

## A RADIOATIVIDADE NA VISÃO DOS ALUNOS DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA

**Tiago Velho Bez<sup>1</sup>, Wesley Alexandre<sup>1</sup>, Samuel Costa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/Acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física/  
tiagovbez@hotmail.com/wesleyalexandreps@hotmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/Professores do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física/samuel.costa@ifsc.edu.br

**Resumo** – *A radioatividade está muito presente em nosso cotidiano, porém na educação básica raramente é abordada e no ensino superior apenas em algumas áreas das exatas. A abordagem do referido tema em cursos de formação inicial é extremamente importante, pois levam ao conhecimento dos alunos os benefícios e riscos do fenômeno em questão. A presente pesquisa teve como objetivo conhecer as concepções dos alunos de um curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Física sobre a radioatividade. Para tanto, foi aplicado um questionário para 30% dos alunos do curso em questão do Instituto Federal de Santa Catarina do câmpus de Araranguá. A maioria dos alunos apresentou desconhecimento sobre o fenômeno da radioatividade e aspectos relacionados, havendo confusão quando ao tentar discernir os conceitos relacionados ao fenômeno. Existem equívocos quanto aos conceitos de radioatividade, onda eletromagnética, raios-x e desconhecimento sobre o funcionamento de aparelhos de raios-x e fornos micro-ondas. É necessário aprimorar e complementar a formação dos acadêmicos nessa área de conhecimento, para que assim se possa formá-los como divulgadores científicos do tema em sua prática profissional.*

**Palavras-chave** – *Radioatividade; Formação inicial; Evolução conceitual.*

### 1 INTRODUÇÃO

A radioatividade começou a ser estudada por Becquerel, que iniciou os estudos utilizando um composto de Urânio como base. O cientista demonstrou que a radiação emitida pelo Urânio era composta por partículas carregadas que impressionavam chapas fotográficas após atravessar o papel negro (MARTINS, 1998a). Essa descoberta provocou o interesse de Marie Curie, que junto com o marido Pierre Curie, descobriu novos elementos químicos naturalmente radioativos, permitindo elucidar a natureza complexa da radiação nuclear (MARTINS, 1998a; MARTINS, 2003). A partir de então, esse fenômeno passou a ser denominado de radioatividade.

Com o passar dos anos inúmeras aplicações para a radioatividade surgiram na sociedade. Entre estas, a utilização de Cobalto-60 em tratamentos contra o câncer, uso de marcadores radioativos em exames clínicos (CORDEIRO e PEDUZZI, 2011; SINOTI e OLIVEIRA, 2013), na datação de fósseis com carbono-14, na indústria alimentícia para a esterilização de alimentos, evitando o uso de aditivos químicos, entre outros e a geração de energia por meio de usinas nucleares.

Apesar da perspectiva benéfica da radioatividade, é necessário salientar que a utilização desta apresenta riscos, como por exemplo, a contaminação de rios, ar e solo,

assim como o constante risco de explosão dos reatores de usinas nucleares, a produção de lixo nuclear e causa de doenças nos seres vivos (PINTO e MARQUES 2010).

A radioatividade e a radiação estão entre os conceitos do conhecimento científico poucos conhecidos ou considerados complicados. As opiniões a respeito são apresentadas sem o conhecimento técnico científico adequado e facilmente há avaliações errôneas sobre o tema, tendo essa desinformação raízes na formação básica.

Durante a educação básica conceitos como radioatividade raramente são apresentados e quando isso ocorre, na maioria das vezes, cabe às disciplinas de Química e Física. Já no ensino superior apenas em algumas áreas das exatas o assunto é discutido com maior aprofundamento, significando que se não for formado em exatas, estudante que só tenha visto radioatividade no ensino básico, não poderá ser um bom divulgador do conhecimento sobre o tema.

Diante dessa perspectiva, a abordagem do referido tema em cursos de formação inicial é extremamente importante, pois levam ao conhecimento sobre o fenômeno (PINTO e MARQUES 2010). A partir disso, os acadêmicos egressos dos cursos têm a possibilidade de realizar a divulgação científica do assunto junto aos alunos, seja por meio da educação formal ou informal. Assim sendo, objetivou-se objetivo de conhecer as concepções dos alunos de um curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Física sobre a radioatividade.

