

**Luís Carlos Jansen Silva**

**GESTÃO DO CONHECIMENTO EM RADIOPROTEÇÃO: O ACIDENTE DE  
GOIÂNIA E O APRENDIZADO DIANTE DA TRAGÉDIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção da certificação de Especialista pelo Programa de Pós-Graduação em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas do Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Orientador: Dr. Fernando Barcellos Razuck

Rio de Janeiro – Brasil

Instituto de Radioproteção e Dosimetria – Comissão Nacional de Energia Nuclear

Coordenação de Pós-Graduação

2017

T

658.4

S587g

Silva, Luís Carlos Jansen  
Gestão do Conhecimento em radioproteção: o acidente de Goiânia e o aprendizado  
diante de tragédia / Luís Carlos Jansen Silva / Rio de Janeiro: IRD/IAEA, 2017.

XIII, 65f.: tab.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barcellos Razuck

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização (Lato Sensu) em Proteção  
Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas) – Instituto de Radioproteção e Dosimetria.  
2017.

Referências bibliográficas: f. 33-35

1. Gestão do Conhecimento 2. Instituto de Radioproteção e Dosimetria 3. Acidente de Goiânia . I. Título

# **GESTÃO DO CONHECIMENTO EM RADIOPROTEÇÃO: O ACIDENTE DE GOIÂNIA E O APRENDIZADO DIANTE DA TRAGÉDIA**

Rio de Janeiro, 22 de dezembro de 2017.

---

Prof. Dr. Fernando Barcellos Razuck – IRD/CNEN

---

Prof. Dr. Aucyone Augusto da Silva – IRD/CNEN

---

Prof. Dr. José Ubiratan Delgado – IRD/CNEN

O presente trabalho foi desenvolvido no Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Barcellos Razuck.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por tudo que tem feito na minha vida.

Aos meus pais José Silva e Filomena Jansen, que já não se encontram neste mundo, mas que estão felizes com a minha conquista, a minha filha Lunnayra Serra Silva, aos meus irmãos Manoel de Jesus Jansen Rangel, Domingos Jansen Rangel, Raimundo Nonato Rangel Filho, Vilma de Fátima Jansen Rangel, Márcia da Conceição Jansen Rangel, a minha querida amiga Heliete de Carvalho Corrêa da Silva e a você Francivany Araujo Almeida, os quais quero sempre ao meu lado pelo carinho e amor, e pela confiança que depositaram em mim na conclusão deste curso.

Este trabalho não seria possível sem a orientação segura, transmissão de conhecimentos, paciência, atenção, dedicação, incentivo do professor Dr. Fernando Barcellos Razuck, meu orientador, para quem vai o meu muito obrigado!

Ao Professor Doutor Aucyone Augusto da Silva que incansavelmente deu seu apoio, carinho, zelo e disposição durante a conclusão deste curso.

Ao Professor Doutor José Ubiratan Salgado que contribuiu diretamente e incansavelmente nas pesquisas e elaboração deste trabalho, com as suas ideias e sugestões.

Ao Professor Doutor João Carlos Leucádio, pelos ensinamentos, durante minha graduação e pelo incentivo, ideias e sugestões durante o Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* no IRD.

Ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria – Comissão Nacional de Energia Nuclear (IRD/CNEN), por ter aceitado a minha candidatura para frequentar o curso lecionado pelo seu rico corpo docente.

À Agência Internacional de Energia Atômica, pela parceria no qual tornou possível a minha formação.

Ao corpo docente da pós-graduação, pela sabedoria, respeito e profissionalismo em todos os instantes do curso.

A todos os professores, pesquisadores e funcionários do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* do IRD.

Aos meus colegas de turma, Amilton de Sousa Lins Júnior, Edna Machavane, Eunícia João Goessa, Evelyn Pereira Martins Neri, Gustavo Henrique Ribeiro Gomes, Jerry Rawlings Pereira, dos Santos, José Manuel Sucumula Diogo, Luana Kerlly de Medeiros ferreira, Marcos Antônio Borcard Pessanha, Marcos Cunha da Silva, Prycyla Gomes Creazolla, Roberta da Silva Souza, Stefanie Gomes Rodrigues, Tatiana Souto Carneiro e Thaís Nascimento de Almeida.

