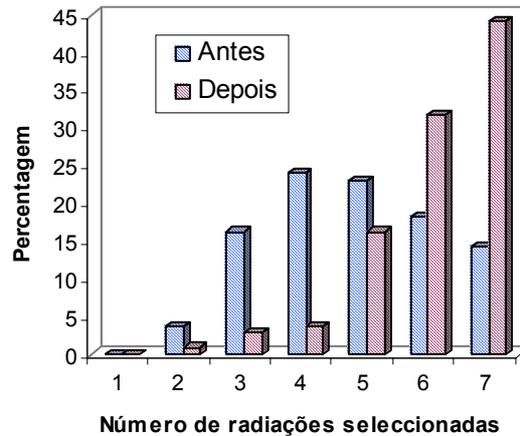
**Tabela 5.2: Variação das respostas relativamente à distinção das duas radiações.**

|       |         | Depois  |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       |         | Sim (%) | Não (%) |
| Antes | Sim (%) | 100     | 0       |
|       | Não (%) | 76,7    | 23,3    |

Analisando a tabela verifica-se que todos os alunos ( 100% ) que antes da visita conseguia distinguir os dois tipos de radiação, continuam a saber após a visita. E que 76,7% dos alunos que tinham respondido que não sabiam passaram a responder que sim. Do total de alunos só 20,2% continuam a não conseguir distinguir os dois tipos de radiação. As alterações foram significativas com  $p < 0,05$ .

No que diz respeito ao conhecimento dos alunos relativamente aos diferentes tipos de radiações, através do gráfico 5.2 observa-se que o número de radiações seleccionadas aumentou bastante após a visita ao laboratório.

**Gráfico 5.2: Comparação do conhecimento relativamente às diferentes formas de radiações antes e depois da visita.**



Observando o gráfico 5.2 verificam-se grandes alterações. Inicialmente a maior percentagem de alunos (29,1%) seleccionava quatro tipos de radiações, após a visita a maioria selecciona sete radiações (44,4%), ou seja todos os tipos de radiações apresentados.

Pode também verificar-se que as percentagens de alunos em função do número de radiações era bastante mais variável antes da visita, após as percentagens encontravam-se mais concentradas nas cinco, seis e sete radiações.

Analisando a tabela obtida através do teste de McNemar para esta questão verifica-se que houve uma mudança generalizada do número de radiações seleccionadas.

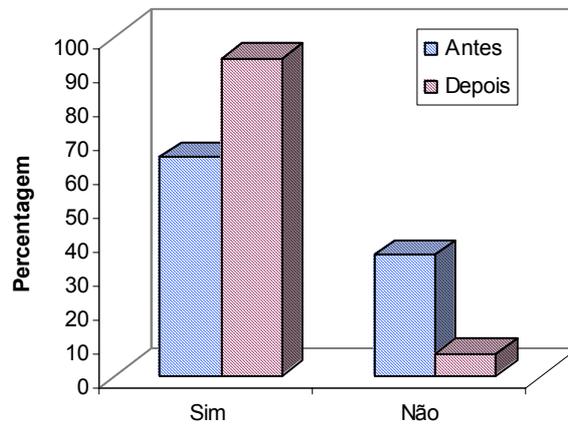
**Tabela 5.3: Variação do conhecimento relativamente ao número de radiações**

| Número de Radiações | Depois (%) |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 2          | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |      |
| Antes (%)           | 2          | 25,0 | 25,0 | 25,0 |      | 25,0 |      |
|                     | 3          |      | 11,8 | 5,9  | 17,6 | 41,2 | 23,5 |
|                     | 4          |      |      | 4,0  | 36,0 | 20,0 | 40,0 |
|                     | 5          | 4,2  |      | 4,2  | 8,3  | 37,5 | 45,8 |
|                     | 6          |      |      |      | 5,3  | 57,9 | 36,8 |
|                     | 7          |      |      |      | 6,7  | 6,7  | 86,7 |

De salientar que a maioria dos alunos obteve uma aumento do número de radiações seleccionadas, os casos em que tal não se verificou foram reduzidos. Embora tenha existido estas diferenças, a maioria dos alunos mostrou uma evolução, com que  $p < 0,05$ .

Durante a visita os alunos ouviram falar em radioactividade natural, através da experiência da produção de gás Radão. O que se reflectiu numa mudança de opinião relativamente ao conhecimento da existência desta forma de radioactividade tal, como se observa no gráfico 5.3 .

**Gráfico 5.3: Comparação do conhecimento dos alunos relativamente à existência de radioactividade natural.**



Antes da visita 35,6% dos alunos não tinha ouvido falar em radioactividade natural, após a visita apenas 6,7% dos alunos respondeu negativamente o que mostra a diferença significativa nas respostas dos alunos.

Embora a mudança de opinião não tenha sido só no sentido positivo, ou seja os alunos que responderam inicialmente não, passaram a responder sim. Verifica-se que na maioria dos casos tal se verificou, como se pode observar através da tabela 5.4.

**Tabela 5.4: Variação da opinião sobre a existência de radioactividade natural**

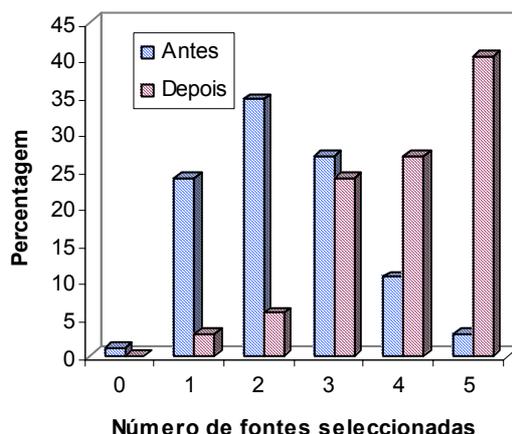
|       |         | Depois  |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       |         | Sim (%) | Não (%) |
| Antes | Sim (%) | 92,5    | 7,5     |
|       | Não (%) | 94,6    | 5,4     |

Dos alunos que inicialmente tinham respondido que sim 92,5% continuam a responder sim, mas 7,5% responderam não. No entanto a diferença é bastante significativa na percentagem de alunos que inicialmente tinham respondido não e passaram a responder sim 94,6%.

Considerando estes valores e  $p < 0,05$  pode-se considerar as alterações nas respostas bastante positivas.

Após a visita verificou-se também um aumento do número de fontes de radiação natural seleccionadas. O que se pode comprovar através da análise do gráfico 5.4 em que após a visita a maior percentagem de alunos seleccionou as cinco fontes apresentadas.

Gráfico 5.4: Comparação do número de fontes naturais seleccionadas antes e depois da visita.



Enquanto que antes das visita a maior percentagem de alunos seleccionou uma duas ou três fontes, após a visita a maioria seleccionou três, quatro ou cinco fontes.

Através da tabela 5.5 pode verificar-se que a evolução foi na maioria dos casos bastante positiva.

Tabela 5.5: Variação do número de fontes seleccionadas antes e depois da visita

| Número de Fontes | Depois (%) |     |      |      |       |      |
|------------------|------------|-----|------|------|-------|------|
|                  | 1          | 2   | 3    | 4    | 5     |      |
| Antes (%)        | 0          |     |      |      | 100,0 |      |
|                  | 1          | 4,0 | 20,0 | 28,0 | 20,0  | 28,0 |
|                  | 2          | 2,8 | 2,8  | 30,6 | 33,3  | 30,6 |
|                  | 3          |     |      | 21,4 | 25,0  | 53,6 |
|                  | 4          | 9,1 |      | 9,1  | 27,3  | 54,5 |
|                  | 5          |     |      |      |       | 100  |

Uma evolução significativa com  $p < 0,05$ . Após a visita todos os alunos seleccionaram pelo menos uma fonte o que não acontecia antes da visita. Todos os alunos que inicialmente não seleccionaram nenhuma fonte, após seleccionaram quatro fontes.

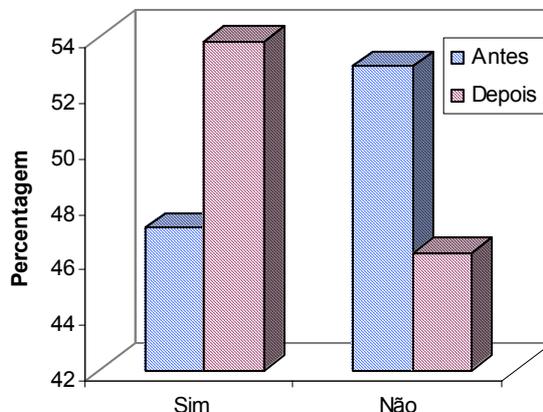
O caso em que a evolução não foi tão positiva foi o caso dos alunos que antes tinham seleccionado quatro fontes e que depois passaram a seleccionar uma 9,1% e três 9,2%.

Por último relativamente à primeira parte do inquérito a questão em que se verificaram alterações significativas nas respostas dos alunos foi na sua opinião relativamente à utilização da Energia Nuclear como energia alternativa.

Uma questão que não seria de esperar uma diferença tão significativa, o que nos leva a concluir que o facto de os alunos terem contactado directamente com fontes radioactivas didácticas os tenha levado a perceber que a radioactividade quando utilizada com os devidos cuidados não apresenta consequências tão graves como as que eles pensavam até aqui.

Analisando o gráfico 5.5 pode observar-se as alterações de opinião.

**Gráfico 5.5: Comparação da opinião relativamente à utilização de energia nuclear antes e depois da visita.**



Embora se tenham verificado alterações nas opiniões dos alunos estas foram um pouco controversas, tal como se observa na tabela 5.6 .

**Tabela 5.6: Variação da opinião sobre a utilização da energia nuclear**

|       |         | Depois  |         |
|-------|---------|---------|---------|
|       |         | Sim (%) | Não (%) |
| Antes | Sim (%) | 73,5    | 26,5    |
|       | Não (%) | 36,4    | 63,6    |

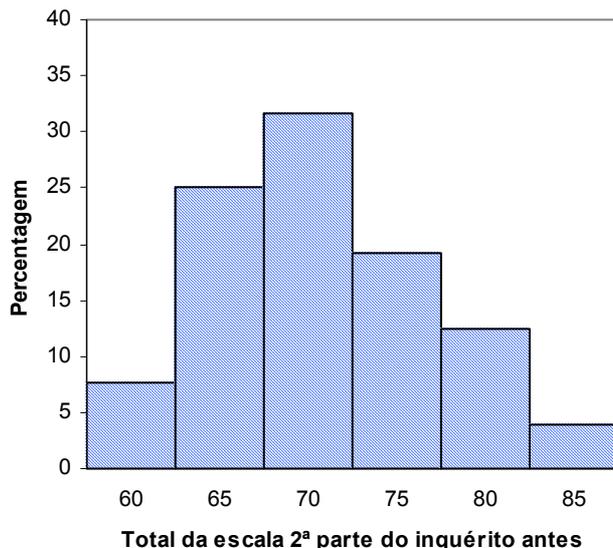
Observando os resultados verifica-se que dos alunos que inicialmente tinham concordado, após 26,5% passou a responder que não e dos que inicialmente tinham discordado 36,4% passou a concordar .

Mas fazendo o balanço das respostas conclui-se que a percentagem de alunos que mudou de opinião foi significativa, com  $p < 0,05$ .

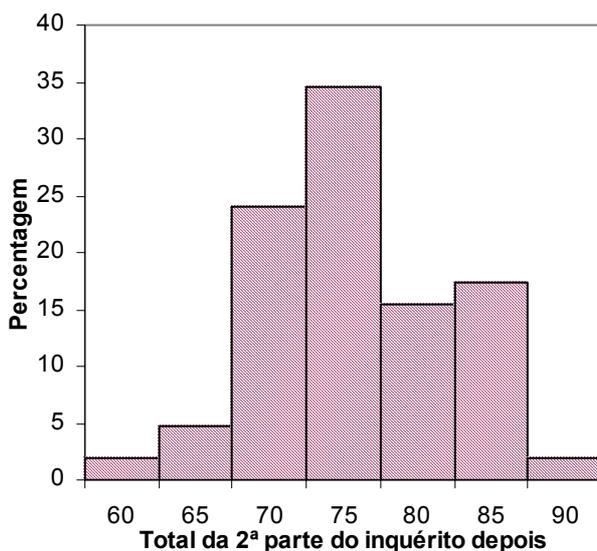
#### 5.4.2 Segunda parte do inquérito

Relativamente à segunda parte do inquérito, também aqui foram registadas alterações significativas nos valores obtidos para o total , antes e depois da visita. O que se pode observar através dos gráficos 5.6 e 5.7 .

**Gráfico 5.6: Total da 2ª parte do inquérito antes da visita.**



**Gráfico 5.7: Total da 2ª parte do inquérito depois da visita.**



Através da análise do gráfico verifica-se que os valores obtidos para o total foram superiores após a visita de estudo ao laboratório. Antes da visita de estudo o valor o valor onde a percentagem de alunos foi superior foi 70 pontos enquanto que após a visita o valor foi 75, e também se registou uma maior percentagem de alunos que obtiveram os valores de 80 e 85 pontos. Também o valor máximo obtido foi superior, antes foi 85 pontos e depois foi 90 pontos, embora apenas uma percentagem reduzida de alunos tenha atingido o valor máximo. Em ambas as situações nenhum aluno atingiu o valor considerado máximo da escala que era 100 pontos.

Através da tabela 5.7 podem observar-se alguns valores que caracterizam o total da escala em ambas as situações.

Tabela 5.7: Valores característicos da amostra antes e depois da visita

|                         | <b>Valor médio</b> | <b>Desvio padrão</b> | <b>Total de alunos</b> |
|-------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| <b>Antes da visita</b>  | 72,83              | 6,19                 | 104                    |
| <b>Depois da visita</b> | 77,70              | 6,31                 | 104                    |

Verifica-se que houve um aumento do valor médio obtido após a visita.

Através do teste estatístico de Wilcoxon podem de analisar-se melhor as diferenças, entre o total antes e depois da visita.

Tabela 5.8 : Resultados obtidos através do teste de Wilcoxon

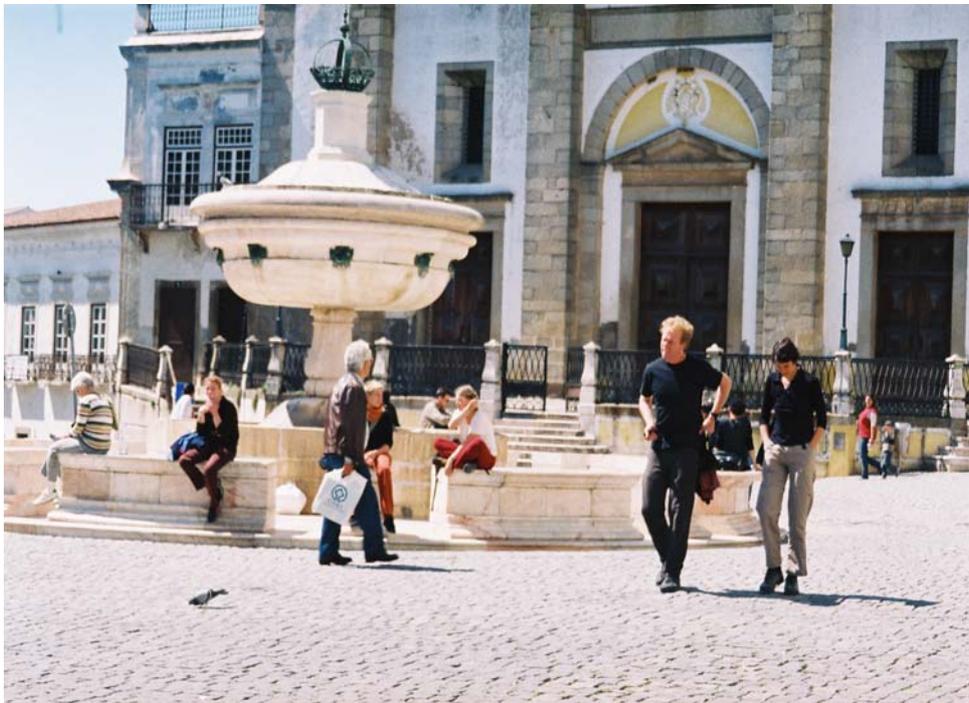
|                                      | <b>Número de diferenças</b> | <b>Media das diferenças</b> | <b>Significância</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| <b>Total antes &lt; Total depois</b> | 94                          | 49,21                       | 0,000*               |
| <b>Total antes &gt; Total depois</b> | 2                           | 15,25                       |                      |
| <b>Total antes = Total depois</b>    | 8                           | a)                          |                      |

\*p<0,001

a) Valor que não contribui para o teste de Wilcoxon

Através da análise dos valores obtidos pelo teste de Wilcoxon pode verificar-se que a média das diferenças antes e depois é significativa com p<0,001.

## **CAPITULO 6 – Análise de dados da População**



**Figura 6.1 : Ilustração da população geral**



### **6.1 – Caracterização da amostra**

O estudo realizado com os alunos para analisar os conhecimentos sobre Radiações e medidas de Radioprotecção, foi também aplicado a uma amostra da população geral. Para posteriores estudos de comparação entre o conhecimento dos alunos dos diferentes níveis e os da população geral que os rodeia.

A amostra não é muito extensa, pois o objectivo primário do estudo é em relação aos alunos. É constituída por 170 elementos com diferentes características sócio-demográficas.

**Tabela 6.1 : Características sócio-demográficas da amostra da população geral**

|                     |              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem<br/>( % )</b> |
|---------------------|--------------|-------------------|------------------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino     | 110               | 64,7                         |
|                     | Masculino    | 60                | 35,3                         |
| <b>Idade</b>        | 20 – 30 anos | 37                | 21,8                         |
|                     | 30 – 40 anos | 56                | 32,9                         |
|                     | 40 – 50 anos | 50                | 29,4                         |
|                     | 50 – 60 anos | 2                 | 1,2                          |
| <b>Escolaridade</b> | Básico       | 34                | 20,0                         |
|                     | Secundário   | 55                | 32,4                         |
|                     | Superior     | 81                | 47,6                         |
| <b>Residência</b>   | Vendas Novas | 39                | 23,0                         |
|                     | Évora        | 20                | 11,8                         |
|                     | Lisboa       | 34                | 20,0                         |
|                     | M – o-Novo   | 22                | 12,9                         |
|                     | Grândola     | 21                | 12,4                         |
|                     | Alcácer      | 17                | 8,8                          |
|                     | Montijo      | 15                | 10,0                         |
|                     | Leiria       | 2                 | 1,2                          |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1  | 73                | 42,9                         |
|                     | Categoria 2  | 17                | 10,0                         |
|                     | Categoria 3  | 41                | 24,1                         |
|                     | Categoria 4  | 39                | 23,0                         |

O inquérito foi aplicado à população geral de algumas localidades onde se realizou o estudo com os alunos, pois não foi possível aplicar a todas as localidades. No entanto existem localidades do interior e do litoral para verificar se existem diferenças significativas nos conhecimentos destas populações em função da área de residência. Houve também uma preocupação que constassem desta pequena amostra elementos de diversas faixas etárias, diferentes níveis de escolaridade e diferentes categorias profissionais.

## **6.2 – Análise descritiva**

Uma vez que o inquérito aplicado à população é o mesmo que foi aplicado aos alunos, (em que só foram realizadas ligeiras adaptações), proceder-se-á de seguida à análise por questão.

### **6.2.1 Primeira parte do inquérito**

#### **Questão 1**

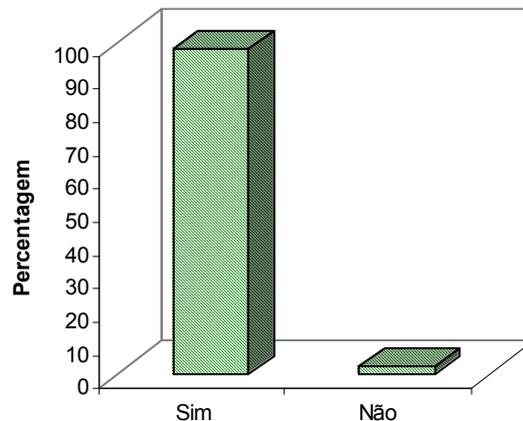
**“ Já ouviu falar em radiações? “**

Através da tabela 6.2 e do gráfico 6.1, observa-se as respostas atribuídas à questão.

**Tabela 6.2: Frequência / Percentagem de respostas à questão 1**

|              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>   | 166               | 97,6                   |
| <b>Não</b>   | 4                 | 2,4                    |
| <b>Total</b> | 170               | 100,0                  |

**Gráfico 6.1: Percentagem de respostas à questão 1**



Constata-se que dos 170 inquiridos só 2,4%, respondeu nunca ter ouvido falar em radiações, percentagem bastante reduzida. Do que se pode inferir que na generalidade a população geral já ouviu falar em radiações.

#### **Questão 2**

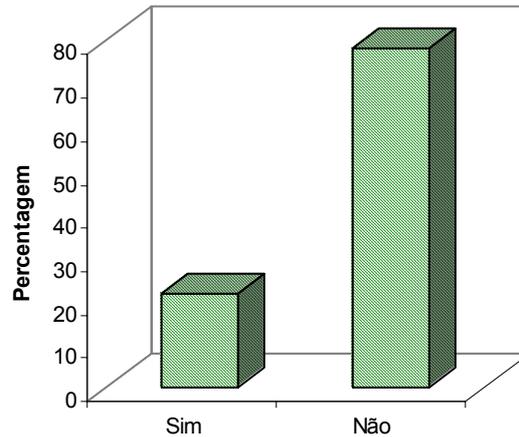
**“ Sabe qual é a diferença entre radiação ionizante e não ionizante? ”**

As respostas atribuídas à questão encontram-se registadas na tabela 6.3 e no gráfico 6.2.