## **METODOLOGIA**

Os dados foram coletados no âmbito do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Araranguá. Observamos a necessidade de identificar o conhecimento dos alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física, pois o mesmo tem como objetivo formar professores também para o ensino de Ciências. Assim sendo, há a possibilidade que estes profissionais façam a divulgação científica de temas polêmicos, como a radioatividade, no ensino formal e informal.

Participaram da pesquisa 30% dos alunos do curso acima citado pertencentes a todos os módulos. A seleção dos alunos foi intencional, onde os alunos que tinham interesse foram convidados a participar da pesquisa.

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário com cinco perguntas abertas com o intuito de obtermos respostas discursivas. A escolha desse instrumento ocorreu devido a ser muito utilizado em pesquisas na Educação e ser a técnica de coleta de

dados mais eficiente. Isso ocorre devido ao fato do mesmo possibilitar medir com melhor precisão o que se deseja, além de ter como vantagem a coleta de informações mais reais (CERVO e BERVIAN, 2007).

No momento da aplicação do questionário foi explicado o propósito da pesquisa aos participantes e, após aceitação em participar os alunos assinaram um Termo de Livre Consentimento. Além disso, os mesmos foram informados da garantia do anonimato, não necessitando dessa forma, identificar-se, para que assim pudessem se sentir mais a vontade para responder o instrumento.

Para a análise das respostas obtidas nas questões abertas foi utilizado um padrão de classificação do conhecimento, onde as respostas foram classificadas em:

- 1) Equivocada – não estavam corretas conforme a literatura.
- 2) Demonstra conhecimento mínimo – parte da resposta estava correta.
- 3) Demonstra bom conhecimento – resposta totalmente correta.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao solicitarmos uma breve descrição sobre o fenômeno da radioatividade alguns alunos apresentam um conceito totalmente errôneo, outros uma concepção incipiente e poucos demonstram bom conhecimento.

Os alunos que apresentaram um conceito errôneo sobre o tema responderam que radioatividade *“é uma reação química dos elementos”, “é uma reação química e ela rompe quaisquer materiais quando está muito concentrada e também pode mudar o estado das substâncias”* e que *“trata-se de emissão de ondas eletromagnéticas, que podem ou não apresentar risco à saúde”*.

Algumas respostas afirmaram que a radioatividade seria uma reação química. Porém, as reações químicas estão relacionadas à eletrosfera, onde antes e depois das mesmas os átomos estão unidos de maneira diferente, e essa união envolve apenas os elétrons e não o núcleo do átomo. Porém, sabemos que a radioatividade é um fenômeno nuclear, onde o núcleo do átomo sofre uma alteração (ATKINS e JONES, 2006) emitindo ondas eletromagnéticas e partículas alfa e beta (TITO e CANTO, 2008).

Dentre os alunos que apresentaram uma concepção incipiente, alguns afirmaram que a radioatividade *“é um fenômeno na qual um núcleo é instável”* e que *“é a desintegração do átomo devido à instabilidade do núcleo”*. As respostas são incompletas, uma vez que

apesar da radioatividade o ocorrer em núcleos de átomos instáveis, é a emissão de partículas e radiação eletromagnética oriundas desses núcleos (SAFIOTTI, 1968).

Um dos alunos afirmou que radioatividade é a *“desintegração de um átomo quando ele é instável por ser muito grande e emite partículas e energia para se estabilizar e se transformar em outros elementos até chegar a um elemento estável. Até lá ocorrem radiações alfa, beta e gama”*, respondendo o questionamento corretamente.

A radioatividade é a propriedade que alguns núclídeos (isótopos) têm de liberar de forma aleatória e espontânea o excesso de energia nuclear, buscando a estabilidade. Isso ocorre sob a forma corpuscular (partículas  $\alpha$  e/ou  $\beta$ ) ou de radiação eletromagnética ( $\gamma$ ), o que gera, no caso de radiação corpuscular, novos núclídeos por transmutação (KELECOM e GOUVEA, 2002). Além disso, no núcleo atômico de alguns elementos, existe atuação de forças físicas atrativas e repulsivas em constante dinâmica de movimento, e existem momentos onde sempre duas forças travam “guerra”, e uma sai vencedora ou as duas sofrem aniquilação. Nesse momento há expulsão de partículas e energia do núcleo, com perda de massa e energia. Sendo essa dinâmica a que caracteriza a radioatividade (FONSECA, 2001). Como no trabalho de Kelecom e Gouvea (2002) os alunos apresentam uma noção de radioatividade pouco clara.

A segunda pergunta pediu que citassem situações em que a utilização da radioatividade pode ser benéfica. As respostas foram equivocadas, de conhecimentos básicos e outras indicavam conhecimento mais aprofundado.

Dentre as respostas equivocadas, alguns responderam que *“o raio-X, que permite ver a parte interna sem que precise abrir, isso ocorre porque a frequência é muito alta e pode mudar as características genéticas”*, *“raios-x em exames”* e *“utilização em aparelhos como micro-ondas e celulares”*. As respostas demonstram que os alunos associam os raios-X com a radioatividade, o que na verdade não procede.

O raio-X foi descoberto por Roentgen que investigou a fluorescência das paredes de vidro da ampola de Crookes. Para tanto, ele antepôs ao feixe de raios catódicos (elétrons gerados no cátodo da ampola) uma lâmina de platina, a que chamou de anticátodo. Assim, descobriu que em consequência do bombardeio da lâmina pelos elétrons, a platina do anticátodo emite uma radiação invisível de natureza desconhecida. Essa radiação invisível, que até então era de natureza desconhecida, foi denominado pelo pesquisador de raio-X (MARTINS, 1998b).

O equipamento de raio-X não possui material radioativo, além de não gerar rejeito radioativo. Isso ocorre pelo fato dos raios-X não saírem do núcleo do átomo, sendo

gerados quando elétrons são emitidos, acelerados por altas voltagens e lançados contra átomos, sofrendo frenagem e perdendo energia (SINOTI e OLIVEIRA, 2013), não sendo, portanto um fenômeno nuclear (KELECOM e GOUVEA, 2002).

Dentre as respostas que revelaram um conhecimento mínimo, podemos destacar: *“raios-X, usinas nucleares para produção de energia”* e *“tratamento de câncer, (radioterapia), e geração de energia elétrica”*. Percebemos que algumas utilizações benéficas da radioatividade foram lembradas, apesar de, ainda assim, existir confusão quanto ao uso dos raios-X. Isso revela que os alunos confundem radioatividade com ondas eletromagnéticas, fazendo com que muitos tenham concepção errônea sobre radioatividade.

Os que apresentaram conhecimentos mais aprofundados destacaram como usos benéficos da radioatividade a *“datação de fósseis, produção de energia, exames médicos, alimentos mais duradouros”*, o uso *“na medicina, em aparelhos de radioterapia, na agricultura, na conservação de alimentos, assim como na indústria em diversas utilidades”*, na *“produção de energia, conservação de alimentos e utilizado na medicina”*, e na *“datação de fósseis pelo decaimento radioativo do carbono 14, radioterapia pelo tratamento com feixe radioativo e esterilidade por mutação”*.

Inúmeras são as utilizações técnicas e sociais da radioatividade, dentre as quais podemos citar o desenvolvimento de novas formas de geração de energia, o uso em instrumentos medicinais e a produção de armas nucleares (CODEIRO e PEDUZZI, 2011). Além disso, na Arqueologia e na História é utilizada na determinação da idade (datação) de fósseis, pergaminhos, documentos, por meio da meia-vida do Carbono-14.

Uma das utilidades da radioatividade está em aumentar a vida útil de frutas e outros alimentos perecíveis nas prateleiras, quando são submetidos à radiação gama, proveniente de uma fonte radioativa. Esses raios matam os micro-organismos que causam o apodrecimento. O alimento de maneira alguma passa a ser um emissor de radiação, pois apenas recebe radiação (HEWITT, 2002).