Tabela 6.3: Frequência / Percentagem de respostas à questão 2

|              | Frequência | Percentagem (%) |
|--------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>   | 35         | 20,6            |
| <b>Não</b>   | 135        | 79,4            |
| <b>Total</b> | 170        | 100             |

Gráfico 6.2: Percentagem de respostas à questão 2



Da população inquirida 79,4% não consegue distinguir radiação ionizante de não ionizante. Só cerca de 20% o consegue fazer. Do que se conclui que a população na maioria já ouviu falar em radiações, mas não as consegue distinguir.

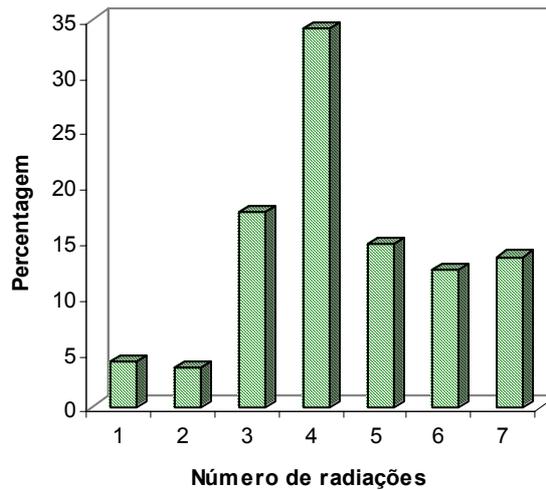
### Questão 3

“ Dos tipos de radiação que se seguem selecciona os que conhece? “

Tabela 6. 4: Frequência / Percentagem de respostas à questão 3

| Número de Radiações | Frequência | Percentagem (%) |
|---------------------|------------|-----------------|
| <b>1</b>            | 7          | 4,1             |
| <b>2</b>            | 6          | 3,5             |
| <b>3</b>            | 30         | 17,6            |
| <b>4</b>            | 58         | 34,1            |
| <b>5</b>            | 25         | 14,7            |
| <b>6</b>            | 21         | 12,4            |
| <b>7</b>            | 23         | 13,5            |
| <b>Total</b>        | 170        | 100,0           |

Gráfico 6.3 - Percentagem de respostas à questão 3

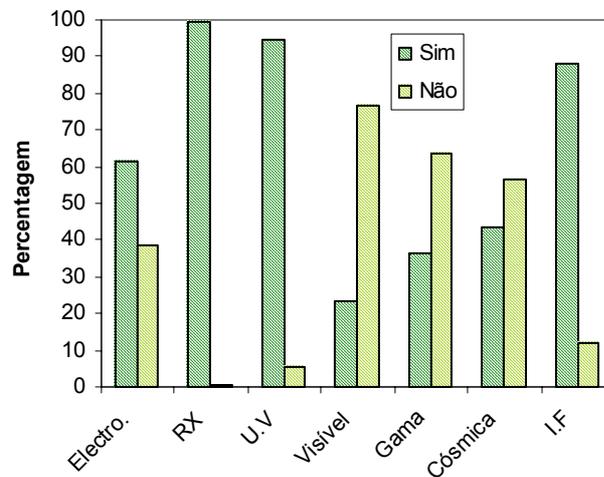


A maior percentagem (34,1%) da população geral assinalou quatro radiações, das apresentadas.

Somente 13,5% assinalou as sete radiações. No entanto a percentagem de inquiridos que seleccionou uma ou duas radiações foi inferior a 5%.

Das sete radiações a população geral não conhece todos em igual percentagem, tal com se pode observar no gráfico 6.4.

Gráfico 6.4: Percentagem de população inquirida que conhece cada uma das radiações.



Através da análise do gráfico conclui-se que 100% da população geral já ouviu falar em radiação X, sendo de seguida a ultra violeta e a infravermelha as mais conhecidas.

De todas as radiações apresentadas aquela que a população geral menos conhece, é a que lhe permite observar tudo o que a rodeia, a radiação visível. Menos de 30% da população geral diz conhecer a radiação visível, também a percentagem que diz conhecer a radiação gama e cósmica é inferior aos 50%.

### Questão 4

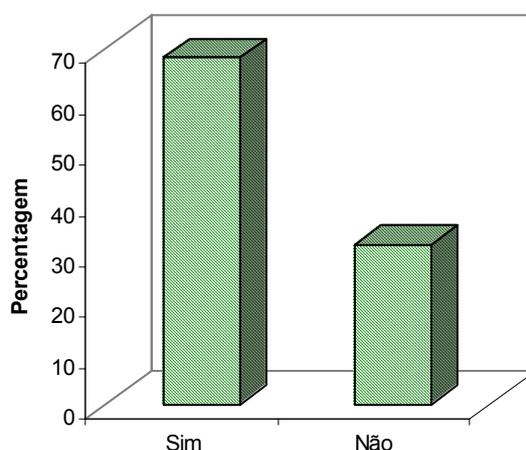
**“ Já ouviu falar de radioactividade natural? “**

Com esta questão pretende-se verificar se a população geral tem conhecimento, que a natureza que nos rodeia está constantemente a produzir radiações. As quais podem ser prejudiciais, quando atingem doses elevadas.

**Tabela 6.5: Frequência / Percentagem de respostas à questão 4**

|              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>   | 116               | 68,2                   |
| <b>Não</b>   | 53                | 31,8                   |
| <b>Total</b> | 170               | 100,0                  |

**Gráfico 6.5: Percentagem de respostas à questão 4**



Mais de 50% dos inquiridos já ouviram falar em radioactividade natural. A percentagem que não ouviu falar deste tipo de radioactividade é de 31,8%, valor ainda bastante considerável. O que significa que existe ainda uma percentagem considerável da população geral, que não tem conhecimento da existência de radioactividade natural.

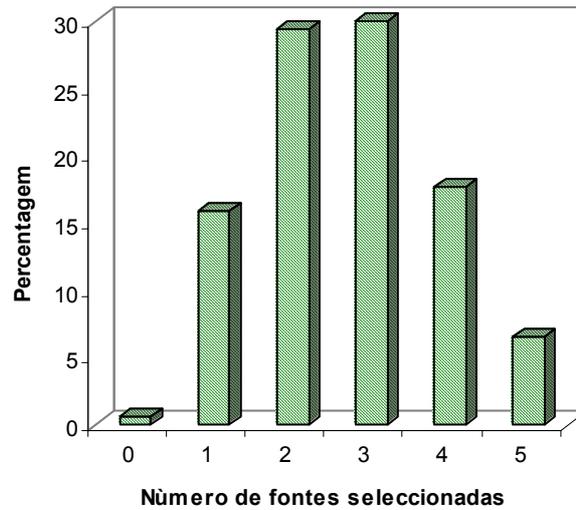
### Questão 5

**“ Das diferentes fontes de radiação natural que se seguem seleccione as que conhece.”**

**Tabela 6.5 Frequência / Percentagem de respostas à questão 5**

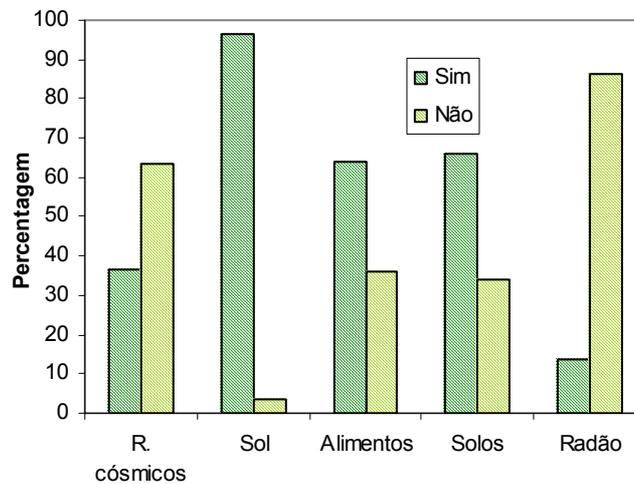
| <b>Numero de Fontes</b> | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|-------------------------|-------------------|------------------------|
| <b>0</b>                | 1                 | 0,6                    |
| <b>1</b>                | 27                | 15,9                   |
| <b>2</b>                | 50                | 29,4                   |
| <b>3</b>                | 51                | 30,0                   |
| <b>4</b>                | 30                | 17,6                   |
| <b>5</b>                | 11                | 6,5                    |
| <b>Total</b>            | 170               | 100,0                  |

**Gráfico 6.6: Percentagem da população geral que seleccionou ou não cada uma das fontes de radiações**



Através da análise da tabela 6.4 e do gráfico 6.5, observa-se que a percentagem da população geral que seleccionou as cinco fontes de radiação natural foi reduzida, 6,5%. A maior percentagem da população seleccionou duas ou três fontes. No entanto a percentagem que seleccionou uma única fonte é considerável ( 15,9% ). Das fontes apresentadas a solar é aquela que a maioria diz conhecer, tal como se pode verificar da análise do gráfico 6.7.

**Gráfico 6.7: Percentagem de população inquirida que conhece cada uma das fontes naturais de radiação.**



A percentagem que diz ter conhecimento que os alimentos e os solos são emissores de radiações, superior a 60%. No entanto a população geral na generalidade não tem conhecimento do gás radão, menos de 20% diz ter conhecimento da sua existência.

**Questão 6**

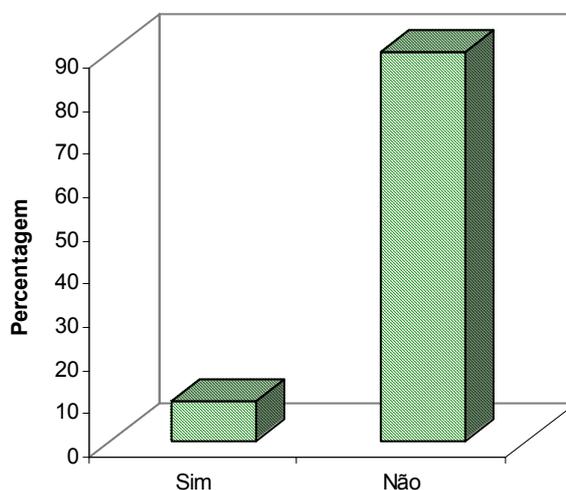
**“ Todos os tipos de radiação provocam o mesmo efeito no organismo humano?”**

Pretende-se agora verificar se têm a percepção de que radiações diferentes têm efeitos diferentes no organismo humano.

**Tabela 6.7: Frequência / Percentagem de respostas à questão 6**

|                      | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|----------------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>           | 16                | 9,4                    |
| <b>Não</b>           | 153               | 90,0                   |
| <b>Não respondeu</b> | 1                 | 0,6                    |
| <b>Total</b>         | 170               | 100,0                  |

**Gráfico 6.8:Percentagem de respostas à questão 6**



A população geral na generalidade tem consciência que radiações diferentes, provocam efeitos diferentes, mais de 90% dos inquiridos respondeu negativamente. Só 9,4% respondeu que radiações diferentes provocam o mesmo efeito no organismo humano.

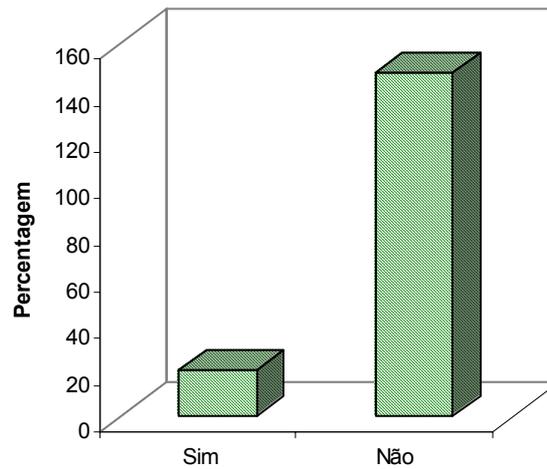
**Questão 7**

**“ O tipo de radiação utilizada numa radiografia é o mesmo que é utilizado numa ressonância magnética?”**

**Tabela 6. 8:Frequência / Percentagem de respostas à questão 7**

|              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>   | 20                | 11,8                   |
| <b>Não</b>   | 150               | 88,2                   |
| <b>Total</b> | 170               | 100                    |

Gráfico 6.9: Percentagem de respostas à questão 7



Verifica-se que 88,2% da população geral inquirida respondeu que o tipo de radiação utilizada numa radiografia é diferente do utilizado numa ressonância magnética. Existem ainda algumas pessoas que dizem que é do mesmo tipos (11,8%).

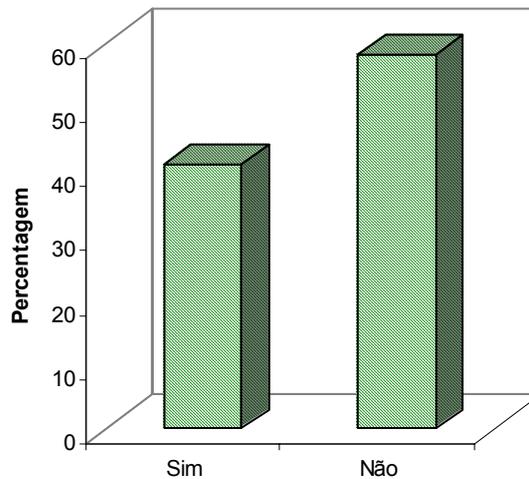
**Questão 8**

**“Quando está frente ao seu computador, ao televisor ou a falar ao seu telemóvel está a receber uma certa quantidade de radiação. Normalmente utiliza estes aparelhos durante muito tempo?”**

Tabela 6.9: Frequência / Percentagem de respostas à questão 8

|              | Frequência | Percentagem (%) |
|--------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>   | 71         | 41,8            |
| <b>Não</b>   | 99         | 58,2            |
| <b>Total</b> | 170        | 100             |

Gráfico 6.10: Percentagem de respostas à questão 8



A sociedade dos dias de hoje é uma utilizadora compulsiva das novas tecnologias, prova disso é que tal como os jovens a população geral também os utiliza com frequência.

Dos inquiridos 41,8% diz utilizar estes meios com frequência. Sendo no entanto a percentagem que diz não utilizá-los com frequência superior, 58,2%.

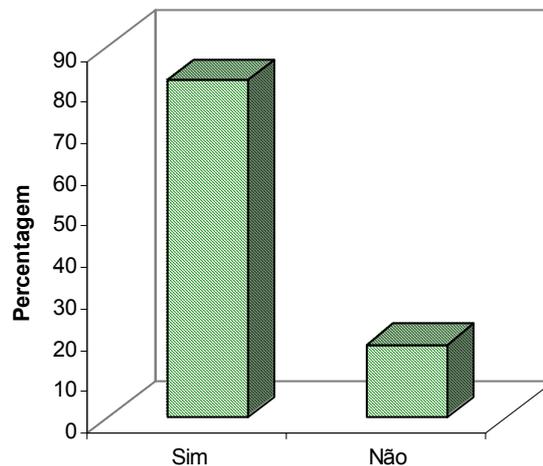
**Questão 9**

**“ Pensa que a instalação de uma antena de telemóveis próximo das escolas, será prejudicial? “**

**Tabela 6.10: Frequência / Percentagem de respostas à questão 9**

|              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>   | 140               | 82,4                   |
| <b>Não</b>   | 30                | 17,6                   |
| <b>Total</b> | 170               | 100                    |

**Gráfico 6.11: Percentagem de respostas à questão 9**



A opinião relativamente à instalação de antenas de telemóveis em locais públicos, como por exemplo escolas é sem dúvida contra, ou seja 82,4% da população geral inquirida pensa que a sua instalação é prejudicial.

Aqui é notória a falta de informação cientificamente correcta, a maioria da população geral apenas tem conhecimentos que lhes são transmitidos pelos meios de comunicação.

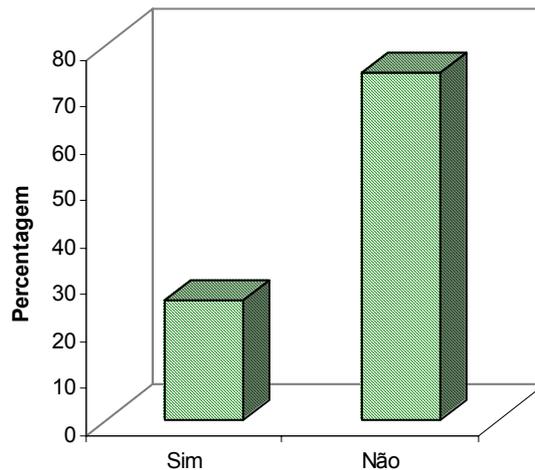
**Questão 10**

**“ Concorda com a utilização da energia nuclear como fonte alternativa de energia?”**

**Tabela 6.11: Frequência / Percentagem de respostas à questão 10**

|              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>   | 41                | 24,1                   |
| <b>Não</b>   | 129               | 75,9                   |
| <b>Total</b> | 170               | 100                    |

Gráfico 6.12: Percentagem de respostas à questão 10

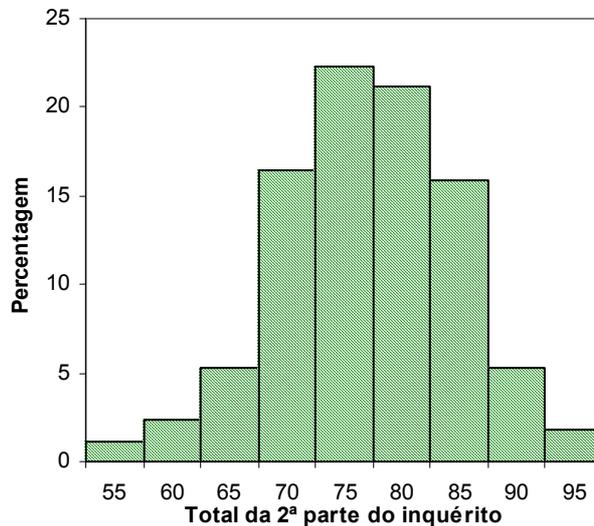


A opinião sobre a utilização da energia nuclear como energia alternativa continua a ser, algo que a população geral não concorda. O que se pode induzir dos resultados obtidos uma vez que 75,2% da população geral inquirida não concorda com a sua utilização, só 24,1% concorda.

### 6.2.2 Segunda parte do inquérito

Na segunda parte do inquérito procedeu-se (tal como nos alunos) ao cálculo do total da 2ª parte do inquérito, para posterior análise. Após o agrupamento dos valores totais da escala obteve-se o gráfico seguinte 6.11.

Gráfico 6.13: Percentagem da população geral em função do total da 2ª parte do inquérito



**Desvio padrão=7,78**  
**Valor médio = 79,1**  
**N = 170**

Verifica-se que a maioria de população geral obteve um total na 2ª parte do inquérito entre 72,5 e 77,5 pontos. Sendo o valor médio de 79,1 pontos e o desvio padrão de 7,78. Também a população geral não possui opiniões bem definidas relativamente às questões colocadas, daí a grande variação nos valores obtidos, em que o mínimo obtido foi de 55 pontos e o máximo de 95 pontos.

Para que se possa ter uma ideia mais clara sobre a opinião da população geral relativamente a cada questão apresenta-se a tabela 6.12.

**Tabela 6.12 – Percentagem da opinião manifestada a cada questão da 2ª parte do inquérito pela população.**

| Questão                                                                                                                                                                     | Discordo totalmente(%) | Discordo (%) | Não discordo nem concordo (%) | Concordo (%) | Concordo totalmente (%) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|
| 1- O homem nos dias de hoje encontra-se continuamente exposto a radiações de diversos tipos.                                                                                | <b>8,2</b>             | 3,5          | 1,8                           | <b>29,4</b>  | <b>57,1</b>             |
| 2 – Todas as radiações existentes possuem as mesmas características.                                                                                                        | 0,6                    | 10,6         | 10,6                          | <b>42,9</b>  | <b>35,3</b>             |
| 3 – As radiações podem colocar em risco a vida humana, mas no entanto podem ser muito úteis.                                                                                | 0,6                    | 3,5          | 20,6                          | <b>50,0</b>  | <b>25,3</b>             |
| 4 – O homem quando exposto a uma certa quantidade de radiação, está sujeito aos mesmos riscos independentemente do tipo de radiação.                                        | 2,4                    | 14,7         | 12,9                          | <b>41,8</b>  | <b>27,6</b>             |
| 5 – As radiações podem ser utilizadas em medicina com fins de diagnóstico e terapêuticos.                                                                                   | 1,8                    | 2,4          | 5,3                           | <b>40,0</b>  | <b>50,6</b>             |
| 6- As radiações quando utilizadas com os devidos cuidados não oferecem riscos.                                                                                              | 6,5                    | 21,8         | 26,5                          | <b>39,4</b>  | <b>5,9</b>              |
| 7 – As radiações podem provocar o cancro mas ao mesmo tempo podem ser utilizadas para o seu tratamento.                                                                     | 1,8                    | 1,2          | 8,2                           | <b>51,8</b>  | <b>37,1</b>             |
| 8 – Além da medicina as radiações também são utilizadas na indústria, na agricultura e na produção de energia.                                                              | 2,9                    | 2,9          | 17,1                          | <b>53,5</b>  | <b>23,5</b>             |
| 9 – O efeito da exposição às radiações pode não ser imediato.                                                                                                               | 1,2                    | 2,4          | 2,9                           | <b>51,8</b>  | <b>41,8</b>             |
| 10- Uma pessoa que faz uma radiografia de cinco em cinco anos não corre os mesmos riscos que uma pessoa que os realize regularmente.                                        | 1,8                    | 4,1          | 8,2                           | <b>52,9</b>  | <b>33,0</b>             |
| 11 – A radiação ionizante ao incidir no organismo humano provoca os mesmos efeitos, qualquer que seja o órgão onde incide.                                                  | 0                      | 8,2          | <b>55,9</b>                   | <b>27,1</b>  | <b>8,8</b>              |
| 12 – Entre os riscos e os benefícios apresentados pelas radiações, o importante relativamente aos riscos que corre.                                                         | 0                      | 10,6         | 11,8                          | <b>47,1</b>  | <b>30,6</b>             |
| 13 – A idade da pessoa que é submetida a uma determinada dose de radiação é importante relativamente aos riscos que corre.                                                  | 1,8                    | 14,7         | 20,0                          | <b>44,1</b>  | <b>19,4</b>             |
| 14 – Uma mulher quando está grávida não deve realizar radiografias.                                                                                                         | 2,4                    | 9,4          | 11,8                          | <b>31,2</b>  | <b>45,3</b>             |
| 15 – As doses de radiação recebidas numa radiografia são menores do que quando se realiza um tratamento de cancro.                                                          | 2,4                    | 1,8          | 32,4                          | <b>39,4</b>  | <b>24,1</b>             |
| 16 – Os seres vivos não são igualmente sensíveis às radiações.                                                                                                              | 7,1                    | 11,2         | 27,6                          | <b>38,2</b>  | <b>15,9</b>             |
| 17 – A radiação ultra violeta é proveniente do espaço e a radiação cósmica é a proveniente do Sol.                                                                          | 4,7                    | 10,6         | <b>32,4</b>                   | <b>24,1</b>  | <b>27,1</b>             |
| 18 – Existem radiações naturais e radiações artificiais.                                                                                                                    | 3,0                    | 5,3          | 12,4                          | <b>56,5</b>  | <b>22,9</b>             |
| 19 – Algumas profissões e desportos fazem com que as pessoas recebam maior quantidade de radiação.                                                                          | 1,8                    | 1,2          | 8,8                           | <b>55,3</b>  | <b>32,9</b>             |
| 20 – O uso ou não uso de energia nuclear é um assunto extremamente polémico e delicado. Os benefícios são inúmeros, mas os riscos, embora remotos, não podem ser ignorados. | 3,5                    | 1,8          | 10,0                          | <b>46,5</b>  | <b>38,2</b>             |

No caso das questões 2, 4, 11 e 17 em que a resposta considerada como sendo a mais correcta, era discordo totalmente, a população manifestou uma opinião totalmente contraditória. A maioria ou respondeu concordo ou concordo totalmente.

Por exemplo a questão dois que refere que todas as radiações possuem as mesmas características, 42,9% disse concordar e 35,3% concordar totalmente, ou seja cerca de 80% da população têm uma ideia incorrecta sobre as radiações.

O mesmo se verifica para a questão quatro, em que a maioria da população geral pensa que todas as radiações provocam os mesmos efeitos, independentemente do seu tipo.

Quanto aos efeitos provocados a população geral pensa que são independentes do órgão onde incide.

Na generalidade a população geral respondeu às questões com concordo ou concordo totalmente, o que significa que as suas ideias estão bem definidas ( o que não significa correctas) relativamente aos assuntos abordados.

### **6.3 – Análise da consistência interna da escala de Likert**

Aplicando o teste Alpha de Cronbach como medida de verificação da consistência interna do grupo de variáveis da segunda parte do inquérito, obteve-se um valor de 0,72, o que significa que existe uma consistência interna razoável entre as variáveis (em que estas foram divididas nos em três objectivos anteriormente referidos para os alunos).

## 6.4 – Influência das variáveis sócio-demográficas

### 6.4.1 Primeira parte do inquérito

No que diz respeito à população geral nem todas as variáveis sócio-demográficas influenciam as diferentes questões. Existem algumas questões que não são influenciadas por nenhuma das variáveis, devido a este facto serão só analisadas aquelas em que existem diferenças significativas.

#### Questão 2

“Sabe qual é a diferença entre radiações ionizantes e não ionizantes?”

Tabela 6.13: Análise estatística da questão 2

|                     |            | Frequência | Sim(%)      | Não(%) | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------|------------|------------|-------------|--------|---------------------|
| <b>Escolaridade</b> | Básico     | 34         | <b>5,9</b>  | 94,1   | 14,93               |
|                     | Secundário | 55         | <b>14,5</b> | 85,5   | 169                 |
|                     | Superior   | 81         | <b>30,9</b> | 69,1   | 170                 |
|                     |            |            |             |        | 0,021               |

Através da tabela 6.13 verifica-se que o nível de escolaridade influencia significativamente o conhecimento da população geral relativamente à distinção entre radiação ionizante e não ionizante, com  $\chi^2 = 14,93$  e  $p < 0,05$ .

A percentagem de população geral que respondeu que sim aumentou para mais do dobro, de nível de escolaridade para nível de escolaridade.

#### Questão 3

“ Dos tipos de radiações que se seguem seleccione os que conhece.”

O número de radiações seleccionadas pela população geral depende do nível de escolaridade.

Tabela 6.14: Percentagem em função das Variáveis socio-demográficas

| Número de radiações seleccionadas | Frequência | 1  | 2    | 3   | 4    | 5           | 6    | 7    |             |
|-----------------------------------|------------|----|------|-----|------|-------------|------|------|-------------|
| <b>Escola-<br/>ridade</b>         | Básico     | 34 | 11,8 | 0   | 26,5 | <b>38,2</b> | 17,6 | 2,9  | 2,9         |
|                                   | Secundário | 55 | 3,6  | 3,6 | 16,4 | <b>49,1</b> | 12,7 | 9,1  | 5,5         |
|                                   | Superior   | 81 | 1,2  | 4,9 | 14,8 | 22,2        | 14,8 | 18,5 | <b>23,5</b> |

Tabela 6.15: Teste qui-quadrado para questão 3

| Questão 3    | $\chi^2$ , gl, N, P |
|--------------|---------------------|
| Escolaridade | 34,33               |
|              | 169                 |
|              | 170                 |
|              | 0,001               |

Verifica-se que o número de radiações conhecidas pela população geral varia de forma significativa com a escolaridade,  $\chi^2 = 34,33$  e  $p < 0,05$ .

Também a influência da residência é notória, mas só na população geral que possui o ensino secundário.

### Ensino Secundário

Tabela 6.16: Dependência dos resultados da questão 3 da residência para o ensino secundário

| Localidade      | Frequência | 1    | 2    | 3           | 4           | 5           | 6    | 7           | $\chi^2$ , gl, N, p          |
|-----------------|------------|------|------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|------------------------------|
| Vendas Novas    | 9          | 22,2 | 0    | 11,1        | <b>33,3</b> | 0           | 22,2 | 11,1        | 56,43<br>169<br>170<br>0,016 |
| Évora           | 4          | 0    | 0    | <b>50,0</b> | 25,0        | 0           | 0    | <b>25,0</b> |                              |
| Lisboa          | 7          | 0    | 14,3 | 0           | 28,6        | <b>42,9</b> | 0    | 14,3        |                              |
| Montemor-o-Novo | 11         | 0    | 9,1  | 0           | <b>72,7</b> | 9,1         | 9,1  | 0           |                              |
| Grândola        | 5          | 0    | 0    | <b>60,0</b> | 40,0        | 0           | 0    | 0           |                              |
| Montijo         | 10         | 0    | 0    | 30,0        | <b>70,0</b> | 0           | 0    | 0           |                              |
| Alcácer do Sal  | 9          | 0    | 0    | 0           | <b>44,4</b> | 33,3        | 22,2 | 0           |                              |

O que se pode concluir através da análise da tabela 6.16 é que a maioria de população, em todas as localidades assinalou entre 3 e 5 tipos de radiações. Foi na localidade de Évora que se registou uma percentagem mais elevada a assinalar os sete tipos de radiações (25,0%). Em Lisboa 42,9% da população assinalou cinco tipos de radiações

### Questão 4

“ Já ouviu falar de radioactividade natural? “

Foi nesta questão que a influência das diferentes variáveis sócio-demográficas foi mais notória, o conhecimento da população relativamente à existência de radioactividade natural é influenciada pelo sexo, pelo nível de escolaridade, profissão e residência.

Tabela 6. 17 : Análise estatística da questão 4

|                     |             | Frequência | Sim(%)      | Não(%)      | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------|-------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino    | 110        | <b>73,6</b> | 26,4        | 6,82<br>169         |
|                     | Masculino   | 60         | <b>58,3</b> | 41,7        | 170<br>0,033        |
| <b>Escolaridade</b> | Básico      | 34         | 47,1        | <b>52,9</b> | 24,70<br>169        |
|                     | Secundário  | 55         | <b>56,4</b> | 43,6        | 170                 |
|                     | Superior    | 81         | <b>85,2</b> | 14,8        | 0,000*              |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1 | 73         | <b>86,3</b> | 13,7        | 28,88               |
|                     | Categoria 2 | 17         | <b>82,4</b> | 17,6        | 169                 |
|                     | Categoria 3 | 41         | <b>53,7</b> | 46,3        | 170                 |
|                     | Categoria 4 | 39         | 41,7        | <b>58,4</b> | 0,000*              |

\*p<0,001

Relativamente à variável sexo embora a maioria dos inquiridos do sexo feminino e masculino tenha afirmado que já tinham ouvido falar de radioactividade natural, as diferenças entre os dois sexos é significativa, ( $p < 0,05$ ).

No que diz respeito aos diferentes níveis de escolaridade, no ensino básico a maioria afirmou que não tinham ouvido falar (52,9%). Nos outros níveis de escolaridade a maioria afirmou já ter ouvido falar, 56,4% no ensino secundário e 85,2% no ensino superior.

No que concerne às categorias profissionais são os elementos da categoria quatro que menos conhecem a existência de radioactividade natural, 58,4%.

A residência manifestou influência significativa na população geral que possui o ensino básico.

### Ensino Básico

Tabela 6.18: Dependência dos resultados da questão 4 da residência para o ensino básico

| Localidade      | Frequência | Sim (%) | Não (%) | $\chi^2$ , gl, N, p          |
|-----------------|------------|---------|---------|------------------------------|
| Vendas Novas    | 11         | 57,1    | 42,9    | 17,75<br>169<br>170<br>0,013 |
| Évora           | 2          | 0       | 100     |                              |
| Lisboa          | 6          | 83,3    | 16,7    |                              |
| Montemor-o-Novo | 6          | 0       | 100     |                              |
| Grândola        | 1          | 0       | 100     |                              |
| Montijo         | 2          | 0       | 100     |                              |
| Alcácer do Sal  | 6          | 50,0    | 50,0    |                              |

A população geral que possui o ensino básico na maioria das localidades nunca ouviu falar em radioactividade natural, é o que se verifica em Évora, Montemor-o-Novo, Grândola e Montijo em que 100% dos inquiridos afirmou não ter conhecimento da existência de radioactividade natural. Foi em Lisboa que se verificou a maior percentagem a afirmar que já ter ouvido falar em radioactividade natural (83,3%).

### Questão 5

**“ Das diferentes fontes de radiação natural que se seguem seleccione as que conhece.”**

O número de fontes de radiação natural seleccionadas pela população foi influenciado pela escolaridade, profissão e residência.

Tabela 6.19: Análise estatística da questão 5

| Número de fontes seleccionadas | fontes      | Frequência | 0   | 1    | 2           | 3           | 4    | 5           | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|--------------------------------|-------------|------------|-----|------|-------------|-------------|------|-------------|-------------------------------|
| Escolaridade                   | Básico      | 55         | 2,9 | 17,6 | <b>50,0</b> | 20,6        | 8,8  | 0           | 29,78<br>169<br>0,001         |
|                                | Secundário  | 81         | 0   | 21,8 | 30,9        | <b>34,5</b> | 10,9 | 1,8         |                               |
|                                | Superior    | 73         | 0   | 11,1 | 19,8        | <b>30,9</b> | 25,9 | <b>12,3</b> |                               |
| Profissão                      | Categoria 1 | 17         | 0   | 9,6  | 19,2        | <b>35,6</b> | 26,0 | 9,6         | 48,71<br>169<br>170<br>0,000* |
|                                | Categoria 2 | 41         | 0   | 23,5 | 5,9         | <b>35,3</b> | 23,5 | 11,8        |                               |
|                                | Categoria 3 | 39         | 2,4 | 12,2 | 39,0        | <b>34,1</b> | 7,3  | 4,9         |                               |
|                                | Categoria 4 | 55         | 0   | 30,6 | <b>52,8</b> | 11,1        | 5,6  | 0           |                               |

\*p<0,001

Ao analisar a tabela 6.19 verifica-se que o número de fontes de radiação natural conhecidas pela população varia de modo significativo com o nível de escolaridade e com a profissão.

Em relação ao nível de escolaridade, a população geral que possui o ensino básico 50% só seleccionou duas fontes. Foi a população geral que possui o ensino superior que se verificou uma maior percentagem a seleccionar as cinco fontes (12,3%).

Nas categorias profissionais as diferenças são mais significativas entre as três primeiras e a quarta. Na categoria um, dois e três a maioria seleccionou três fontes, no caso da categoria quatro 52,8% da população seleccionou só duas fontes.

A residência só manifestou influência na população geral que possui o ensino secundário.

### Ensino Secundário

Tabela 6.20: Dependência dos resultados da questão 5 da residência para o ensino secundário

| Localidade      | Frequência | 1           | 2    | 3           | 4    | 5           | $\chi^2$ , gl, N, p          |
|-----------------|------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------------------------------|
| Vendas Novas    | 9          | 22,2        | 22,2 | 44,4        | 11,1 | 0           | 37,01<br>169<br>170<br>0,044 |
| Évora           | 4          | 0           | 0    | <b>75,0</b> | 0    | <b>25,0</b> |                              |
| Lisboa          | 7          | 14,3        | 28,6 | 42,9        | 14,3 | 0           |                              |
| Montemor-o-Novo | 11         | 9,1         | 54,5 | 27,3        | 9,1  | 0           |                              |
| Grândola        | 5          | <b>60,0</b> | 20,0 | 20,0        | 0    | <b>0</b>    |                              |
| Montijo         | 10         | <b>40,0</b> | 50,0 | 10,0        | 0    | 0           |                              |
| Alcácer do Sal  | 9          | 11,1        | 11,1 | 44,4        | 33,3 | 0           |                              |

Destaca-se a localidade de Évora onde 25,0% da população geral inquirida seleccionou as cinco fontes de radiação enquanto os restantes 75,0% seleccionaram três fontes. Pelo contrário as localidades de Grândola e Montijo a percentagem que só seleccionou uma fonte foi significativa, 60,0% e 40,0% respectivamente.

### Questão 6

**“ Todos os tipos de radiações provocam o mesmo efeito no organismo humano? “**

A opinião da população geral relativamente ao efeito das diferentes radiações no organismo humano varia com as variáveis sexo, escolaridade e residência.

**Tabela 6.21 : Análise estatística da questão 6**

|                     |            | <b>Frequência</b> | <b>Sim(%)</b> | <b>Não(%)</b> | $\chi^2$ , gl, N, p    |
|---------------------|------------|-------------------|---------------|---------------|------------------------|
| <b>Sexo</b>         | Feminino   | 110               | 1,8           | <b>98,2</b>   | 26,80<br>169<br>0,000* |
|                     | Masculino  | 60                | 25,0          | <b>75,0</b>   |                        |
| <b>Escolaridade</b> | Básico     | 34                | 23,5          | <b>76,5</b>   | 12,5<br>169<br>0,001   |
|                     | Secundário | 55                | 10,9          | <b>89,1</b>   |                        |
|                     | Superior   | 81                | 3,7           | <b>96,3</b>   |                        |

\*p<0,001

A maioria da população geral de ambos os sexos concorda que os diferentes tipos de radiações não provocam os mesmos efeitos no organismo humano. No entanto no caso do sexo feminino a percentagem que respondeu que não, atinge quase os 100%, já no caso do sexo masculino, a percentagem é inferior .

Em relação ao nível de escolaridade é a população geral que possui o ensino superior que respondeu em maior percentagem que não, 96,3%.

### Ensino Básico

**Tabela 6.22: Dependência dos resultados da questão 6 da residência para o ensino básico**

| <b>Localidade</b> | <b>Frequência</b> | <b>Sim (%)</b> | <b>Não (%)</b> | $\chi^2$ , gl, N, p   |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Vendas Novas      | 11                | 14,3           | 85,7           | 33,29<br>169<br>0,003 |
| Évora             | 2                 | 0              | <b>100</b>     |                       |
| Lisboa            | 6                 | 16,7           | 83,3           |                       |
| Montemor-o-Novo   | 6                 | <b>100</b>     | 0              |                       |
| Grândola          | 1                 | 0              | <b>100</b>     |                       |
| Montijo           | 2                 | 0              | <b>100</b>     |                       |
| Alcácer do Sal    | 6                 | 0              | <b>100</b>     |                       |

No ensino básico salienta-se pela positiva as localidades de Évora, Grândola, Montijo e Alcácer do Sal onde todos os inquiridos responderam que não, ou seja que nem todas as radiações provocam os mesmos efeitos no organismo humano. Pelo contrário na localidade de Montemor-o-Novo, 100% afirmou que todas as radiações provocam os mesmos efeitos.

## Ensino Secundário

Tabela 6.23: Dependência dos resultados da questão 6 da residência para o ensino secundário

| Localidade      | Frequência | Sim (%)     | Não (%)    | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|-----------------|------------|-------------|------------|-------------------------------|
| Vendas Novas    | 9          | 0           | <b>100</b> | 26,94<br>169<br>170<br>0,000* |
| Évora           | 4          | 0           | <b>100</b> |                               |
| Lisboa          | 7          | 0           | <b>100</b> |                               |
| Montemor-o-Novo | 11         | <b>54,5</b> | 45,5       |                               |
| Grândola        | 5          | 0           | <b>100</b> |                               |
| Montijo         | 10         | 0           | <b>100</b> |                               |
| Alcácer do Sal  | 9          | 0           | <b>100</b> |                               |

\*p<0,001

Também no ensino secundário só em Montemor-o-Novo houve população a afirmar que radiações diferentes provocam os mesmos feitos no organismo humano, 54,5% da população.

## Ensino Superior

Tabela 6.24: Dependência dos resultados da questão 6 da residência para o ensino superior

| Localidade      | Frequência | Sim (%)     | Não (%) | $\chi^2$ , gl, N, p          |
|-----------------|------------|-------------|---------|------------------------------|
| Vendas Novas    | 19         | 0           | 100     | 21,19<br>169<br>170<br>0,004 |
| Évora           | 14         | 0           | 100     |                              |
| Lisboa          | 21         | 0           | 100     |                              |
| Montemor-o-Novo | 5          | <b>40,0</b> | 60,0    |                              |
| Grândola        | 15         | 6,7         | 93,3    |                              |
| Montijo         | 3          | 0           | 100     |                              |
| Leiria          | 2          | 0           | 100     |                              |
| Alcácer         | 2          | 0           | 100     |                              |

No ensino superior em Montemor-o-Novo houve população geral a, afirmar que radiações diferentes provocam os mesmos feitos no organismo humano, 40,0% da população geral inquirida.

## Questão 7

**“ O tipo de radiação utilizada numa radiografia é o mesmo que é utilizada numa ressonância magnética? “**

Neste caso verificou-se a influência da variável residência na população geral que possui o ensino básico.

## Ensino Básico

Tabela 6.25: Dependência dos resultados da questão 7 da residência para o ensino secundário

| Localidade      | Frequência | Sim (%)    | Não (%) | $\chi^2$ , gl, N, p          |
|-----------------|------------|------------|---------|------------------------------|
| Vendas Novas    | 11         | 0          | 100     | 28,33<br>169<br>170<br>0,013 |
| Évora           | 2          | 0          | 100     |                              |
| Lisboa          | 6          | 0          | 100     |                              |
| Montemor-o-Novo | 6          | 0          | 100     |                              |
| Grândola        | 1          | 0          | 100     |                              |
| Montijo         | 2          | <b>100</b> | 0       |                              |
| Alcácer do Sal  | 6          | 16,7       | 83,3    |                              |

Destaca-se a localidade do Montijo onde 100% da população geral inquirida que respondeu que a radiação utilizada numa radiografia é a mesma que é utilizada numa ressonância magnética. Nas restantes localidades a maioria da população geral afirmou que a radiação não era do mesmo tipo.

## Questão 9

**“ Pensa que a instalação de uma antena de telemóveis perto de escolas será prejudicial”**

Tabela 6.26: Análise estatística da questão 9

|             |           | Frequência | Sim(%)      | Não(%) | $\chi^2$ , gl, N, p |
|-------------|-----------|------------|-------------|--------|---------------------|
| <b>Sexo</b> | Feminino  | 110        | <b>91,8</b> | 8,2    | 19,56<br>169        |
|             | Masculino | 60         | <b>65,0</b> | 35,0   | 170<br>0,000*       |

\*p<0,001

A população inquirida de ambos os sexos pensa que a instalação de telemóveis perto de escolas é prejudicial. No entanto é a população do sexo feminino que partilha mais esta opinião ( 91,8%).

## Ensino Básico

Tabela 6.27: Dependência dos resultados da questão 9 da residência para o ensino básico

| Localidade      | Frequência | Sim (%)    | Não (%)    | $\chi^2$ , gl, N, p          |
|-----------------|------------|------------|------------|------------------------------|
| Vendas Novas    | 11         | <b>100</b> | 0          | 33,44<br>169<br>170<br>0,002 |
| Évora           | 2          | <b>100</b> | 0          |                              |
| Lisboa          | 6          | <b>100</b> | 0          |                              |
| Montemor-o-Novo | 6          | 0          | <b>100</b> |                              |
| Grândola        | 1          | <b>100</b> | 0          |                              |
| Montijo         | 2          | 100        | 0          |                              |
| Alcácer do Sal  | 6          | 83,3       | 16,7       |                              |

A população geral que possui o ensino básico é na generalidade da opinião que a instalação das antenas de telemóveis é prejudicial, no caso da população geral de Montemor-o-Novo, 100% concorda.