Além do aumento da vida útil dos alimentos, a radioatividade serve para a determinação da idade de material orgânico (datação). Isso usualmente envolve o isótopo de carbono, conhecido como Carbono -14, que é formado nas camadas superiores da atmosfera pelo bombardeamento do nitrogênio por nêutrons cósmicos (ATKINS e JONES, 2006). As plantas e os animais incorporam o isótopo  $^{14}\text{C}$  pelo  $\text{CO}_2$  presente na atmosfera ou pela cadeia alimentar. Quando eles morrem, cessa a absorção do  $^{14}\text{C}$ , e então, a quantidade gradativamente diminui. Conhecendo a meia vida do  $^{14}\text{C}$ , podemos determinar

a idade do objeto analisado, indicada pela quantidade desse isótopo ainda presente nele (USBERCO e SALVADOR, 2009).

A radioatividade pode ser empregada ainda, em vários tipos de terapia contra o câncer que utilizam a radiação nuclear, que provém de material radioativo, para destruir células malignas (ATKINS e JONES, 2006).

E finalmente, a radioatividade pode ser utilizada na produção de energia elétrica. Inclusive em alguns países é extremamente importante, uma vez que estes poderiam sofrer prejuízos irreparáveis caso fossem privados subitamente de energia elétrica proveniente das usinas termonucleares (TITO e CANTO 2008).

Podemos observar que a gama de utilização da radioatividade é muito extensa, no entanto, a maioria dos alunos não sabe direito os benefícios por ela gerados, ficando no imaginário, muitas vezes, apenas malefício que pode causar. Assim sendo, é muito importante que os futuros docentes em formação inicial tenham bem claro a importância da radioatividade, para que assim possam fomentar discussões que objetivem elucidar tal situação para a sociedade.

A questão três verificou se há receio em utilizar fornos micro-ondas devido à radioatividade. As respostas foram divididas apenas em duas categorias, as equivocadas e aquelas que apresentavam um conhecimento mínimo. Sendo que nenhuma das respostas foi enquadrada na categoria de bom conhecimento.

Os que provavelmente não estão a par do assunto responderam que *“sim, pois a radioatividade pode passar para o alimento, pode ser pouca quantidade, mas que pode gerar alguma modificação”* e *“sim, tenho medo, pois o forno pode soltar alguma radioatividade se tiver com algum problema”* e ainda *“não, pois a radioatividade é baixa”*.

Há um desconhecimento quanto ao funcionamento desse aparelho, pois o mesmo não funciona a base de radioatividade, mas sim, aproveitando a propriedade que as micro-ondas (ondas eletromagnéticas) possuem de “rotacionar e atritar” as moléculas de água umas contra as outras, produzindo calor (MAI, 2008). As ondas eletromagnéticas, como as micro-ondas, são ondas que transportam energia, e para tanto não precisam de meio material para se propagar, pois conseguem se propagar no vácuo (TITO e CANTO, 2008).

Dentre as respostas que demonstram conhecimento mínimo, podemos destacar as seguintes: *“não, o forno micro-ondas não faz mal algum. O único problema é que se você se expuser durante o processo de aquecimento, o que é improvável, pode ocorrer queimadura. Ocorre pelo fato dos alimentos que serem constituídos de água, ou caso*

*tenham o mínimo que seja de água, estas moléculas são excitadas pelas ondas que são inseridas sobre alimentos. Como em nosso corpo temos muita água, pode ocorrer queimadura. Mas em relação a radioatividade, sem dúvida não interfere em nada”, “não, pois as ondas eletromagnéticas utilizadas pelo mesmo não são ionizantes” e “não, pois a radiação é diferente da emitida pelos átomos instáveis”.* Podemos perceber que há certo conhecimento do tema por parte desses alunos.