### Ensino Secundário

Tabela 6.28: Dependência dos resultados da questão 9 da residência para o ensino secundário

| Localidade      | Frequência | Sim (%)    | Não (%)     | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|-----------------|------------|------------|-------------|-------------------------------|
| Vendas Novas    | 9          | 88,9       | 11,1        | 21,158<br>169<br>170<br>0,002 |
| Évora           | 4          | <b>100</b> | <b>0</b>    |                               |
| Lisboa          | 7          | <b>100</b> | <b>0</b>    |                               |
| Montemor-o-Novo | 11         | 36,4       | <b>63,6</b> |                               |
| Grândola        | 5          | <b>100</b> | <b>0</b>    |                               |
| Montijo         | 10         | 80,0       | 20,0        |                               |
| Alcácer do Sal  | 9          | <b>100</b> | <b>0</b>    |                               |

As diferenças entre as localidades são significativas com  $p < 0,05$ .

### Questão 10

**“Concorda com a utilização de energia nuclear como fonte alternativa de energia?”**

A opinião da população geral relativamente à utilização de energia nuclear como fonte alternativa de energia, é influenciada pela residência no caso da população geral que possui o ensino básico.

### Ensino Básico

Tabela 6.29: Dependência dos resultados da questão 10 da residência para o ensino básico

| Localidade      | Frequência | Sim (%)     | Não (%)    | $\chi^2$ , gl, N, p           |
|-----------------|------------|-------------|------------|-------------------------------|
| Vendas Novas    | 11         | 14,3        | 85,7       | 29,050<br>169<br>170<br>0,010 |
| Évora           | 2          | <b>0</b>    | <b>100</b> |                               |
| Lisboa          | 6          | <b>0</b>    | <b>100</b> |                               |
| Montemor-o-Novo | 6          | <b>0</b>    | <b>100</b> |                               |
| Grândola        | 1          | <b>0</b>    | <b>100</b> |                               |
| Montijo         | 2          | <b>100</b>  | <b>0</b>   |                               |
| Alcácer do Sal  | 6          | <b>83,3</b> | 16,7       |                               |

Na maioria das localidades a população geral não concorda com a utilização da energia nuclear como fonte de energia alternativa. No entanto no Montijo e em Alcácer do Sal a maioria é favorável à sua utilização. No Montijo 100% respondeu que sim e em Alcácer do Sal 83,3%.

**6.4.2- Segunda parte do inquérito**

Ao aplicar-se o teste Anova à população em estudo obtiveram-se os resultados apresentados na tabela 6.30, relativamente às diferentes variáveis socio-demográficas. Verifica-se que só as variáveis escolaridade e profissão apresentam uma influência significativa nos valores obtidos para o total da 2ª parte do inquérito.

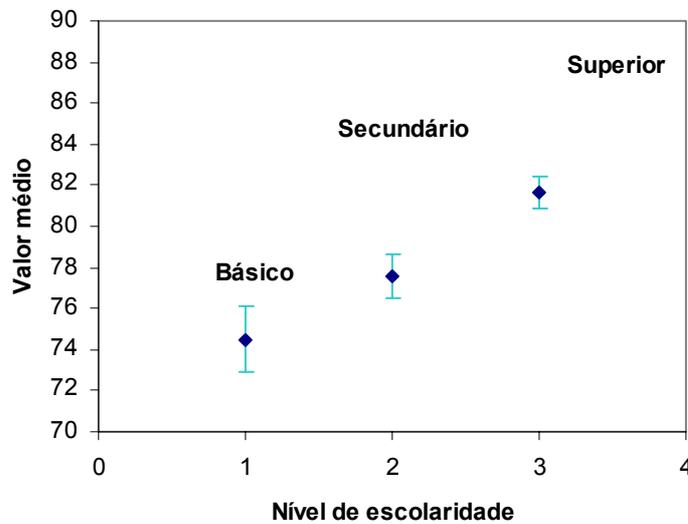
**Tabela 6.30: Valores que caracterizam a variável dependente (total) em função das variáveis socio-demográficas**

|                     |             | N  | X <sub>médio</sub> | X <sub>min</sub> | X <sub>max</sub> | Desvio padrão | p      |
|---------------------|-------------|----|--------------------|------------------|------------------|---------------|--------|
| <b>Escolaridade</b> | Básico      | 28 | 74,57              | 56               | 94               | 8,49          | 0,000* |
|                     | Secundário  | 49 | 77,59              | 57               | 92               | 7,26          |        |
|                     | Superior    | 79 | <b>81,65</b>       | 68               | 99               | 6,89          |        |
| <b>Profissão</b>    | Categoria 1 | 73 | 81,67              | 67               | 99               | 6,84          | 0,000* |
|                     | Categoria 2 | 15 | <b>82,73</b>       | 72               | 96               | 6,16          |        |
|                     | Categoria 3 | 35 | 78,46              | 64               | 94               | 7,17          |        |
|                     | Categoria 4 | 33 | 72,37              | 56               | 83               | 6,97          |        |

\* p<0,001

**Escolaridade**

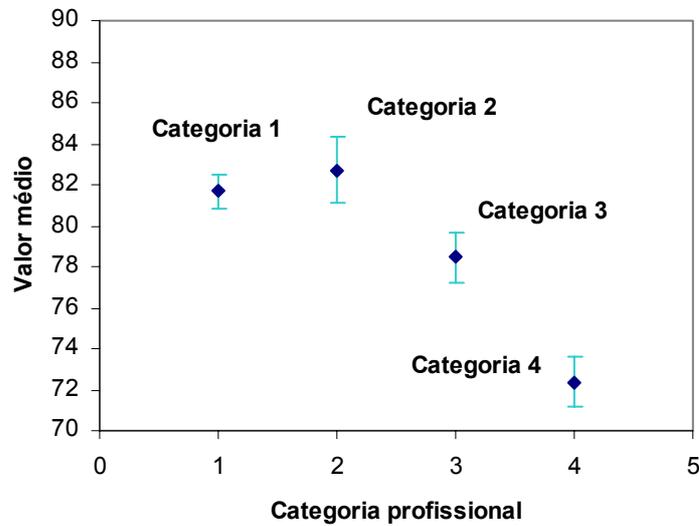
**Gráfico 6.12: Valor médio da variável total em função da escolaridade**



Através da análise do gráfico 6.12 verifica-se que ocorre um aumento significativo do total obtido pela população geral, desde os que possuem o ensino básico até ao ensino superior, sendo estes a apresentar um valor médio mais elevado 81,65 pontos. Foi também nos elementos que possuem o ensino superior que o valor máximo obtido para o total da 2ª parte do inquérito foi mais elevado, 99 pontos.

**Profissão**

**Gráfico 6.13 : Valor médio da variável total em função da categoria profissional.**



Verificam-se diferenças significativas entre a população geral das diferentes categorias profissionais, em que a categoria quatro é a que apresenta um valor médio mais baixo 72,37 pontos.

Já no que diz respeito ao valor médio mais elevado foi obtido pela população geral da categoria profissional dois, 82,73 pontos.

O valor mais elevado para o total, foi obtido pela população geral à categoria um, 99 pontos.

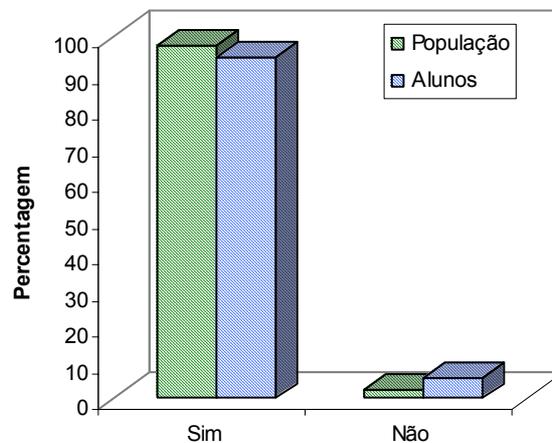
### 6.4 Comparação entre a análise dos dados da população geral e dos alunos

Através da análise realizada para a amostra dos alunos, e da população geral verifica-se que o conhecimento que possuem relativamente ao assunto em estudo é limitado.

Apresenta-se de seguida um estudo comparativo do conhecimento das duas amostras em estudo. Considerando as diferenças significativas quando superiores a 5%.

Relativamente à existência de radiações, a percentagem que diz saber da sua existência é muito semelhante nas duas amostras, tal como se pode observar através do gráfico 6.14.

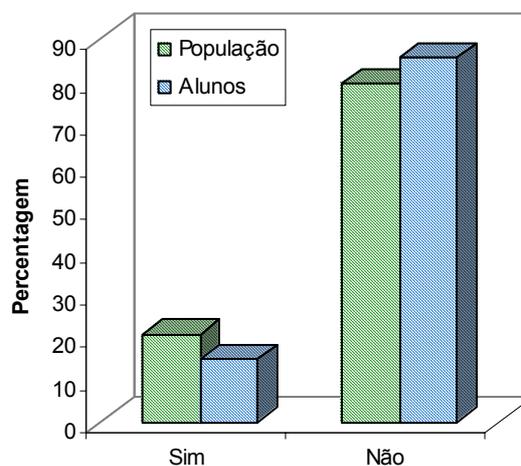
**Gráfico 6.14: Comparação do conhecimento da população geral e dos alunos relativamente à existência de radiações.**



Verifica-se que a percentagem de população geral que responde afirmativamente é ligeiramente superior. No caso da população a percentagem que disse ter conhecimento foi de 97,6%, e nos alunos foi de 94,4%. A diferença é inferior a 5%, não é significativa.

Em relação à distinção entre radiação ionizante e não ionizante, é a população geral que mais afirma saber distinguir os dois tipos de radiação, tal como se pode observar no gráfico 6.15.

**Gráfico 6.15: Comparação do conhecimento da população geral e dos alunos relativamente à diferença entre os dois tipos de radiação.**

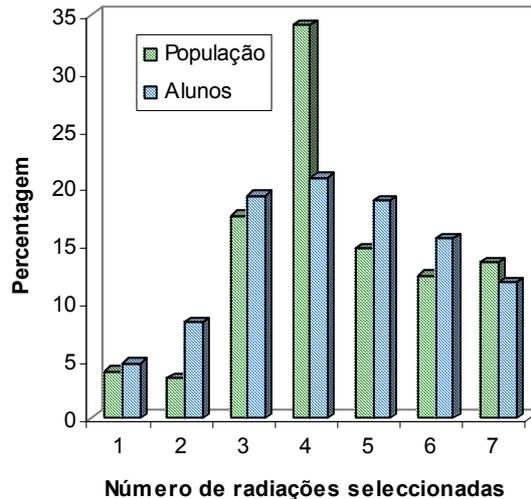


Neste caso a diferença entre a percentagem de população geral que afirma saber distinguir os dois tipos de radiação (20,6%), e a percentagem de alunos que o afirma ( 14,9%), é ligeiramente superior a 5%.

Conclui-se que em ambas amostras o conhecimento quanto à distinção dos dois tipos de radiação é limitado.

Das setes radiações apresentadas, a população e os alunos seleccionam na sua maioria quatro radiações ( 34,1% e 20,9% respectivamente).

**Gráfico 6.16: Comparação do conhecimento da população geral e dos alunos relativamente à diferentes tipos de radiação.**



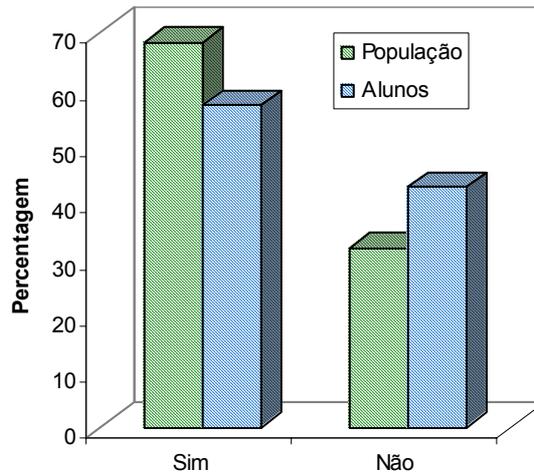
Da análise constata-se que o número de radiações seleccionadas apresenta uma distribuição idêntica na população e nos alunos.

A percentagem de inquiridos, ( em ambos os casos ) que seleccionou uma e duas radiações foi baixa, sendo ligeiramente superior nos alunos.

Através das análises descritivas, verificou-se que as radiações que os alunos conhecem menos é a visível ( 33,9%) e a cósmica (26,2%), as duas radiações menos conhecidas da população é a visível (23,5%) e a gama (36,5%). Verifica-se que a percentagem tanto de população geral como de alunos, que diz conhecer a radiação visível é reduzida, sendo no entanto os alunos os que afirmam em maior percentagem que a conhecem.

Em relação ao conhecimento da existência de radioactividade natural, população geral apresentou um maior conhecimento.

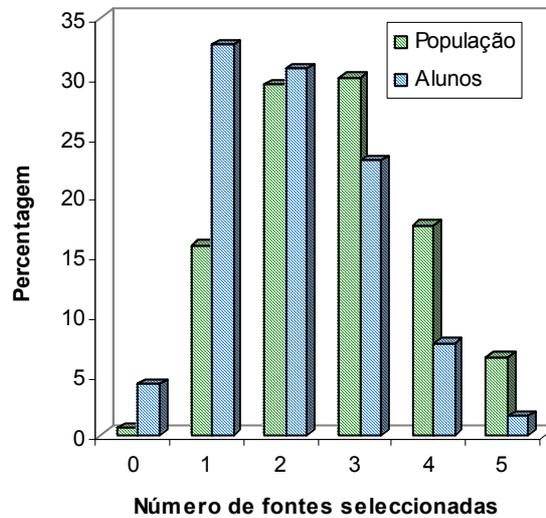
**Gráfico 6.17: Comparação do conhecimento da população geral e dos alunos relativamente à existência de radioactividade natural.**



. Em que 68,2% da população geral afirma ter conhecimento, já os alunos só 57,1% o afirma. Ou seja uma diferença superior a 10% o que se pode considerar significativo.

Quanto ao conhecimento das diferentes fontes de radiação natural, verifica-se que os alunos seleccionaram um menor número de fontes. O que se pode verificar no gráfico 6.18.

**Gráfico 6.18: Comparação do número de fontes de radiação natural seleccionadas pela população geral e pelos alunos.**

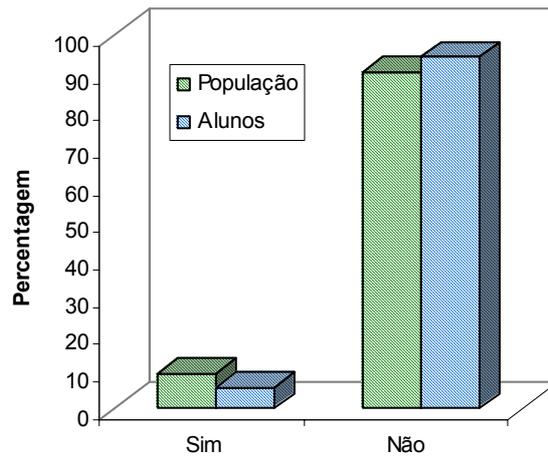


A maior percentagem dos alunos (32,7%) assinalou só uma fonte de radiação natural, das cinco apresentadas. Já a população geral a maior percentagem (30,0%) assinalou três fontes de radiação natural.

A percentagem de alunos a assinalar nenhuma, uma e duas fontes foi superior à percentagem de população geral. Já a população assinalou em maior percentagem três, quatro e cinco fontes de radiação natural. É a população geral que de um modo geral apresenta um maior conhecimento das fontes de radiação natural apresentadas.

De um modo geral os alunos e a população geral afirmam que as radiações diferentes, provocam efeitos diferentes no organismo humano.

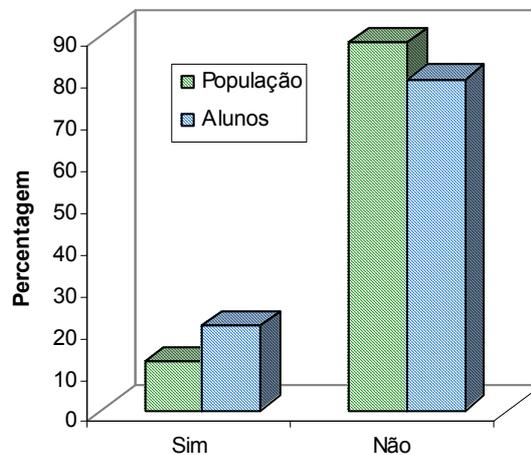
**Gráfico 6.19: Comparação do conhecimento da população geral e dos alunos relativamente aos diferentes efeitos da radiação.**



São alunos que afirmam em maior percentagem que as radiações diferentes não provocam os mesmos efeitos no organismo humano, embora a diferença não seja significativa. Pois a percentagem de alunos que respondeu não foi de 94,1%, enquanto no caso da população geral foi de 90,0%.

Mas em relação à radiação utilizada numa radiografia e numa ressonância magnética ser igual é a população, que responde em maior percentagem que não.

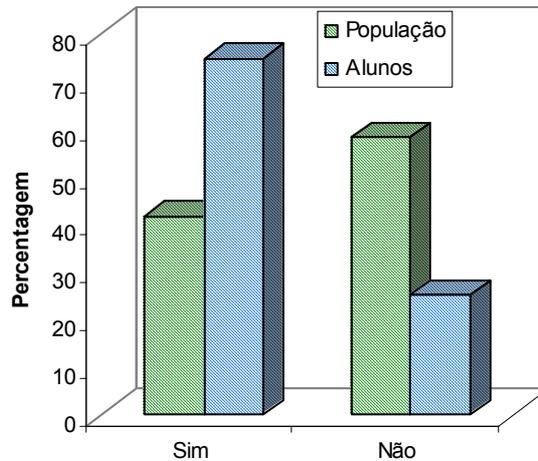
**Gráfico 6.20: Comparação do conhecimento da população geral e dos alunos relativamente à diferentes tipos de radiação.**



Enquanto 88,2% da população tem conhecimento de que a radiação utilizada nos dois exames médicos é diferentes, os alunos só 79,4% o afirma. A diferença entre o conhecimento das duas amostra é significativa.

Relativamente à utilização de meios emissores de radiação com frequência são os alunos que os utilizam com maior frequência, tal como se pode observar no gráfico 6.21.

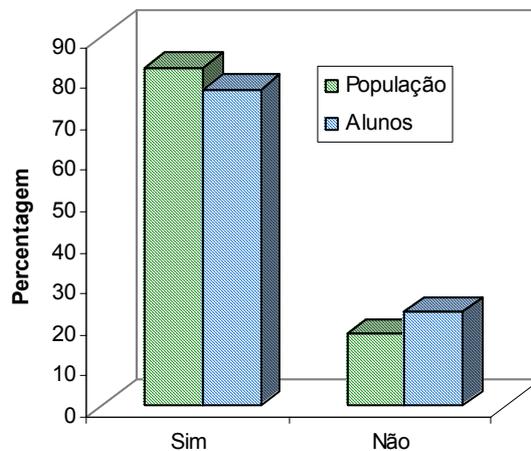
**Gráfico 6.21: Comparação utilização de meios emissores de radiações pela da população geral e pelos alunos.**



As diferenças são significativas em que 74,9% dos alunos utiliza estes meios com frequência, enquanto que 41,8% diz os utilizar.

Relativamente à instalação das antenas de telemóveis , embora a maioria da população geral e dos alunos pensa que é prejudicial.

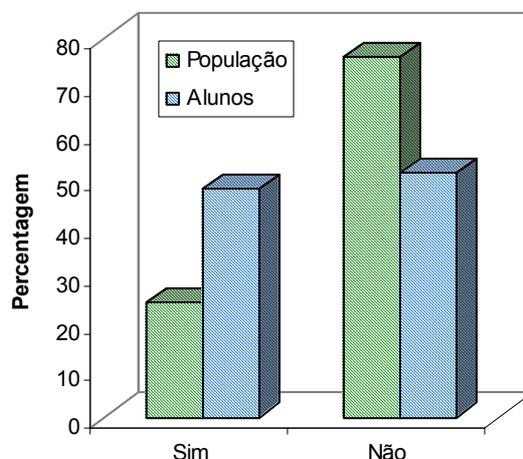
**Gráfico 6.22: Comparação da opinião da população geral e dos alunos relativamente à instalação das antenas de telemóveis junto das escolas.**



Através do gráfico 6.22 conclui-se que é a população que pensa em maior percentagem (82,4%), que será prejudicial.

Quanto à utilização da energia nuclear como fonte de energia alternativa, a população geral e os alunos são na sua maioria contra a sua utilização. Como se pode observar através do gráfico

**Gráfico 6.23: Comparação da opinião da população geral e dos alunos relativamente à utilização da energia nuclear como fonte de energia alternativa.**



No entanto a percentagem de alunos que concorda com a sua utilização (48,3%), é significativamente superior, relativamente à população geral ( 24,1%).

Relativamente ao total da 2ª parte do inquérito verifica-se que a maioria da população geral e dos alunos obtiveram um total entre 72,5 e 77,5 pontos ( tal como foi referido em análises anteriores).

No entanto o valor médio obtido pela população geral foi ligeiramente superior, foi de 79,1 pontos, e pelos alunos foi de 73,2 pontos. Através destes valores conclui-se que as opiniões da população geral e dos alunos em relação às afirmações colocadas, não foi muito diferentes.

Verificou-se que em ambos os grupos as variáveis que manifestam influência, são o nível de escolaridade, a profissão ( no caso dos alunos refere-se à profissão dos pais) e a residência.

A escolaridade manifesta influência significativa em ambos os grupos em estudo nas questões 2, 3, 4, 5,6 e no total da 2ª parte do inquérito

Em todas as questões a influência do nível de escolaridade foi significativa tanto nos alunos como na população em geral, com  $p < 0,05$ . Verificou-se em ambos os grupos um aumento significativo das respostas consideradas correctas do ensino básico até ao ensino superior.

No caso da profissão, manifestaram-se alterações significativas nos dois grupos nas questões 4, 5 e na segunda parte do inquérito.

Relativamente à questão 4 as diferenças entre as categorias profissionais foi significativa tanto na população como nos alunos, com  $p < 0,05$ . Registou-se no caso da população uma diferença acentuada entre os profissionais da categoria 1 e da categoria 4.

Em relação à questão 5 e à 2ª parte do inquérito a influência foi significativa, com  $p < 0,05$ .

Registou-se no entanto uma diminuição do conhecimento em ambos os grupos (população e alunos) desde a categoria profissional um até à quatro.

Tal como anteriormente foi referido em ambos os grupos estudou-se a influência da residência nos diferentes subgrupos tendo em atenção os níveis de escolaridade.

Assim foram manifestadas influências nas questões 6, 7 e 9 ao nível do ensino básico e na questão 3 no ensino secundário, com  $p < 0,05$ .

Por exemplo se considerarmos a localidade de Vendas Novas a população geral e os alunos, a maior percentagem selecciona o mesmo número de radiações, quatro.

Na questão seis e sete a influência foi semelhante em ambos os casos, com  $p < 0,05$ . Verificando-se para a mesma localidade os alunos e a população geral respondem em maior percentagem negativamente à questão, o que mostra uma consonância de ideias entre alunos e meio que o rodeia.

Em suma pode-se concluir que existe uma relação entre o conhecimento dos alunos e da população geral, pois considerando subgrupos, com variáveis sócio-demográficas idênticas as respostas apresentadas por ambos os grupos são semelhantes.



## CAPITULO 7- Análise de dados dos Técnicos de Radiologia



**Figura 7.1: Fotografia de Hospital cujos técnicos de radiologia participaram no estudo.**



**Figura 7.2: Fotografia da Escola Superior de Tecnologias da Saúde cujos técnicos de radiologia participaram no estudo.**



### **7.1 – Caracterização da amostra**

A amostra dos técnicos de radiologia na qual foi aplicado o nosso estudo é formada por 175 técnicos. O número de técnicos contactado para responder ao inquérito foi largamente superior, no entanto só estes responderam.

Durante o contacto pessoal com os técnicos houve alguma relutância quer por parte dos próprios técnicos, quer pelas instituições ( públicas e privadas) para as quais trabalham, para colaborarem neste estudo.

A amostra caracteriza-se através dos dados da tabela 7.1.

**Tabela 7.1 : Características sócio-demográficas da amostra de técnicos de radiologia**

|                         |              | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|-------------------------|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sexo</b>             | Feminino     | 118               | 67,4                   |
|                         | Masculino    | 57                | 32,6                   |
| <b>Idade</b>            | 20 – 30 anos | 64                | 36,6                   |
|                         | 30 – 40 anos | 67                | 38,3                   |
|                         | 40 – 50 anos | 33                | 18,9                   |
|                         | 50 – 60 anos | 11                | 6,3                    |
| <b>Escolaridade</b>     | < 12º ano    | 14                | 8,0                    |
|                         | 12º ano      | 8                 | 4,6                    |
|                         | Bacharelato  | 116               | 66,3                   |
|                         | Licenciatura | 37                | 21,1                   |
| <b>Residência</b>       | Setúbal      | 8                 | 4,6                    |
|                         | Évora        | 3                 | 1,7                    |
|                         | Lisboa       | 152               | 86,9                   |
|                         | Coimbra      | 12                | 6,9                    |
| <b>Tempo de serviço</b> | < 10 anos    | 83                | 47,4                   |
|                         | 10 – 20 anos | 70                | 40,0                   |
|                         | >20 anos     | 22                | 12,6                   |

Através da análise da tabela 7.1 verifica-se que o sexo feminino encontra-se em maioria (67,4%), ou seja os profissionais desta área que colaboraram no estudo são a maioria do sexo feminino.

As faixas etárias dos inquiridos variaram bastante, no entanto são as duas primeiras faixas etárias a dos 20 – 30 anos e a dos 30 – 40 anos as mais representativas.

O nível de escolaridade varia bastante, existem ainda hoje em dia técnicos de radiologia em serviço que não possuem qualquer formação na área é o caso dos que possuem uma escolaridade igual ou inferior ao 12º ano, representam 12,6% dos inquiridos, percentagem considerável.

Mas a maioria dos profissionais possuem o Bacharelato em Radiologia. No entanto não significa que possuam os conhecimentos suficientes, essencialmente em Legislação e Física das Radiações. Tal como foi referido da análise dos currículos destes técnicos estas disciplinas são normalmente leccionadas para alunos que realizam a licenciatura, e só 21,1 % é licenciado.

Relativamente à residência a maior percentagem pertence à cidade de Lisboa, isto porque o contacto foi realizado pessoalmente nos diversos Hospitais e clínicas, o que se tornaria impossível de executar em muitas regiões pelos mais diversos motivos.

Alguns dos técnicos inquiridos encontram-se a realizar a licenciatura na escola superior de saúde e que se disponibilizaram para participar no estudo.

Em relação ao tempo de serviço a maior percentagem, 47,4% trabalha à 10 anos ou menos.

Após a recolha de dados, procedeu-se à sua análise.

A análise das diversas questões do inquérito que visam essencialmente analisar as condições de trabalho de um técnico de radiologia, verificar se estes possuem conhecimentos essenciais de Física das Radiações e de legislação, e analisar a opinião dos diferentes técnicos de radiologia no que diz respeito às normas de segurança radiológica.

## **7.2 Análise descritiva**

Tal como o inquérito dos alunos, este também é constituído por duas partes, uma primeira de resposta directa ( sim, não ou não sabe ) e a segunda parte de opinião, organizada através de uma escala de Likert.

### **7.2.1 Primeira parte do inquérito**

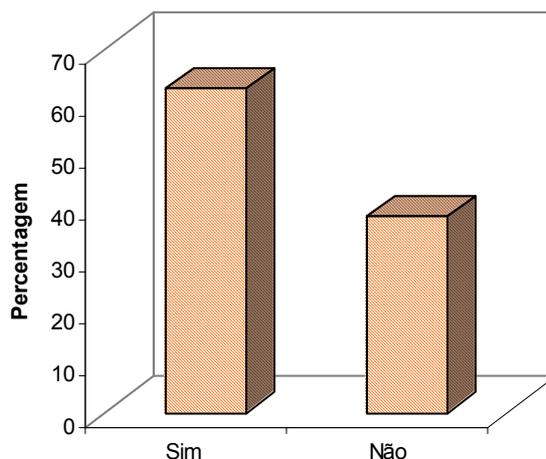
#### **Questão 1**

**“ Existe legislação sobre as doses de radiação a serem utilizadas nos diferentes exames. Têm conhecimento dessa legislação? “**

**Tabela 7.2: Frequência / Percentagem de respostas à questão 1**

|            | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b> | 109               | 62,3                   |
| <b>Não</b> | 66                | 37,7                   |

**Gráfico 7.1: Percentagem de resposta à questão 1**



Existe legislação para o técnico de radiologia, para as condições das instalações e para os próprios pacientes ao nível da protecção radiológica.

A questão que se coloca é se os técnicos de radiologia têm conhecimento da sua existência, especialmente sobre as doses de radiação que devem ser ministradas em cada exame que realizam.

Através da análise da tabela 7.2 e do gráfico 7.1 verifica-se que existe uma percentagem considerável ( 37,7% ) de técnicos de radiologia que diz desconhecer esta legislação.

Tendo em atenção que a maioria dos inquiridos são bacharéis em radiologia seria de esperar, que durante o seu curso adquirissem conhecimentos relativamente a esta legislação fundamental. Pois por exemplo se um paciente estiver informada sobre a legislação. poderá querer saber se a dose que lhe está a ser ministrada se encontra de acordo com essa legislação e o técnico deverá possuir conhecimentos para lhe responder.

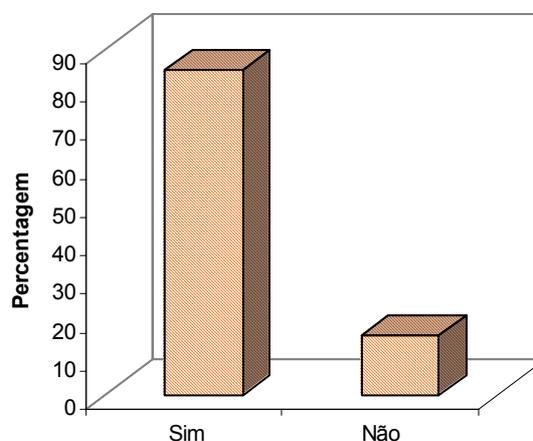
## Questão 2

“ Possui formação na área da Física das radiações? “

Tabela 7.3: Frequência / Percentagem de respostas à questão 2

|            | Frequência | Percentagem (%) |
|------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b> | 148        | 84,6            |
| <b>Não</b> | 27         | 15,4            |

Gráfico 7.2: Percentagem de resposta à questão 2



É inconcebível que profissionais que trabalham diariamente com as radiações não possuam os conhecimentos básicos sobre a Física das Radiações.

Dos técnicos de radiologia inquiridos 84,6 % diz possuir conhecimentos nesta área, mas somos levados a pensar se serão suficientes, tendo em atenção os currículos anteriormente referidos.

Certamente que técnicos de radiologia que possuem o 12º ano ou inferior a este, que a formação que possuem nesta área será bastante escassa, certamente adquirida através de acções de formação que muitas vezes não são dadas por especialistas na área da Física das Radiações.

Seria bastante útil que estes profissionais de saúde recebessem uma formação mais aprofundada nesta área, assim poderiam melhor proteger-se de alguns riscos que correm na sua actividade profissional.

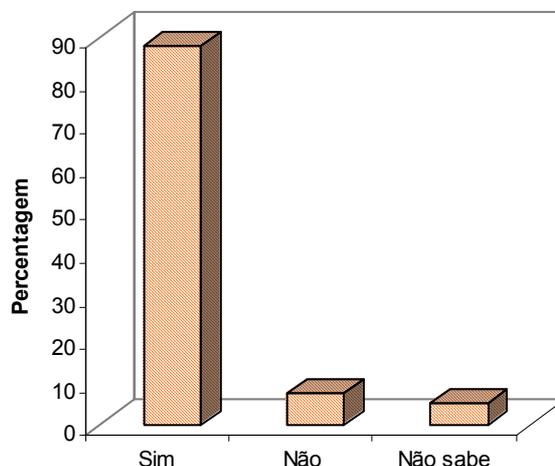
**Questão 3**

**“ A sala de exames possui protecção de chumbo para que as radiações não passem para o exterior? “**

Tabela 7.4: Frequência / Percentagem de respostas à questão 3

|                 | Frequência | Percentagem (%) |
|-----------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>      | 153        | 87,4            |
| <b>Não</b>      | 13         | 7,4             |
| <b>Não sabe</b> | 9          | 5,1             |

Gráfico 7.3: Percentagem de resposta à questão 3



A maioria dos inquiridos (87,4%) respondeu afirmativamente à questão. Mas ainda existem técnicos a dizer que as salas não possuem ou que não sabem (12,6%).

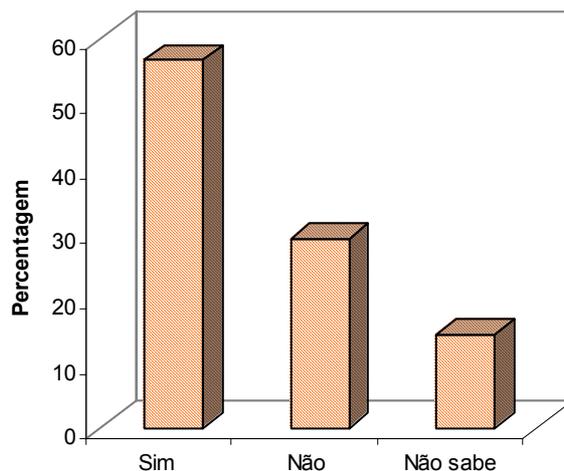
**Questão 4**

**“ A sala de exames têm as dimensões adequadas? “**

Tabela 7. 5: Frequência / Percentagem de respostas à questão 4

|                 | Frequência | Percentagem (%) |
|-----------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>      | 99         | 56,6            |
| <b>Não</b>      | 51         | 29,1            |
| <b>Não sabe</b> | 25         | 14,3            |

Gráfico 7.4: Percentagem de resposta à questão 4



Embora mais de 50% dos inquiridos diga que as salas onde trabalham possuem as dimensões adequadas, a percentagem de profissionais que trabalham em salas que não cumprem as dimensões recomendadas na legislação é considerável, cerca de 29,1%.

Considerando os que não sabem se esta possui ou não as dimensões adequadas, 14,3 %, um total de 43,4% dos profissionais de radiologia não trabalha em condições consideradas de segurança.

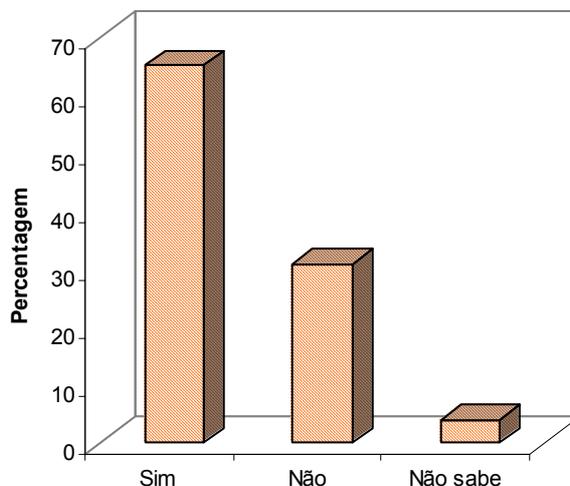
### Questão 5

“ A sala de exames possui um sistema de ventilação? “

Tabela 7. 6: Frequência / Percentagem de respostas à questão 5

|                 | Frequência | Percentagem (%) |
|-----------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>      | 114        | 65,1            |
| <b>Não</b>      | 54         | 30,9            |
| <b>Não sabe</b> | 7          | 4               |

Gráfico 7.5: Percentagem de resposta à questão 5



Da análise da tabela 7.6 e do gráfico 7.5 verifica-se que 30,9% dos profissionais de radiologia trabalham em salas que não possuem sistemas de ventilação, e ainda 4% diz não saber, facto bastante incompreensível pois tal sistema deve estar bem visível. Dos 65,1% que responderam afirmativamente à questão, em conversa com alguns deles foi-nos dito que embora algumas salas possuam sistemas de ventilação, nem todas o possuem e algumas possuem mas são insuficientes.

Mas como na questão não era possível expressar este facto, e as salas embora por vezes em número insuficiente possuam sistema de ventilação responderam afirmativamente.

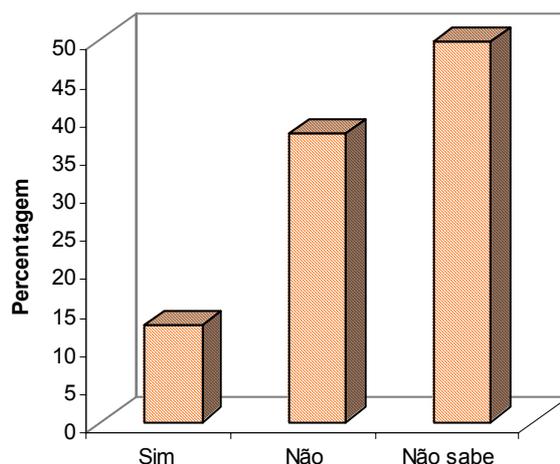
### Questão 6

“ Os aparelhos do laboratório onde trabalha foram seleccionados por Físicos? “

Tabela 7.7: Frequência / Percentagem de respostas à questão 6

|                 | Frequência | Percentagem (%) |
|-----------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>      | 22         | 12,6            |
| <b>Não</b>      | 66         | 37,7            |
| <b>Não sabe</b> | 87         | 49,7            |

Gráfico 6: Percentagem de resposta à questão 6



É uma realidade que nos hospitais e clínicas portuguesas o número de Físicos Médicos é muito reduzido, tal facto é comprovado através dos resultados desta questão. Pois uma das funções deste Físico é dar o seu parecer na escolha de aparelhos, como os utilizados para exames radiológicos entre outros. Dos técnicos de radiologia inquiridos só 12,6% diz que os aparelhos com que trabalha são seleccionados por Físicos, os restantes ou não sabem ou dizem que não .

Considerando em conjunto os que responderam que não com os que não sabem, estes representam mais de 80%.

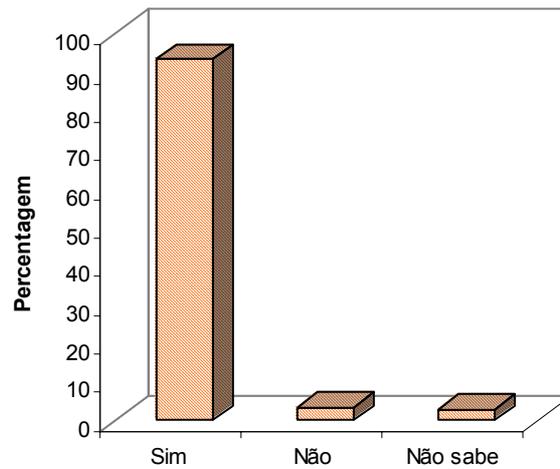
**Questão 7**

“ Os vários aparelhos de raios X devem possuir um diafragma. Aquele que utiliza possui? “

**Tabela 7. 8: Frequência / Percentagem de respostas à questão 7**

|                 | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b>      | 164               | 93,7                   |
| <b>Não</b>      | 6                 | 3,4                    |
| <b>Não sabe</b> | 5                 | 2,9                    |

**Gráfico 7.7: Percentagem de resposta à questão 7**



Num aparelho de raios X é fundamental a existência de um diafragma. Este têm como função irradiar só a área a ser estudada, reduzindo a área afectada pela radiação e assim reduzir a dose recebida pelo paciente, e ao mesmo tempo têm por função otimizar o resultado final do exame.

Embora a percentagem de técnicos que respondeu afirmativamente supere os 90%, não se consegue perceber como ainda existem aparelhos de raios X que não o possuam ( 3,4% ) ou então que os técnicos não tenham conhecimento da sua existência.

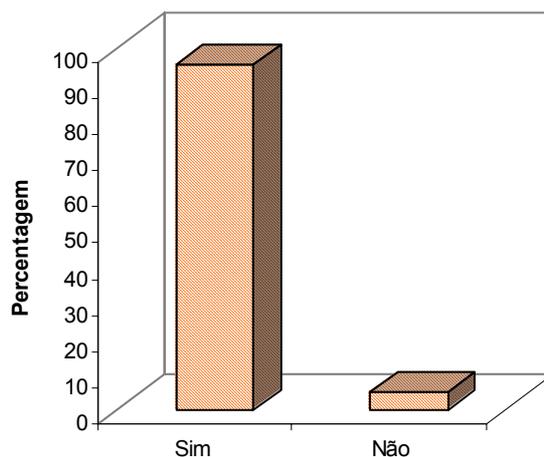
**Questão 8**

“ Sabe qual é a finalidade desse diafragma? ”

**Tabela 7.9: Frequência / Percentagem de respostas à questão 8**

|            | <b>Frequência</b> | <b>Percentagem (%)</b> |
|------------|-------------------|------------------------|
| <b>Sim</b> | 167               | 93,7                   |
| <b>Não</b> | 8                 | 4,6                    |

Gráfico 7.8: Percentagem de resposta à questão 8



Embora 93,7% dos técnicos tenha respondido que sabe qual a função do diafragma numa aparelho de raios X, existem ainda cerca de 5% que respondeu não saber qual a sua função. O que demonstra quem nem todos os técnicos possuem conhecimentos sobre o funcionamento dos aparelhos com que trabalham diariamente.

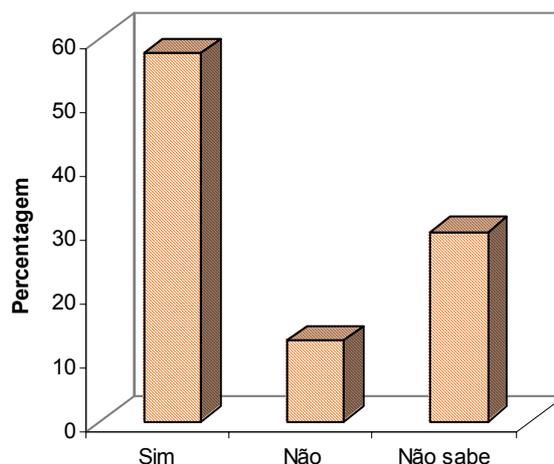
### Questão 9

“ O aparelho encontra-se devidamente calibrado? “

Tabela 7.10: Frequência / Percentagem de respostas à questão 9

|          | Frequência | Percentagem (%) |
|----------|------------|-----------------|
| Sim      | 101        | 57,7            |
| Não      | 22         | 12,6            |
| Não sabe | 52         | 29,7            |

Gráfico 7.9: Percentagem de resposta à questão 9



Da análise do tabela 7.10 e do gráfico 7.9 verifica-se que a maioria dos técnicos afirma que os aparelhos com que trabalham encontram-se calibrados. No entanto levanta-se a questão, se os técnicos sabem o que significa em termos físicos um a parelho estar calibrado, se não confundem com “consertado”.

Mas mesmo considerando que estes o sabem ainda existe uma percentagem razoável que afirma que não ou que não sabe. O que mais uma vez demonstra que eles são simples utilizadores destes aparelhos.