A resposta mais correta que esperávamos seria a de não ter receio algum em utilizar o forno micro-ondas, pois estes equipamentos não são radioativos e nem contém elementos radioativos em seu interior. O funcionamento de fornos micro-ondas baseia-se no fato de que os alimentos geralmente possuem certa porcentagem de água. A água é uma molécula polar, isto é, possuem polos nos seus extremos, sendo um negativo e outro positivo. As micro-ondas na frequência de 2,45 GHz carregam energia que pode ser fracamente absorvida por moléculas polares como da água, gorduras e açúcares, utilizando o fenômeno da ressonância. Como as moléculas polares são capazes de se alinhar com o campo elétrico das ondas e o campo muda de direção de acordo com a frequência, cada molécula tende a acompanhar essas mudanças, arrastando moléculas vizinhas. Essa agitação resulta no aumento da energia cinética das moléculas e, como consequência, também ocorre aumento da temperatura (MAI, 2008).

Em muito dos casos, devido à falta de compreensão sobre a utilização da radioatividade no cotidiano e como ela ocorre, faz com que as pessoas construam conceitos errôneos sobre o tema. Isso pode ocorrer devido ao fato de os conceitos físicos relacionados à radioatividade não serem tratados corretamente, além da divulgação do assunto, realizada por meios de comunicação de massa, muitas vezes ser incipiente ou errônea.

Essa situação pode levar a interpretações incorretas, como por exemplo, a ideia que eletrodomésticos e/ou eletroeletrônicos sejam radioativos. Tendo em vista os conceitos físicos, a radiação emitida por esses equipamentos não é proveniente do núcleo de um elemento instável, assim sendo, a princípio parece que estes não emitem radiações prejudiciais à saúde humana. Por isso, durante a formação inicial dos alunos de cursos de Licenciatura na área de ensino de Ciências é muito importante que ocorra a preparação desses para desmistificar conceitos errôneos que os alunos possam apresentar, como o acima discutido.

Ao questionarmos sobre o receio de utilizar o Raio-X as respostas foram enquadradas apenas nas categorias equivocadas e que apresentavam um conhecimento mínimo.

Dentre as concepções equivocadas as respostas foram: *“sim, pois a radioatividade é muito alta”, “não, pois a radioatividade é baixa”, “sim, pois se não estivermos bem protegidos pode passar radioatividade e gerar doença”*.

As respostas estão equivocadas, pois os raios-X não provêm de emissões radioativas. A fonte dos raios-X é o aparato de Crookes ou atualmente uma lâmpada especial, chamada de Tubo de Coolidge (SAFIOTTI, 1968).

Como respostas que demonstram um maior nível de conhecimento, temos *“sim, pois as ondas de raios x são ionizantes e podem causar danos intracelulares”, “sim, se usado frequentemente ele pode causar sérios danos à saúde”, “apenas em grande quantidade, quando passa o permitido pelo absorvível humano”, “sim, dependendo da quantidade de vezes utilizado. Sendo exposto muitas vezes é altamente perigoso”, “não, pois estudos apontam que o uso por várias vezes afeta a estrutura humana, mas o uso dentro das recomendações não envolve risco” e “os equipamentos de raios-x não devem ser utilizados de forma indiscriminada. Se for utilizado com muita frequência pode fazer mal ao paciente, assim eu utilizo apenas quando solicitado pelo médico”*.

Apesar de nenhuma resposta esclarecer que não há o que temer quanto ao uso do equipamento de raios-X, pois este não é radioativo, nem contém elementos radioativos na constituição física, as respostas não deixam de estar corretas. Isso se deve ao fato dos raios-X serem ondas eletromagnéticas de alta frequência e alto poder de penetração, podendo causar queimaduras profundas e até mesmo alterações genéticas conforme a intensidade, tempo e frequência de exposição (FONSECA, 2001).

A última questão pediu que os alunos descrevessem quais os perigos que os seres vivos estão expostos ao entrarem em contato com a radioatividade. Com exceção de dois alunos que não responderam a questão, os demais apresentaram respostas que demonstravam algum conhecimento.