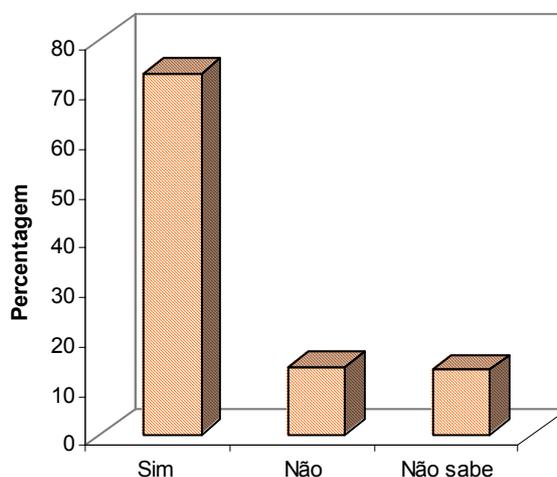
### Questão 10

“ O aparelho é regularmente inspeccionado? “

Tabela 7.11: Frequência / Percentagem de respostas à questão 10

|                 | Frequência | Percentagem (%) |
|-----------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b>      | 128        | 73,1            |
| <b>Não</b>      | 24         | 13,7            |
| <b>Não sabe</b> | 23         | 13,1            |

Gráfico 7.10: Percentagem de resposta à questão 10



Verifica-se que 73,1% dos técnicos afirma que os aparelhos são regularmente inspeccionados, mas não podemos ignorar a percentagem que afirma que não ou que não sabe, ou seja eles estão a trabalhar com aparelhos que podem não reunir as condições de segurança mas não o sabem, o que se pode tornar prejudicial quer para eles quer para os pacientes que realizam os exames.

Estudos realizados sobre estes assuntos dizem que é nos hospitais públicos que estas inspeções são mais regulares.

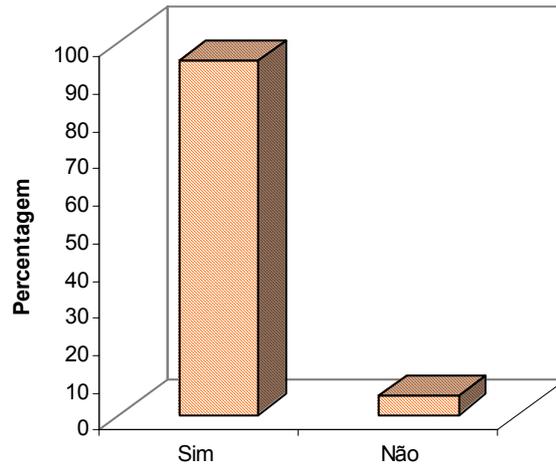
### Questão 11

“ São utilizados dosímetros pessoais? “

Tabela 7.12: Frequência / Percentagem de respostas à questão 11

|            | Frequência | Percentagem (%) |
|------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b> | 166        | 94,9            |
| <b>Não</b> | 9          | 5,1             |

Gráfico 7.11: Percentagem de resposta à questão 11



A legislação sobre protecção radiológica diz ser obrigatório a utilização de dosímetros pessoais e ambientais, pois quando estes são utilizados correctamente podem registar as doses de radiação que o técnico recebe, e em eventuais excessos de radiação, é possível identificar e tomar as devidas providências antes dos casos se tornarem perigosos.

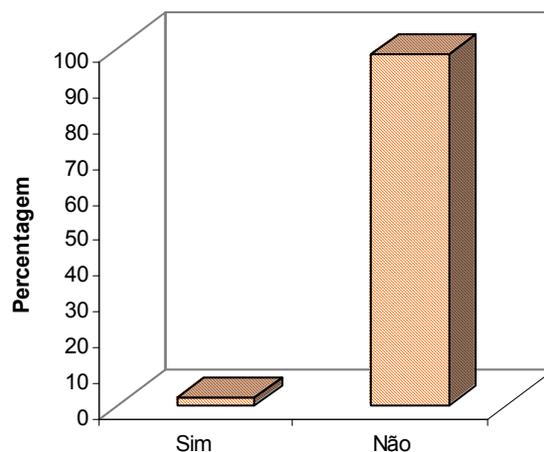
### Questão 12

“ São utilizados dosímetros ambientais? “

Tabela 7.13: Frequência / Percentagem de respostas à questão 12

|            | Frequência | Percentagem (%) |
|------------|------------|-----------------|
| <b>Sim</b> | 4          | 2,3             |
| <b>Não</b> | 171        | 97,7            |

Gráfico 7.12: Percentagem de resposta à questão 12



No que diz respeito à utilização de dosímetros ambientais as coisas são bem mais graves é que só 2,3% dos inquiridos afirma que estes são utilizados. O que significa que não existe um conhecimento da dose de radiação existente na sala de raios X.

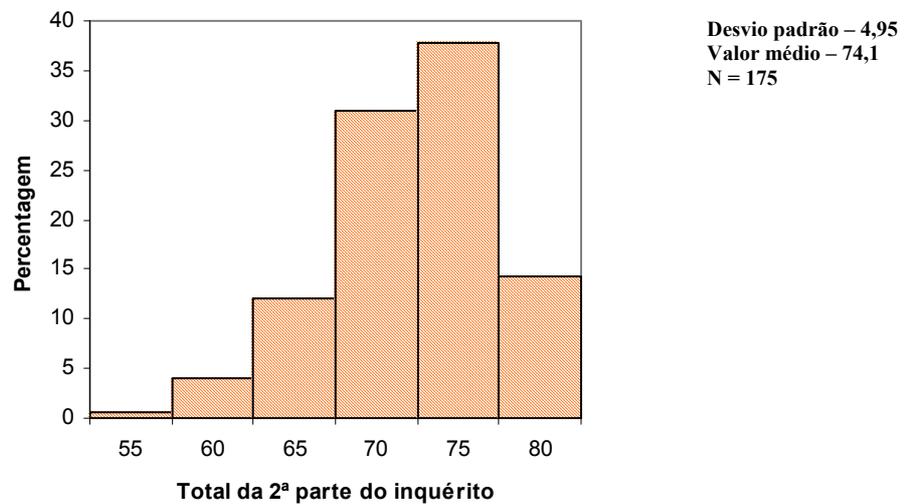
### 7.2.2 Segunda parte do inquérito

Na segunda parte do inquérito pretendia-se que os técnicos de radiologia manifestassem a sua opinião, relativamente a algumas questões sobre medidas de radioproteção e condições de segurança na realização de exames radiológicos.

É formada por dezassete questões sobre as quais os técnicos têm de dar a sua opinião de acordo com uma escala de Likert de cinco pontos. Em que o máximo da escala corresponde à resposta considerada mais correcta.

Após a recolha e registo dos resultados procedeu-se à sua análise, para tal calculou-se o valor do total na escala obtido, em que os valores obtidos após agrupados se encontram representados no gráfico 7.13.

**Gráfico 7.13: Percentagem do total obtido na 2ª parte do inquérito**



Verifica-se que a maior percentagem ( 37,7%) obtém um total entre os 72,5 e os 77,5 pontos. O valor mais baixo obtido foi de 55 pontos por uma baixa percentagem, 0,6% e o máximo foram 80 pontos obtidos por 14,3%, nenhum técnico atingiu a pontuação considerada máxima ( 85 pontos ).

Para uma melhor análise das opiniões dos técnicos às questões colocadas apresentam-se as percentagens para cada questão relativamente à 2ª parte do inquérito.

Tabela 7.14 : Percentagens da 2º parte do inquérito para cada questão.

| Questão                                                                                                                                                              | Discordo totalmente(%) | Discordo (%) | Não discordo nem concordo (%) | Concordo (%) | Concordo totalmente (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|
| 1 – Um técnico de radiologia deve possuir formação na área da física das radiações.                                                                                  | 0                      | 0            | 1,1                           | 30,3         | 68,6                    |
| 2 – Na realização de qualquer exame radiológico são importantes conhecimentos de anatomia.                                                                           | 0                      | 0            | 0,6                           | 8,0          | 91,4                    |
| 3 – Uma sala de exames deve ser protegida por uma protecção de chumbo para que as radiações não passem para o exterior.                                              | 0,6                    | 0            | 1,1                           | 15,4         | 82,9                    |
| 4 – Um sala de exames deve apresentar dimensões específicas.                                                                                                         | 0                      | 0            | 4,0                           | 43,4         | 52,6                    |
| 5 – Todas as salas de exames devem estar equipadas com sistemas de ventilação.                                                                                       | 0,6                    | 0            | 1,1                           | 32,7         | 64,6                    |
| 6 – Quando são adquiridos aparelhos de raios X é importante pedir a opinião a um Físico.                                                                             | 1,1                    | 2,9          | 19,4                          | 45,7         | 30,7                    |
| 7 – A calibração periódica dos aparelhos apresenta grande importância para a sua utilização.                                                                         | 0                      | 0            | 2,3                           | 24           | 73,7                    |
| 8 – Periodicamente deve ser realizada uma inspecção aos aparelhos e a todo o sistema utilizado na realização dos exames.                                             | 0                      | 0            | 1,1                           | 20           | 78,9                    |
| 9 – Para um bom controlo das doses de radiação, devem ser utilizados dosímetros pessoais e ambientais.                                                               | 0                      | 0            | 1,1                           | 29,1         | 69,7                    |
| 10 – É aconselhável a utilização de luvas protectoras, protectores da tiróide, protectores das glândulas e aventais de chumbo.                                       | 0,6                    | 0,6          | 6,9                           | 33,7         | 58,3                    |
| 11 – Não existe um controlo das vendas dos aparelhos de raios X, daí a impossibilidade de uma correcta inspecção de todos eles.                                      | 9,7                    | 18,3         | 42,9                          | 21,7         | 7,4                     |
| 12 – Normalmente é nos hospitais públicos que as regras de radioprotecção são seguidas com maior rigor.                                                              | 8,6                    | 30,3         | 25,1                          | 21,1         | 14,9                    |
| 13 – A utilização de aparelhos nos quais não foi realizada a correcta manutenção, poderá submeter os pacientes a doses de radiação mais elevadas que as necessárias. | 2,3                    | 1,1          | 4,6                           | 44,6         | 47,4                    |
| 14 – Deveriam existir mais acções de sensibilização para a radioprotecção.                                                                                           | 0,6                    | 0,6          | 2,3                           | 37,1         | 59,4                    |
| 15 – Os pacientes ao realizarem um exame devem ser informados da dose de radiação a que são submetidos.                                                              | 1,1                    | 6,3          | 40,6                          | 32,6         | 19,4                    |
| 16 – Antes de se realizar um exame devem ser tomadas todas as medidas, para que não seja necessário repeti-lo.                                                       | 0,6                    | 0,6          | 0                             | 22,3         | 76,6                    |
| 17 – É importante o técnico de saúde ter conhecimentos das doses que são administradas aos pacientes                                                                 | 0                      | 0            | 2,3                           | 32           | 65,7                    |

Através da análise da tabela 7.14 verifica-se que as percentagens de resposta são mais elevadas para o concordo e para o concordo totalmente.

Tendo em atenção que a resposta considerada mais correcta, corresponde em todas as questões ao concordo totalmente, existe algumas considerações que devem ser realizadas tendo em atenção as opiniões dos técnicos às diferentes questões.

Relativamente à questão um em que se pensa ser essencial quer para a boa prática das suas funções quer para sua própria protecção, que um técnico de radiologia possua conhecimentos de Física das radiações, o que acontece é que 30,3 % dos técnicos apenas concordam, ou seja conclui-se que eles acham importante os conhecimentos mas não essenciais.

Sendo a opinião do Físico essencial para a escolha dos aparelhos adequadas, e para sua correcta utilização o que acontece é que mais de 20% dos técnicos assinalou as três primeiras opções, ou seja ou não concordam ou então não têm opinião relativamente a esta importância, só 30,7% concorda totalmente.

Relativamente ao controlo das vendas de aparelhos, os técnicos ou concordam que não existem ou então não concordam nem discordam.

Cerca de 36% dos técnicos dizem concordar totalmente que as medidas de radioprotecção são mais seguidas nos hospitais públicos que nos privados, ou que é bastante significativo uma vez que a maioria dos técnicos realizam serviço em ambos os institutos, portanto podem verificar se na prática realmente tal acontece.

Outro resultado não muito normal é que 22,3% dos inquiridos só concorde que devem ser tomadas todas as medidas para que não seja necessário repetir um exame. Pois tal facto deveria ser uma prioridade, ou seja devia haver nesta questão uma opinião generalizada de concordo totalmente.

Em suma embora tenham sido apresentadas questões em que todos deviam responder concordo totalmente, tal não aconteceu em nenhuma questão.

### **7.3 Influência das variáveis sócio-demográficas**

As variáveis sócio-demográficas tidas em conta no inquérito aplicado aos técnicos de radiologia foram a idade, sexo, tempo de serviço, residência e escolaridade. Uma vez que nem todas influenciam as respostas às diferentes questões serão referidas unicamente as que apresentam uma influência significativa.

#### **7.3.1 Primeira parte do inquérito**

##### **Questão 1**

**“ Existe legislação sobre as doses de radiação a serem utilizadas nos diferentes exames. Têm conhecimento dessa legislação? “**

O conhecimento dos técnicos de radiologia sobre a legislação é influenciado apenas pelo nível de escolaridade, as restantes variáveis não alteram de modo significativo o conhecimento dos técnicos.

Tabela 7.15 : Dependência das respostas da questão um da variável nível de escolaridade

|                     |            | Frequência | Sim ( %) | Não ( %) | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------|------------|------------|----------|----------|---------------------|
| <b>Escolaridade</b> | < 12ºano   | 14         | 42,9     | 57,1     | 9,377               |
|                     | 12º ano    | 8          | 75,0     | 25,0     | 174                 |
|                     | Bacharel   | 116        | 57,8     | 42,2     | 175                 |
|                     | Licenciado | 37         | 81,1     | 18,9     | 0,025               |

Constata-se que são os técnicos que possuem um nível de escolaridade inferior ao 12º ano que possuem menos conhecimento sobre legislação. Dos inquiridos com escolaridade inferior ao 12º ano 42,9% respondem afirmativamente, ou seja mais de 50% não tem conhecimentos sobre legislação.

Em relação aos outros níveis de escolaridade todos apresentam uma percentagem superior a 50% de respostas afirmativas. Facto curioso é os técnicos que possuem o 12º ano apresentarem 75% de respostas afirmativas enquanto que os bacharéis só 57,8% responde afirmativamente. Isto pode estar relacionado com o facto dos conhecimentos não serem adquiridos unicamente através da aprendizagem durante os seus cursos, mas também o adquirido através do tempo de serviço, ou seja através da experiência.

São os licenciados que dizem ter conhecimentos sobre a legislação em vigor em maior percentagem, 80,1%.

Conclui-se que existem diferenças significativas entre os diferentes níveis de escolaridade com  $\chi^2 = 9,377$  e  $p < 0,05$ .

## Questão 2

### “ Possui formação na área da Física das radiações? “

Tabela 7.16 : Dependência das respostas da questão dois das diferentes variáveis socio-demográficas

|                         |              | Frequência | Sim ( %) | Não ( %) | $\chi^2$ , gl, N, p |
|-------------------------|--------------|------------|----------|----------|---------------------|
| <b>Idade</b>            | 20 – 30 anos | 64         | 95,3     | 4,7      | 12,487              |
|                         | 30 – 40 anos | 67         | 83,6     | 16,4     | 174                 |
|                         | 40 – 50 anos | 33         | 69,7     | 30,3     | 175                 |
|                         | 50 – 60 anos | 11         | 72,7     | 27,3     | 0,006               |
| <b>Escolaridade</b>     | < 12ºano     | 14         | 50,0     | 50,0     | 22,614              |
|                         | 12º ano      | 8          | 62,5     | 37,5     | 174                 |
|                         | Bacharel     | 116        | 85,3     | 14,7     | 175                 |
|                         | Licenciado   | 37         | 100      | 0        | 0,000*              |
| <b>Tempo de serviço</b> | < 10 anos    | 83         | 94,0     | 6,0      | 12,086              |
|                         | 10 – 20 anos | 70         | 78,6     | 21,4     | 174; 175            |
|                         | > 20 anos    | 22         | 68,2     | 31,8     | 0,002               |

\*p<0,001

No que diz respeito aos conhecimentos sobre Física das Radiações este é influenciado pelas variáveis socio-demográficas idade, escolaridade e tempo de serviço.

Em relação à idade é sem dúvida nas duas primeiras faixas etárias que se encontra a maior percentagem de técnicos que dizem possuir conhecimentos na área da Física das radiações, 95,3% e 83,6%.

Relativamente às outras duas faixas etárias, dos 40 – 50 anos e 50 – 60 anos, as percentagens de técnicos que dizem possuir conhecimentos é inferior, mas, no entanto mais de 50% dos inquiridos dizem possuir conhecimentos.

Embora a maioria diga possuir conhecimentos, estes podem não ser suficientes, poderão também existir mas encontrar-se um pouco esquecidos por terem sido adquiridos à já algum tempo.

Considerando o nível de escolaridade as diferenças são bastante significativas. Os que possuem escolaridade inferior ao 12º ano só 50% diz possuir conhecimentos na área, enquanto os licenciados todos, ou seja 100% dizem possuir.

Em relação ao tempo de serviço são os que têm entre 10 - 20 anos de serviço que respondem em maior percentagem negativamente à questão, 78,6%.

#### Questão 4

“ A sala de exames têm as dimensões adequadas? “

Tabela 7.17: Dependência das respostas da questão 4 das diferentes variáveis socio –demográficas

|                           |            | Frequência | Sim ( %) | Não ( %) | Não sabe | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------------|------------|------------|----------|----------|----------|---------------------|
| <b>Escola-<br/>ridade</b> | < 12ºano   | 14         | 50,0     | 21,4     | 28,6     | 14,401              |
|                           | 12º ano    | 8          | 75,0     | 25,0     | 0        | 174                 |
|                           | Bacharel   | 116        | 50,0     | 31,9     | 18,1     | 175                 |
|                           | Licenciado | 37         | 75,7     | 24,3     | 0        | 0,025               |

Esta questão está directamente relacionada com as condições em que os técnicos trabalham, pois são eles os que são directamente afectados, caso a sala não possua as dimensões adequadas.

Trata-se de uma questão que em principio não deveria ser influenciada por nenhuma das características sócio-demográficas uma vez que não depende directamente do técnico. No entanto nota-se uma influência significativa da escolaridade ( $p < 0,05$ ). São os licenciados e os que possuem o 12º ano de escolaridade que mais consideram que as salas possuem as dimensões adequadas, (75,7% e 75% respectivamente).

#### Questão 6

“ Os aparelhos do laboratório onde trabalha foram seleccionados por Físicos? “

Tabela 7.18: Dependência das respostas da questão 6 das diferentes variáveis sócio –demográficas

|                           |            | Frequência | Sim ( %) | Não ( %) | Não sabe | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------------|------------|------------|----------|----------|----------|---------------------|
| <b>Escola-<br/>ridade</b> | < 12ºano   | 14         | 7,1      | 35,7     | 57,1     | 13,327              |
|                           | 12º ano    | 8          | 50,0     | 12,5     | 37,5     | 174                 |
|                           | Bacharel   | 116        | 11,2     | 36,2     | 52,6     | 175                 |
|                           | Licenciado | 37         | 10,8     | 48,6     | 40,5     | 0,038               |

Através da análise da tabela 7.18 verifica-se que são os licenciados que mais afirmam que os aparelhos de laboratório não são seleccionadas por Físicos, 48,6%, em contrapartida os que possuem o 12º ano de escolaridade 50% afirmam que estes são seleccionados por Físicos.

### Questão 9

**“ O aparelho encontra-se devidamente calibrado? “**

Tabela 7.19 : Dependência das respostas da questão 9 das diferentes variáveis sócio –demográficas

|                           |            | Frequência | Sim ( %) | Não ( %) | Não sabe | $\chi^2$ , gl, N, p |
|---------------------------|------------|------------|----------|----------|----------|---------------------|
| <b>Escola-<br/>ridade</b> | < 12ºano   | 14         | 64,3     | 0        | 35,7     | 12,227              |
|                           | 12º ano    | 8          | 100      | 0        | 0        | 174                 |
|                           | Bacharel   | 116        | 50,9     | 14,7     | 34,5     | 175                 |
|                           | Licenciado | 37         | 67,6     | 13,5     | 18,9     | 0,041               |

Pode constar-se que a maior percentagem que diz que não ou que não sabem se os aparelhos se encontram calibrados são os bacharéis e os licenciados.

O que nos pode levar a concluir que realmente existem alguma confusão, entre “consertado” e calibrado, em particular no caso dos que possuem 12º ano ou inferior a 12º ano.

Efectuou-se a separação dos técnicos por níveis de escolaridade, para então verificar se a residência influencia as respostas para o mesmo nível de escolaridade.

Aplicando o teste  $\chi^2$  conclui-se que as repostas às diferentes questões não sofriam uma influência significativa da variável residência com  $p > 0,05$

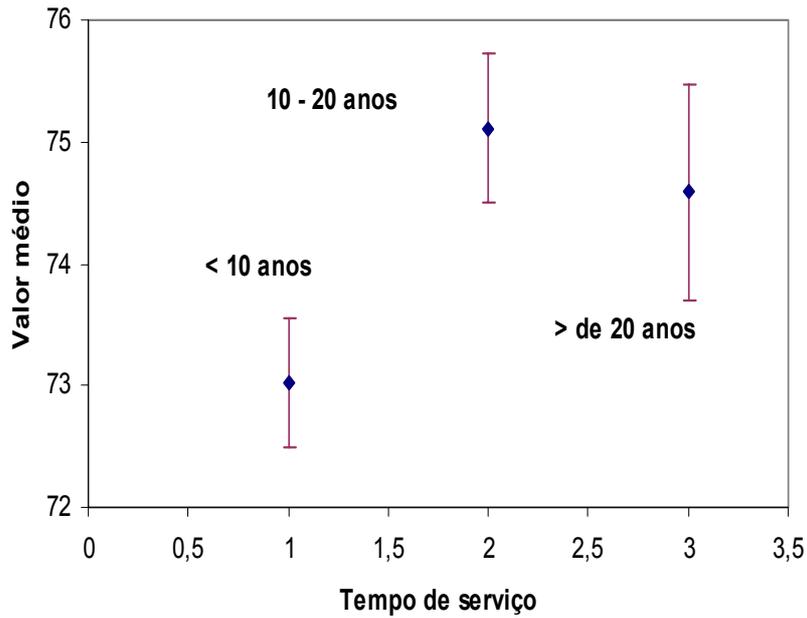
### 7.3.2 Segunda parte do inquérito

Através da aplicação do teste estatístico, Anova à variável total, para verificar a influência de cada uma das variáveis sócio-demográficas verificou-se que só o tempo de serviço apresentava uma influência significativa.

Tabela 7.20 : Dependência da variável total do tempo de serviço

| Tempo de serviço | Frequência | $X_{\text{médio}}$ | $X_{\text{min}}$ | $X_{\text{max}}$ | Desvio padrão | Significância |
|------------------|------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|---------------|
| < de 10 anos     | 83         | 73,02              | 61,0             | 82,0             | 4,83          | 0,028         |
| 10 – 20 anos     | 70         | <b>75,11</b>       | <b>60,0</b>      | <b>84,0</b>      | 5,11          |               |
| > 20 anos        | 22         | 74,59              | 64,0             | 80,0             | 4,15          |               |

Gráfico 7.14: Valor médio da variável total em função do tempo de serviço



Através da análise da tabela 7.20 e do gráfico 7.14, pode verificar-se que o valor médio mais elevado foi obtido pelos técnicos que têm 10 – 20 anos de serviço. É também nestes que é atingido o valor máximo e o valor mínimo do total da escala de Likert.

As diferenças são significativas entre os diferentes tempos de serviço com  $p < 0,05$ . Relativamente aos valores médios as diferenças são mais notórias entre os que possuem menos de 10 anos de serviço e os que possuem entre 10 e 20 anos, tal como se pode observar no gráfico 7.14.



## CONCLUSÃO

O Mundo em que vivemos é um Oceano de Radiações, este trabalho tinha como principal objectivo verificar se os alunos possuíam conhecimentos sobre este Oceano que os rodeia, através deste trabalho pode concluir-se que os conhecimentos são limitados.

Através do estudo efectuado no capítulo quatro verificou-se que a maioria dos alunos já ouviu falar em radiações, mas no entanto (eles) não as conseguem distinguir. A percentagem de alunos que afirma não saber qual a diferença entre radiação ionizante e não ionizante é elevada ( 94,4% ). Como os alunos inquiridos pertenciam a diferentes níveis de escolaridade, significa que um aluno pode chegar ao fim do seu percurso escolar sem saber fazer a diferenciação entre os tipos de radiação. Não existem meios no ensino que lhes possam dar resposta a uma questão básica com esta que deveria ser do conhecimento geral.

Mas a falta de conhecimento dos alunos vai mais além, pois existem alunos a afirmar que não conhecem a radiação visível. Este facto é um pouco invulgar pois seria de esperar que esta fosse a que a maioria dos alunos tivesse conhecimento.

Quando se apresentam diferentes nomenclaturas para as radiações, sendo todas à excepção da cósmica, de natureza electromagnética, constata-se que os alunos não as identificam como tal, por exemplo 87,2% dos alunos diz ter conhecimento da existência de radiação ultra violeta, mas depois só 57,5% diz conhecer a radiação electromagnética. O que reforça mais uma vez a ideia que os alunos já ouviram falar em algumas radiações mas não possuem conhecimentos sobre as características das mesmas (os alunos não reconhecem o carácter electromagnético dos diversos tipos de radiação).

Grande percentagem dos alunos inquiridos continua com a ideia que as radiações são algo perigoso criado pelo homem, isto é afirmam desconhecer a existência de radiações naturais. Quando se fala em fontes de radiação natural os conhecimentos ainda são mais reduzidos, pois das cinco fontes de radiação natural apresentadas a percentagem de alunos que as selecciona como conhecidas é bastante reduzida ( 1,6%). A radiação solar é a mais conhecida (92,2% dos alunos afirma ter conhecimento da sua existência), no entanto os alunos ignoram a emissão de radiações através dos alimentos, do solo e do ar que respiram. Sendo mais uma vez notório a falta de conhecimentos relativamente às radiações ionizantes.

No entanto embora os alunos não possuam conhecimentos que lhes possibilitem distinguir os diferentes tipos de radiações, a maioria afirma que as radiações não provocam todas os mesmos efeitos no organismo humano, (94,1% afirma que radiações diferentes provocam efeitos diferentes). As respostas atribuídas pelos alunos podem assim ter sido apenas por uma questão de associação, se são diferentes então provocam efeitos diferentes e não por uma questão de conhecimento.

Mas é uma realidade que todos os alunos, algum familiar ou amigo próximo, já realizou uma radiografia ou uma ressonância magnética, o que permite que os alunos possam afirmar que o tipo de radiação utilizado nos dois exames médicos é diferente.

Assim na generalidade das questões colocadas na primeira parte do inquérito verificou-se que os conhecimentos dos alunos nesta área são reduzidos, mas no entanto são estes que utilizam com frequência (74,9%) meios emissores de radiações, como os computadores, telemóveis, televisões e etc., embora as doses fornecidas por estes sejam na generalidade baixas. Quando são utilizados com elevada frequência podem tornar-se prejudiciais e os alunos não possuem conhecimentos que lhes permitam perceber esta realidade.

Relativamente às questões sobre as antenas de telemóveis e sobre a utilização da energia nuclear, embora não fossem questões que permitissem atingir os objectivos deste trabalho, achou-se interessante colocá-las no inquérito e assim saber a sua opinião relativamente a estes assuntos, conclui-se que 77% dos alunos concordam com a instalação das antenas junto das escolas mas só 48,3% concorda com a utilização da energia nuclear como energia alternativa.

No que diz respeito à segunda parte do inquérito onde eram apresentadas aos alunos algumas afirmações para testar os conhecimentos sobre os objectivos inicialmente propostos, e onde os alunos tinham que registar a sua opinião numa escala de cinco valores, verificou-se que os alunos não possuem ideias definidas sobre o tema. Uma vez que as percentagens de alunos que diziam concordar totalmente ou discordar totalmente eram uma minoria. Também o valor médio obtido pelos alunos na segunda parte do inquérito em que se considera que a pontuação máxima seria de 100 pontos, foi entre 72,5 e 77,5 pontos, o que também comprova a falta de conhecimentos dos alunos, por exemplo quando se afirmava que todas as radiações possuem as mesmas características verifica-se que 42,3% dos alunos concorda e 38,6% concorda totalmente.

Em relação à influência das variáveis sócio-demográficas no conhecimento dos alunos, verificou-se que era diferente em cada questão. No entanto é o nível de escolaridade e a idade que apresenta uma maior influência.

Quando a faixa etária e o nível de escolaridade aumentam, verificou-se que os alunos seleccionam em maior percentagem as respostas consideradas correctas, no entanto embora estas variáveis estejam directamente relacionadas, foram analisadas separadamente pois em alguns casos a influência era significativamente diferente.

Manifestou-se também uma influência notória na categoria profissional dos pais dos alunos. Alunos cujos pais pertenciam a categorias profissionais diferentes apresentavam respostas significativamente diferentes. Verificou-se que alunos cujos pais pertenciam à 1ª ou 2ª categoria apresentavam um maior conhecimento sobre o tema.

No que concerne à residência, subdividiu-se a amostra por níveis de escolaridade. Isto porque nas diferentes localidades o estudo não foi aplicado a alunos dos três níveis de escolaridade.

Concluiu-se que a residência manifestou uma influência diferenciada entre os níveis escolares, em que foi nos alunos do ensino básico que as diferenças foram maiores, de localidade para localidade.

Quando se realizou o estudo comparativo entre os conhecimentos dos alunos do ensino superior que frequentavam a disciplina de Física das Radiações na FCUL, e os alunos de outros cursos superiores também de Lisboa, observou-se que embora o nível de escolaridade fosse o mesmo, os conhecimentos dos alunos da turma de Física eram notoriamente superiores, o que vem comprovar mais uma vez que muitos dos outros alunos durante todo o seu percurso escolar não adquirem conhecimentos considerados básicos sobre radiações.

Relativamente à estratégia utilizada ( visita de estudo ao laboratório de Física das radiações da FCUL) para aumentar o conhecimento dos alunos nesta área, os resultados foram positivos. Em todas as questões que estavam directamente relacionadas com as experiências realizadas observou-se um aumento significativo do conhecimento os alunos.

Em algumas questões, verificou-se que só pelo facto de os alunos terem ouvido falar sobre assuntos relacionados com o tema das radiações ionizantes, na introdução

realizada à visita de estudo contribuiu para aumentar os seus conhecimentos. O que nos leva a concluir que muitas vezes mesmo sem os assuntos estarem directamente relacionados com os temas a leccionar nas aulas, uma simples conversa, pode aumentar os conhecimentos dos alunos em áreas não introduzidas nos programas do ensino básico e secundário.

Um facto constatado bastante curioso, foi a mudança de opinião dos alunos relativamente à utilização da energia nuclear como energia alternativa, o que poderá estar relacionado com o facto de os alunos terem contactado directamente com materiais radioactivos e verificarem que estes quando utilizados com os devidos cuidados não são perigosos.

No estudo realizado com a população em geral, verificou-se também que a maioria dos inquiridos não consegue distinguir os diferentes tipos de radiações.

A população geral também conhece um número limitado de radiações. Mais de 30% diz não conhecer a radiação visível, o que se pode considerar uma percentagem significativa, tendo em atenção a importância que esta representa na vida de todos nós.

Tal como os alunos, também a população já ouviu falar em radioactividade natural, mas quando se pede para identificar fontes naturais de radiação o número de fontes conhecidas é reduzido.

A população geral embora não consiga distinguir os diferentes tipos de radiações diz que as radiações diferentes provocam efeitos diferentes.

Já no que diz respeito à opinião da população relativamente à instalação das antenas de telemóveis junto das escolas e da utilização de energia nuclear, esta é menos favorável que a dos alunos.

Relativamente às questões da 2ª parte do inquérito, embora a população geral tenha demonstrado possuir ideias bem definidas, pois na maioria dos casos dizem concordar ou concordar totalmente, não significa que as ideias sejam as correctas. As respostas atribuídas a algumas questões vieram contradizer o que tinham respondido em questões anteriores, o que nos leva a concluir que também os conhecimentos da população em geral não são muito significativos.

As variáveis sócio-demográficas também manifestaram alguma influência, no caso da população geral embora não de um modo tão notório. Foram fundamentalmente o nível de escolaridade, a profissão e a residência em algumas situações que manifestaram uma influência significativa.

Em relação ao estudo realizado com os Técnicos de Radiologia, podemos concluir que a formação destes técnicos tem vindo a aumentar ao longo dos tempos, isto porque o número de técnicos bacharéis e licenciados é significativamente superior, aos que não possuem formação superior, e que são os que apresentam idade mais avançada.

No entanto, embora a maioria tenha afirmado que possui formação na área da Física das Radiações, tendo em atenção os currículos anteriormente apresentados, podemos ser levados a pensar se estes conhecimentos serão suficientes.

No que diz respeito ao conhecimento da legislação em vigor sobre doses de radiação a utilizar nos diferentes exames médicos existe ainda uma percentagem razoável ( 37,7%) que diz não ter conhecimento da sua existência.

Também na área da protecção contra as radiações, várias foram as questões colocadas. E embora a maioria afirme que as regras de protecção radiológica são cumpridas, cerca de 30% dos inquiridos afirma que as salas em que trabalham não possuem as dimensões adequadas e não possuem sistemas de ventilação. No que diz

respeito à utilização de dosímetros se os pessoais na generalidade são utilizados, já os dosímetros ambientais só 2,3% dizem que são utilizados.

Um facto negativo a salientar é que 37,7% dos inquiridos afirma que os aparelhos com que trabalham não foram seleccionados por Físicos e 49,7% diz não saber, mais uma vez qual é a função dos Físicos nos hospitais e clinicas.

Na segunda parte do inquérito, em que os técnicos tinham que manifestar a sua opinião sobre diversas afirmações pertinentes, a maioria dos inquiridos apresenta ideias bem definidas, pois responderam concordo ou concordo totalmente.

Também as respostas atribuídas pelos técnicos de radiologia são influenciadas por alguma variáveis sócio-demográficas, nomeadamente o nível de escolaridade e o tempo de serviço.

Em suma podemos afirmar que os objectivos inicialmente propostos foram atingidos com a realização deste trabalho, conseguiu-se assim ter uma ideia geral dos conhecimentos sobre radiações e radioprotecção que os diferentes elementos envolvidos no estudo possuem. Pode afirmar-se que foi um trabalho produtivo e interessante.

Num trabalho futuro seria interessante aplicar outras estratégias alternativas no ensino da Física, de modo a inserir conteúdos da área da Física Moderna que não constam nos programas. Estas acções poderiam decorrer através da criação de clubes da ciência onde seria dada primazia à componente experimental, despertando o interesse dos alunos dos diferentes níveis de escolaridade pela Física.

Seria também interessante aplicar um estudo deste género, mas um pouco mais aprofundado, a profissionais do ensino das Ciências Físico - Químicas dos diferentes níveis de escolaridade, e na área da saúde a médicos das diferentes áreas.

**BIBLIOGRAFIA**

- **Attix**, F. ( 1986), *Introduction to radiological Physycs and Radiation dosimetry*
- **Bertin**, Eugene P., *Principles and pratice of X – Ray Spectrometric Analysis*
- **Borrões**, Manuel L. Catela, ( 2001 ), *SPSS for Windows: Getting Started*
- **Brasseur**, Henri, (1947), *Les Rayons X et leurs applications*
- **Burcham**, W.E., (1974), *Física Nuclear*, Editorial reverté, s.a
- **Bushong**, Stewart C.,(1995), *Física Biológica y protecção Radiológica, Manual de radiología para técnicos*, 5ª edição
- **CEC**, ( 1993), *Proceedings of a Bir, Radiation Protection in Interventional Radiology*, Edited by K. Faulkner and D. Teurer
- **Ceia**, Carlos, ( 2003) *Normas para apresentação de trabalhos Científicos*, 4ª Edição, Editorial Presença
- **Chandra**, Ramesh Phd, (1992), *Nuclear Medicine Physics the Basics*, Fifth edition
- **Cooper**, P. N. (1986), *Introduction to nuclear Radiation detectors*, Cambrige University Press
- **Educação**, Ministério de, *DES programa de Física e Química A 10º ano* ( 2001)
- **Educação**, Ministério de, *DES programa de Física e Química A 11º ano* ( 2003)
- **Educação**, Ministério de, *DES programa de Ciências Físicas e Naturais, 3º Ciclo* ( 2001)
- **Falord**, Luis Felipe; **Barthrong**, Morgan; **Anderson**, Rber E., ( 2001), *Radiation Pathology*, Oxford
- **Fermi**, Enri, (1974), *Nuclear Physics*, Midway Reprint
- **Guimarães**, Rui Campos; **Cabral**, José A. Sarsfield, ( 1997 ), *Estatística*, Mc Graw Hill
- **ICRU**, (1993), *Quantities and units in Radiation protections Dosimetry*
- **IPOL**, ( 1994), *O papel do técnico em medicina nuclear*
- **Ikushima**, T.; Aritomi, H. and Morisita, J.,( 1996) *Radioadaptive response; Efficient repair of radition induced DNA damage in adapted cells, Mutation research*, Vol. 358

- **Jenkins**, Ron, (1986), *An Introduction to X-Ray Spectrometry*
- **Kathren**, Ronald C., (1985), *Medical Physics Hand books 16, Radiation Protection*, University of Washington
- **Knoll**, Glenn F.,(1989), *Radiation detection and Measurement*, Second Edittion
- **Krane**, Kenneth, (1996), *Modern Physics*, Seconds Edittion
- **Krane**, Kenneth S., ( 1998 ), *Introductory Nuclear Physics*, Copyriggh
- **Leo**, William R., ( 1992 ), *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments A. How – To Approach*, Springer – Verlag, 1ª Edittio
- **Luckey** T. D., (1991), *Radiation Hormesis*, CRC Press, Boca Raton
- **Martins**, Dr. Colin J.; **Sutton**, Dr. David G., (2002), *Pratical Radiation, Protection in Heal theare*
- **Marroco**, João, ( 2003), *Análise Estatística com utilização do SPSS*, 1ª Edição, Edições sílabo
- **Muller** H. J.,( 1928), *Artificial transmutations of the gene*, Science, Vol 66,
- Nacional Radiological Protection Board, ( 1998 ), *Living With Radiation*, Fifth edition
- **Nahum**, Allan, *Dosimeter Fundamentals, Radiation oncology*
- **Nambi**, K. S. V. and Soman S. D., ( 1987), *Environmental radiation and cancer in India*, health Physics, Vol. 52
- **NRPB**, (1996), Documents of the, *Risk from Deterministic, Effect of ionising Radiation.*
- **Oliveira**, Augusto, (2001), *Métodos Computacionais em Protecção Radiológica*, Faculdade de Ciências de Lisboa
- **Paul e Juhl**,(1998), *Interpretação Radiológica*, Sétima edição
- **Perkins**, Dr. A. C. ( 1996), *Nuclear Medicine*, Science and Safety
- **Perreira**, Alexandre, (2003), *SPSS Guia prático de utilização, Análise de dados para Ciências Sociais e Psicologia*, 4ª Edição, Edições sílabo
- **Pestana**, Maria Helena; **Gageiro**, João Nunes, ( 2003), *Análise de dados para Ciências Sociais, A complementaridade do SPSS*, 3ª Edição, Edições Sílabo
- *Radiation Protection Dosimetry*, ( 2000), Vol. 87, Nuclear Thecnology Publissing

- **Ramesh**, Chamdra, (1992), Phd. *Nuclear Medicine Physics*, fifth edition, Willions e Wilkins
- **Resende**, Alberino Ferreira, (1995), *Nós e as Radiações*, Edição Comemorativa da radiologia
- **Resnick**, Halliday, (1998), *Fundamentals of Physics*, third Edition
- **Rogers**, D. W. O., (1995), *Ionizing Dosimetry and Medical Physics*, Institute for national Measurement Santerds
- **Rosa**, Rui Namorado, (2001), *Urânio empobrecido*, Alface Voadora
- **Russ**, V.K., (1999), *Consensus of the effect of X – rays on bacteria*, Hygie, Vol. 56
- **Russel III**, H. A.; **Beggs**, J.Randy ; **May**, Gary L.; **Oshima**, T. Chris; (1998), *SPSS for Windows*, Edition 3
- **Russell**, Jean; **Booth**, Bob, ( 1999 ), Introduction to... SPSS 9 ( for windows 95,98,NT )
- **Sanders**, Peter, *Nós e as radiações*, Comissão das Comunidades Europeias.
- **Sherer**, Mary Alice Statkiewicz; **Visconti**, Paul J.; **Retinour**, E. Russel, (1998), *Radiation Protection in Medical Radiography*, Fourth Edition
- **Turner**, James E., (1985), *Atoms, Radiation, and Radiation Protection*, Second Edition
- **Vicente**, Paula; **Reis**, Elisabeth; **Ferrão**, Fátima ( 2001), *Sondagens, A amostragem como factor decisivo de qualidade*, 2ª Edição , Edições Silabo
- **Yonezawa M.** , **Misonoh**, J.; **Hosokawa**, Y., (1996), *Two types of X-ray induced radioresistance in mice, presence of 4 dose ranges with distinct biological effects*, *Mutation Research*
- **Zaragoza**, Juan R., (1992), *Fisica e Instrumentacion Medicas*, 2ª Edición
- <http://www.canberra.com>
- <http://www.lip.pt/~luis>
- <http://www.Geocites.com>
- <http://nucleardata.nuclear.se/nucleardata.toi/>
- <http://www.fisica.net/denis/rad1.htm>.
- <http://ergonomiaonline.no.sapo.pt/projectoshospitalar/radiacoes/>
- <http://nrc.gov/what-we-do/radiation/affect.html>.
- [http://ordemdosmedicos.pt/ie/institucional/colegios/p\\_formação/530htm](http://ordemdosmedicos.pt/ie/institucional/colegios/p_formação/530htm)
- [http://www.med.Univ.rennes/fr/cerf/edicerf/bases/BA001\\_ev\\_rb\\_11.html](http://www.med.Univ.rennes/fr/cerf/edicerf/bases/BA001_ev_rb_11.html)

- <http://learntech.owe.ac.uk/radiolrophy>
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/>

## ANEXOS



## ANEXO I

### INQUÉRITO PARA ALUNOS

Este inquérito destina-se a realizar um estudo sobre os conhecimentos que os alunos dos diferentes níveis de ensino possuem relativamente ao tema Radiações e Radioprotecção. Todas as respostas são confidenciais, agradecemos que responda o mais sinceramente possível pois só assim os resultados serão válidos

#### Dados de identificação:

Idade:..... Sexo: Feminino  Masculino:

Nível de ensino: Básico  Secundário  Universitário

Profissão do pai:..... Profissão da mãe:..... Residência:.....

#### 1ª Parte

1 – Já ouviste falar em Radiações?

Sim

Não

2 – Sabes qual é a diferença entre radiação ionizante e não ionizante?

Sim

Não

3– Dos tipos de radiações que se seguem selecciona as que conheces.

Radiação electromagnética

Raios X

Radiação Ultra violeta

Radiação Visível

Radiação Gama

Radiação cósmica

Radiação infravermelha

4 – Já ouviste falar de radioactividade natural?

Sim

Não

**5 – Das diferentes fontes de radiação natural que se seguem selecciona os que conheces:**

- Raios cósmicos
- Radiação solar
- Radioactividade presente nos alimentos e nas águas
- Radiação proveniente dos solos
- Gás Radão

**6 – Todos os tipos de radiação provocam os mesmos efeitos no organismo humano?**

Sim  Não

**7 – O tipo de radiação utilizada numa radiografia é o mesmo que é utilizado numa ressonância magnética?**

Sim  Não

**8– Quando estás frente ao teu computador, ao televisor ou a falar ao teu telemóvel estás a receber uma certa quantidade de radiação. Normalmente utilizas estes aparelhos durante muito tempo?**

Sim  Não

**9 -Pensas que a instalação de uma antena de telemóveis na tua escola será prejudicial?**

Sim  Não

**10 – Concordas com a utilização da energia nuclear como fonte alternativa de energia?**

Sim  Não

## 2ª Parte

Utiliza a escala que se apresenta para responder às questões que se seguem.