Dentre as respostas que revelaram um conhecimento mínimo ou um bom conhecimento podemos destacar: *“gerar doenças, que podem levar a morte, como câncer, por exemplo”, “os seres vivos em contato podem ter inúmeras mutações e muitos morrerão”, “depende de vários fatores, dentre eles o tempo de exposição, o grau de radioatividade do material radioativo, pode causar morte, alteração do material genético,*



*podendo causar mutações em descendentes e queimaduras” e “danos intracelulares e queimaduras”.*

A radiação pode ser um dos agentes causadores de câncer, tanto que a organização mundial da saúde estima que 10% das mortes causadas por câncer de pulmão nos Estados Unidos estejam ligadas a inalação de Radônio radioativo acumulado em locais específicos, como subsolo de casas e edifícios (USBERCO e SALVADOR; 2009). As partículas alfa, beta e os raios gama possuem a propriedade de ionizar as moléculas que encontram em seu caminho. Ao atravessar tecidos biológicos, as partículas radioativas provocam a ionização das moléculas existentes nas células, que podem conduzir a reações químicas anormais e à destruição da célula ou alteração das funções executadas por elas. Isso é particularmente preocupante no caso de lesões no material genético, o que pode resultar numa reprodução celular descontrolada, provocando o câncer. Os raios gama são mais perigosos em virtude de seu elevado poder de penetração (TITO e CANTO 2008).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A maioria dos alunos apresentou desconhecimento sobre o fenômeno da radioatividade, havendo confusão quando os mesmos tentaram discernir os conceitos relacionados ao fenômeno. Mas não podemos negar que a complexidade do tema é grande, pois é necessário para que se entenda o mesmo, conhecimento sobre Química, Física, Biologia, e também ciências políticas. Existem equívocos quanto aos conceitos de radioatividade, onda eletromagnética, raios-x e desconhecimento quanto ao funcionamento de aparelhos de raios-x e fornos micro-ondas. Além disso, nenhuma resposta lembrou as questões de Ciências Políticas que o uso da radioatividade envolve, como por exemplo, as constantes tensões entre países que dominam a manipulação desta fonte tão energética e o perigo que a mesma representa para os seres vivos. A confusão perceptível da maioria provavelmente se deve a má concepção formada no ensino médio. A preocupação com a incipiência de conhecimento sobre o tema observado é pertinente, uma vez que após a conclusão do curso os alunos se tornarão educadores e possivelmente terão que abordar o assunto durante a prática docente. Assim, é necessária a realização de atividades que busque a evolução conceitual dos discentes em questão, para que abordem o assunto durante a prática profissional. Desta forma, seria importante a realização de cursos de extensão, de Formação Inicial e Continuada (FIC)

ou oficinas direcionados a elucidar tais questões, possibilitando a evolução conceitual dos acadêmicos.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia científica**. 6. ed São Paulo: Prentice Hall, 2007.

CORDEIRO, M.D.; PEDUZZI, L.O.Q. Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 3601, 2011.

FONSECA, M.R.M. **Complemento química**: Química Geral. São Paulo: FDT, 2001.

HEWITT, P.G. **Física conceitual**. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KELECOM, A.; GOUVEA, R.C.S. A percepção de radioatividade por estudantes de nível superior. **Mundo & Vida**, v. 3, n. 2, 2002.

MAI, I. **Utilizando um forno microondas e um disco rígido de computador como laboratório de Física**. 2008. 143f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

MARTINS, R.A. A descoberta da radioatividade. In: SANTOS, C.A. **Da revolução científica à revolução tecnológica – Tópicos de história da Física moderna**. Porto Alegre:UFRGS, 1998a.

MARTINS, R.A. A descoberta do raio-X: o primeiro comunicado de Röntgen. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.20, n.4, 1998b.

MARTINS, R.A. As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos. **Revista da SBHC**, n.1, p.29-41, 2003.

PINTO, G.T.; MARQUES, D.M. Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do ensino médio: radioatividade no cotidiano. **História da ciência e ensino: construindo interfaces**, v.1, p.27-57, 2010.

SAFIOTTI, W. **Fundamentos de Química** – Vol. 1. Companhia Editora Nacional, 1968.

SINOTI, A.L.L.; OLIVEIRA, M.C. Resíduos químicos e os rejeitos radioativos nos serviços de saúde. **RQI**, 1º trimestre 2013

TITO PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. Volume único. 3ed. São Paulo: Moderna 2007.

USBERCO, J; SALVADOR, E. **Química Volume 2: Físico-química**. 12. ed. São Paulo : Saraiva 2009.