1 – Discordo totalmente

2 – Discordo

3 – Não discordo nem concordo

4 – Concordo

5 – Concordo totalmente

|                                                                                                                                                                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1 – O homem nos dias de hoje encontra-se continuamente exposto a radiações de diversos tipos.                                                                               |   |   |   |   |   |
| 2 – Todas as radiações existentes possuem as mesmas características                                                                                                         |   |   |   |   |   |
| 3 – As radiações podem colocar em risco a vida humana, mas no entanto podem ser muito úteis.                                                                                |   |   |   |   |   |
| 4 – O homem quando exposto a uma certa quantidade de radiação, está sujeito aos mesmos riscos independentemente do tipo de radiação.                                        |   |   |   |   |   |
| 5 – As radiações podem ser utilizadas em medicina com fins de diagnóstico terapêuticos.                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 6- As radiações quando utilizadas com os devidos cuidados não oferecem riscos .                                                                                             |   |   |   |   |   |
| 7 – As radiações podem provocar o cancro mas ao mesmo tempo podem ser utilizadas para o seu tratamento.                                                                     |   |   |   |   |   |
| 8 – Além da medicina as radiações também são utilizadas na indústria, na agricultura e na produção de energia .                                                             |   |   |   |   |   |
| 9 – O efeito da exposição às radiações pode não ser imediato.                                                                                                               |   |   |   |   |   |
| 10 - Uma pessoa que faz uma radiografia de cinco em cinco anos não corre os mesmos riscos que uma pessoa que os realiza regularmente.                                       |   |   |   |   |   |
| 11 – A radiação ionizante ao incidir no organismo humano provoca os mesmos efeitos, qualquer que seja o órgão onde incide.                                                  |   |   |   |   |   |
| 12 - Entre os riscos e os benefícios apresentados pelas radiações, o importante é saber utilizá-las                                                                         |   |   |   |   |   |
| 13 – Idade da pessoa que é submetida a uma determinada dose de radiação é importante relativamente aos riscos que corre.                                                    |   |   |   |   |   |
| 14 – Uma mulher quando está grávida não deve realizar radiografias.                                                                                                         |   |   |   |   |   |
| 15 – As doses de radiação recebidas numa radiografia são menores do que quando se realiza um tratamento de cancro.                                                          |   |   |   |   |   |
| 16 – Os seres vivos não são igualmente sensíveis às radiações.                                                                                                              |   |   |   |   |   |
| 17 – A radiação ultra violeta é a proveniente do espaço e a radiação cósmica é a proveniente do Sol.                                                                        |   |   |   |   |   |
| 18 – Existem radiações naturais e radiações artificiais.                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 19 – Algumas profissões e desportos fazem com que as pessoas recebam maior quantidade de radiação.                                                                          |   |   |   |   |   |
| 20 – O uso ou não uso de energia nuclear é um assunto extremamente polémico e delicado. Os benefícios são inúmeros, mas os riscos, embora remotos, não podem ser ignorados. |   |   |   |   |   |

## INQUÉRITO PARA A POPULAÇÃO GERAL

Este inquérito destina-se a realizar um estudo sobre os conhecimentos que a população possui relativamente ao tema Radiações e Protecção e Radioprotecção.

Todas as respostas são confidenciais, agradecemos que responda o mais sinceramente possível pois só assim os resultados serão válidos

### Dados de identificação:

Idade:..... Sexo: Feminino  Masculino:

Nível de ensino: Básico  Secundário  Universitário

Profissão :..... Residência:.....

### 1ª Parte

**1 – Já ouviu falar em Radiações?**

Sim  Não

**2 –Sabe qual é a diferença entre radiação ionizante e não ionizante?**

Sim  Não

**3– Dos tipos de radiações que se seguem seleccione os que conhece.**

Radiação electromagnética

Raios X

Radiação Ultra violeta

Radiação Visível

Radiação Gama

Radiação cósmica

Radiação infravermelha

**4 –Já ouviu falar de radioactividade natural?**

Sim  Não

**5 – Das diferentes fontes de radiação natural que se seguem selecciona os que conhece:**

- Raios cósmicos
- Radiação solar
- Radioactividade presente nos alimentos e nas águas
- Radiação proveniente dos solos
- Gás Radão

**6 – Todos os tipos de radiação provocam os mesmos efeitos no organismo humano?**

Sim  Não

**7 – O tipo de radiação utilizada numa radiografia é o mesmo que é utilizado numa ressonância magnética?**

Sim  Não

**8– Quando está frente ao seu computador, ao televisor ou a falar ao seu telemóvel está a receber uma certa quantidade de radiação. Normalmente utiliza estes aparelhos durante muito tempo?**

Sim  Não

**9 -Pensa que a instalação de uma antena de telemóveis perto de uma escola será prejudicial?**

Sim  Não

**10 – Concorda com a utilização da energia nuclear como fonte alternativa de energia?**

Sim  Não

## 2ª Parte

Utilize a escala que se apresenta para responder às questões que se seguem.

1 – Discordo totalmente

2 – Discordo

3 – Não discordo nem concordo

4 – Concordo

5 – Concordo totalmente

|                                                                                                                                                                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1 – O homem nos dias de hoje encontra-se continuamente exposto a radiações de diversos tipos.                                                                               |   |   |   |   |   |
| 2 – Todas as radiações existentes possuem as mesmas características                                                                                                         |   |   |   |   |   |
| 3 – As radiações podem colocar em risco a vida humana, mas no entanto podem ser muito úteis.                                                                                |   |   |   |   |   |
| 4 – O homem quando exposto a uma certa quantidade de radiação, está sujeito aos mesmos riscos independentemente do tipo de radiação.                                        |   |   |   |   |   |
| 5 – As radiações podem ser utilizadas em medicina com fins de diagnóstico terapêuticos.                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 6- As radiações quando utilizadas com os devidos cuidados não oferecem riscos .                                                                                             |   |   |   |   |   |
| 7 – As radiações podem provocar o cancro mas ao mesmo tempo podem ser utilizadas para o seu tratamento.                                                                     |   |   |   |   |   |
| 8 – Além da medicina as radiações também são utilizadas na indústria, na agricultura e na produção de energia .                                                             |   |   |   |   |   |
| 9 – O efeito da exposição às radiações pode não ser imediato.                                                                                                               |   |   |   |   |   |
| 10 - Uma pessoa que faz uma radiografia de cinco em cinco anos não corre os mesmos riscos que uma pessoa que os realiza regularmente.                                       |   |   |   |   |   |
| 11 – A radiação ionizante ao incidir no organismo humano provoca os mesmos efeitos, qualquer que seja o órgão onde incide.                                                  |   |   |   |   |   |
| 12 - Entre os riscos e os benefícios apresentados pelas radiações, o importante é saber utilizá-las                                                                         |   |   |   |   |   |
| 13 – Idade da pessoa que é submetida a uma determinada dose de radiação é importante relativamente aos riscos que corre.                                                    |   |   |   |   |   |
| 14 – Uma mulher quando está grávida não deve realizar radiografias.                                                                                                         |   |   |   |   |   |
| 15 – As doses de radiação recebidas numa radiografia são menores do que quando se realiza um tratamento de cancro.                                                          |   |   |   |   |   |
| 16 – Os seres vivos não são igualmente sensíveis às radiações.                                                                                                              |   |   |   |   |   |
| 17 – A radiação ultra violeta é a proveniente do espaço e a radiação cósmica é a proveniente do Sol.                                                                        |   |   |   |   |   |
| 18 – Existem radiações naturais e radiações artificiais.                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 19 – Algumas profissões e desportos fazem com que as pessoas recebam maior quantidade de radiação.                                                                          |   |   |   |   |   |
| 20 – O uso ou não uso de energia nuclear é um assunto extremamente polémico e delicado. Os benefícios são inúmeros, mas os riscos, embora remotos, não podem ser ignorados. |   |   |   |   |   |

## INQUÉRITO PARA TÉCNICOS DE RADIOLOGIA

Este inquérito destina-se a realizar um estudo sobre a utilização das radiações ionizantes em radiodiagnóstico e radioproteção.  
Todas as respostas são confidenciais, agradecemos que responda o mais sinceramente possível pois só assim os resultados serão válidos.

### Dados de identificação:

Idade:..... Sexo: Feminino  Masculino:

Categoria profissional:..... Tempo de serviço:.....

Residência:..... Escolaridade: .....

**1 – Existe legislação sobre as doses de radiação a serem utilizadas nos diferentes exames. Têm conhecimento dessa legislação?**

Sim  Não

**2 – Possui formação na área da Física das radiações?**

Sim  Não

**3 – A sala de exames possui protecção de chumbo para que as radiações não passem para o exterior?**

Sim  Não  Não sabe

**4 – A sala de exames têm as dimensões adequadas?**

Sim  Não  Não sabe

**5 – A sala de exames possui um sistema de ventilação?**

Sim  Não  Não sabe

**6 - Os aparelhos do laboratório onde trabalha foram seleccionados por Físicos?**

Sim  Não  Não sabe

**7 – Os vários aparelhos de Raios X devem possuir um Diafragma. Aquele que utiliza possui?**

**Sim**

**Não**

**Não sabe**

**8 – Sabe a qual é a finalidade desse diafragma?**

**Sim**

**Não**

**9 – O aparelho encontra-se devidamente calibrado?**

**Sim**

**Não**

**Não sabe**

**10 – O aparelho é regularmente inspeccionado?**

**Sim**

**Não**

**Não sabe**

**11 – São utilizados dosímetros pessoais?**

**Sim**

**Não**

**12 – São utilizados dosímetros ambientais?**

**Sim**

**Não**

**Utilize a escala que se apresenta para responder às questões que se seguem.**

**1 – Discordo totalmente      2 – Discordo      3 – Não discordo nem concordo  
4 – Concordo      5 – Concordo totalmente**

|                                                                                                                                                                               | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>1</b> – Um técnico de radiologia deve possuir formação na área da física das radiações.                                                                                    |          |          |          |          |          |
| <b>2</b> – Na realização de qualquer exame radiológico são importantes conhecimentos de anatomia.                                                                             |          |          |          |          |          |
| <b>3</b> – Uma sala de exames deve ser protegida por uma protecção de chumbo, para que as radiações não passem para o exterior.                                               |          |          |          |          |          |
| <b>4</b> – Uma sala de exames deve apresentar dimensões específicas.                                                                                                          |          |          |          |          |          |
| <b>5</b> – Todas as salas de exames devem estar equipadas com sistemas de ventilação.                                                                                         |          |          |          |          |          |
| <b>6</b> - Quando são adquiridos aparelhos de raios x é importante pedir a opinião a um Físico.                                                                               |          |          |          |          |          |
| <b>7</b> - A calibração periódica dos aparelhos apresenta grande importância para a sua utilização .                                                                          |          |          |          |          |          |
| <b>8</b> – Periodicamente deve ser realizada uma inspecção aos aparelhos e a todo o sistema utilizado na realização dos exames.                                               |          |          |          |          |          |
| <b>9</b> – Para um bom controlo das doses de radiação, devem ser utilizados dosímetros pessoais e ambientais.                                                                 |          |          |          |          |          |
| <b>10</b> –É aconselhável a utilização de luvas protectoras, protectores da tiróide, protectores das glândulas e aventais de chumbo.                                          |          |          |          |          |          |
| <b>11</b> – Não existe um controlo das vendas dos aparelhos de raios-x, daí a impossibilidade de uma correcta inspecção de todos eles.                                        |          |          |          |          |          |
| <b>12</b> - Normalmente é nos hospitais públicos que as regras de radioprotecção são seguidas com maior rigor.                                                                |          |          |          |          |          |
| <b>13</b> – A utilização de aparelhos nos quais não foi realizada uma correcta manutenção, poderá submeter os pacientes a doses de radiação mais elevadas que as necessárias. |          |          |          |          |          |
| <b>14</b> – Deveriam existir mais acções de sensibilização para a radioprotecção.                                                                                             |          |          |          |          |          |
| <b>15</b> – Os pacientes ao realizarem um exame devem ser informados da dose de radiação a que são submetidos.                                                                |          |          |          |          |          |
| <b>16</b> – Antes de se realizar qualquer exame devem ser tomadas todas as medidas, para que não seja necessário repeti-lo.                                                   |          |          |          |          |          |
| <b>17</b> – É importante o técnico de saúde ter conhecimentos das doses que são administradas aos pacientes.                                                                  |          |          |          |          |          |

## ANEXO II

Correlação entre as diferentes faixas etárias relativamente ao valor obtido para, total da escala de Likert.

|              | < de 13 anos  | 13 – 15 anos  | 16 - 17 anos  | > de 17anos   |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| < de 13 anos | 1,000         | <b>0,003*</b> | <b>0,000*</b> | <b>0,000*</b> |
| 13 - 15anos  | <b>0,003*</b> | 1,000         | <b>0,000*</b> | <b>0,001*</b> |
| 16 - 17 anos | <b>0,000*</b> | <b>0,000*</b> | 1,000         | <b>0,001*</b> |
| > de 17 anos | <b>0,000*</b> | <b>0,000*</b> | <b>0,001*</b> | 1,000         |

## ANEXO III

Correlação entre as diferentes níveis de escolaridade relativamente ao valor obtido, para total da escala de Likert.

|                      | Ensino Básico | Ensino Secundário | Ensino Universitário |
|----------------------|---------------|-------------------|----------------------|
| Ensino Básico        | 1,000         | <b>0,000*</b>     | <b>0,000*</b>        |
| Ensino Secundário    | <b>0,000*</b> | 1,000             | <b>0,000*</b>        |
| Ensino Universitário | <b>0,000*</b> | <b>0,000*</b>     | 1,000                |

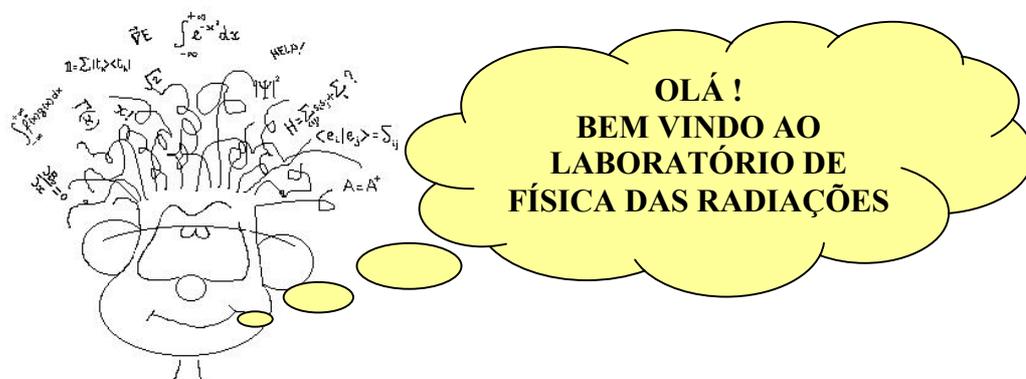
## ANEXO IV

Correlação entre as diferentes categorias profissionais relativamente ao valor obtido, para total da escala de Likert.

|             | Categoria 1   | Categoria 2   | Categoria 3   | Categoria 4   |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Categoria 1 | 1,000         | 1,000         | <b>0,000*</b> | <b>0,000*</b> |
| Categoria 2 | 1,000         | 1,000         | <b>0,002*</b> | <b>0,000*</b> |
| Categoria 3 | <b>0,000*</b> | <b>0,000*</b> | 1,000         | <b>0,007*</b> |
| Categoria 4 | <b>0,000*</b> | <b>0,000*</b> | <b>0,007*</b> | 1,000         |

## ANEXO V

### FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA



Durante a tua visita poderás ouvir falar um pouco sobre radiações ionizantes e realizar algumas experiências.

Aproveita a oportunidade e poderás observar experiências que na tua escola não existem.

Este guião tem como objectivo explicar-te um pouco do que vais observar durante a tua visita.

Em todas as experiências vão ser utilizados detectores de radiação de diferentes tipos, sistemas de aquisição de dados (multicanal) e fontes radioactivas emissores de radiação beta e gama.

#### Experiência 1

**“ Desvio da radiação emitida por uma fonte radioactiva num campo magnético ”.**

O sistema experimental que se encontra na bancada permite criar um campo magnético entre os pólos de um electroimã. Pode verificar-se a existência da deflexão ( ou não ) da radiação no campo magnético a partir do de contagens registadas num detector Geiger. Colocando no campo magnético diferentes fontes radioactivas observa o que acontece.

Qual é a radiação que não é deflectida no campo magnético?

**Observação:**

#### Experiência 2

**“ O poder de penetração das diferentes radiações ionizantes”**

Utilizando diferentes fontes radioactivas observa a absorção das radiações em folhas de diferentes materiais. As radiações são detectadas utilizando um detector Geiger.

Qual dos materiais utilizados te protege mais contra as radiações?

Das diferentes radiações qual é a mais penetrante? E então qual será a mais perigosa para os seres vivos?

**Observação:**

### **Experiência 3**

#### **“Decaimento de um elemento radioactivo”**

Os isótopos radioactivos desintegram-se dando origem a outros mais estáveis. Utilizando um gerador de protoactínio ( $\text{Pa}^{234}$ ) vamos estudar a desintegração radioactiva deste isótopo. Verifica que a quantidade de radiação emitida pelo gerador varia ao longo do tempo. Que podes concluir ?

**Observação:**

### **Experiência 4**

#### **“Gás Radão”**

Como sabes a radioactividade não está apenas associada a isótopos produzidos em laboratório. Existem muitos isótopos radioactivos de origem natural. Um deles é o Radão-222 que é libertado de alguns tipos de rochas, do solos, das águas dos poços, etc. O Radão-222 é um isótopo pertencente à cadeia da desintegração do Urânio-238, e é um gás radioactivo invisível e inodoro que quando atinge concentrações elevadas pode tornar-se perigoso para a saúde. Ouve atentamente a explicação da experiência e verifica de que forma os isótopos radioactivos descendentes do Radão-222 se podem fixar nos nossos órgãos internos. De que forma nos podemos proteger das radiações emitidas pelo Radão-222 e seus descendentes?

**Observação:**

### **Experiência 5**

#### **“Fluorescência de raios X “**

Todos vocês possuem anéis, fios pulseiras ouro, mas embora estes contenham ouro na sua constituição, possuem também outros metais.

A fluorescência de raios X é uma técnica não destrutiva que permite identificar os diferentes metais constituintes dos teus objectos.

Coloca alguns dos teus anéis a serem irradiados pela fonte, e observa os valores registados .

**Observação:**

## ANEXO VI

### FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA

Esperamos que com esta visita ao laboratório, tenhas aprendido algo sobre a Física das Radiações. Tema que não é leccionado na escola mas que muitas questões levanta. Para que não te esqueças tão facilmente do que observaste aqui fica o resumo de cada experiência.

**Radiações ionizantes** – são aquelas que directa ou indirectamente, podem ionizar os átomos dos meios materiais que atravessam.

São partículas alfa, beta (electrões), prótons, neutrões, raios X e gama .

No laboratório utilizaram dois tipos de detectores de radiações ionizantes:

1 – Detector Geiger-Muller - Este tipo de detector não permite medir a energia das partículas, apenas faz uma contagem do número de partículas que a ele chegam.

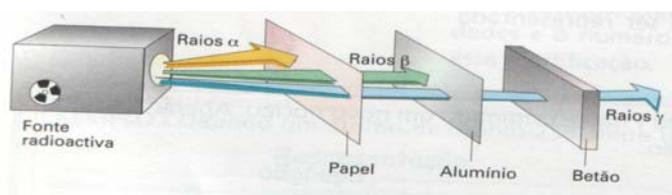
2 – Detector de cintilação (NaI).

#### Experiência 1

O campo magnético provoca uma deflexão na trajetória das partículas electricamente carregadas. Assim sendo as partículas alfa e beta emitidas por fontes radioactivas podem ser desviadas por campos magnéticos. Já os raios X ou gama não são desviados visto não terem carga eléctrica.

#### Experiência 2

Utilizando as diferentes fontes radioactivas podemos observar que diferentes partículas possuem diferentes poderes de penetração.



Como pudeste observar as partículas beta são paradas com uma folha de alumínio enquanto as gama só são travadas por folhas de chumbo espessas.

#### Experiência 3

Quando se dá uma desintegração radioactiva o núcleo do átomo sofre um processo de transformação em que existe a emissão de uma ou várias partículas.

Um isótopo radioactivo pode desintegrar-se e transformar-se noutro isótopo que se for radioactivo, por sua vez desintegrar-se. O processo vai-se repetindo até se obter um isótopo estável. A todo este conjunto de isótopos radioactivos chama-se uma série radioactiva. Actualmente na natureza existem três séries radioactivas.

A desintegração radioactiva é um processo que leva os isótopos a desaparecerem de forma exponencial.

#### Experiência 4

Através desta experiência ficas-te a conhecer o gás Radão que se encontra no meio em que habitas e que desconhecias. Este gás e seus descendentes são responsáveis por cerca de 50% da dose de radiação que nós recebemos anualmente.

Observamos uma experiência realizada com materiais comuns (rochas, garrações e etc) que pode ser repetida na tua escola caso exista um detector Geiger .

Assim verificaste como é fácil produzir o gás Radão em laboratório e até mesmo como se constrói facilmente uma fonte radioactiva natural, que podes utilizar na tua escola.

#### Experiência 5

Observas-te diferentes picos registados no multicanal, cada um corresponderá a um metal da composição dos teus anéis.

Na fluorescência de raios X usa-se uma fonte de radiação gama ( ou radiação X de elevada energia) para provocar a excitação dos átomos da substância a analisar. Os fotões gama emitidos pela fonte são absorvidos pelos átomos da substância, deixando esses átomos em estados excitados. Quando o átomo se desexcita podemos observar fotões X correspondentes às várias transições electrónicas, sendo o espectro de energia correspondente a estas transições único para cada tipo de elemento, permitindo fazer a sua identificação.