## RESUMO

Um acidente radiológico, geralmente, acaba por trazer danos à sociedade. O acidente de Goiânia, que completa 30 anos em 2017, não poderia ser diferente. Porém, a polissemia do termo acidente, que normalmente remete a malefício, pode também levar à discussão de temas sociais, gerando assim conhecimento. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar algumas contribuições para a gestão do conhecimento na área de radioproteção a partir deste acidente. No caso, foi realizada uma oficina temática, junto aos alunos do Curso de Especialização em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas, oferecido conjuntamente pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), enfocando a atuação do IRD durante o acidente. Para isso, professores do curso fizeram um depoimento sobre qual foi o maior legado do acidente para a área de radioproteção. A partir da análise dos discursos, foi realizada a oficina para o debate sobre a relevância do acidente. Assim, procurou-se evidenciar o acidente radiológico como uma ferramenta de Gestão do Conhecimento no campo da ciência nuclear, abrindo espaço para um aprendizado mais amplo sobre as radiações ionizantes. Desta forma, não é possível negar o avanço tecnológico e nem renegar o aprendizado originado desta tragédia em solo brasileiro, entendendo-se que as investigações relativas a aspectos históricos da ciência acabam por levar à novas implicações no ensino de ciências.

Palavras-chave: Acidente de Goiânia, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Gestão do Conhecimento.

## **ABSTRACT**

A radiological accident usually ends up bringing damage to society. The accident in Goiania, which turns 30 in 2017, could not be different. However, the polysemy of the term accident, which usually refers to evil, can also lead to discussion of social issues, thus generating knowledge. In this context, the objective of this work was to present some contributions to the management of knowledge in the radioprotection area from this accident. In this case, a thematic workshop was held, together with the students of the Specialization Course in Radiological Protection and Security of Radioactive Sources, offered jointly by the Institute of Radioprotection and Dosimetry (IRD) and the International Atomic Energy Agency (IAEA), focusing on the performance Of the IRD during the accident. For this, teachers of the course gave a testimony about what was the greatest legacy of the accident for the radioprotection area. From the analysis of the speeches, a workshop was held to discuss the relevance of the accident. Thus, it was tried to evidence the radiological accident as a tool of Knowledge Management in the field of nuclear science, opening space for a wider learning about the ionizing radiations. In this way, it is not possible to deny the technological advance or to deny the learning originated from this tragedy in Brazilian soil, understanding that the investigations related to historical aspects of science end up leading to new implications in the teaching of sciences.

Keywords: Accident of Goiania, Institute of Radioprotection and Dosimetry, Knowledge Management.

## LISTA DE ABREVIATURAS

Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA

BSS - “International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources”

Césio – Cs

Ci – Curie

Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN

DRS – Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear

INES – Escala Internacional de Acidentes Nucleares e Radiológicos

Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD

Iodo – I

Kriptônio – Kr

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

ONU – Organização das Nações Unidas

TBq – TeraBequeréis

Xenônio – Xe

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1. Apresentação.....	11
1.2. Histórico de Acidentes Envolvendo Material Radioativo até 1987.....	12
1.2.1. Chernobyl .....	13
1.2.2. Three Miles Island.....	14
1.2.3 O Acidente de Goiânia.....	14
1.3. A CNEN, O IRD e A IAEA.....	15
1.3.1. A CNEN.....	15
1.3.2. O IRD.....	15
1.3.3. A IAEA.....	16
1.4. O Programa de Pós-Graduação <i>Lato Sensu</i> .....	17
1.5. A Importância da Gestão do Conhecimento.....	18
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	19
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	19
<b>4. RESULTADOS</b> .....	19
4.1. A Gestão do Conhecimento Nuclear.....	20
4.2. Revisão Bibliográfica.....	20
4.3. Entrevistas com os Professores e Observações Durante as Aulas.....	21
4.4. Dinâmica com os Alunos.....	24
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	31
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	33

*Goiás não pode patrocinar o esquecimento do acidente. Pelo contrário, pode conquistar um centro internacional de estudos a respeito do que aconteceu em sua capital em 1987.*

Rex Nazaré

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Apresentação

Este trabalho surgiu a partir dos depoimentos e relatos em sala de aula, por parte dos professores do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* – Especialização em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas, oferecido conjuntamente pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) e pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), a respeito do acidente radioativo de Goiânia, e pela necessidade de tornar o conhecimento sobre os fatos ocorridos mais acessíveis para os alunos.

Isso porque, geralmente, um acidente radiológico é visto de forma bastante negativa pelo fato de trazer danos às pessoas e ao meio ambiente. Diante desse contexto, o acidente de Goiânia, que completa 30 anos no ano de 2017, não poderia ser diferente. Porém, se faz necessário observar que diante da tragédia, também pode-se aprender e tirar lições, que servirão de ferramentas norteadoras para que eventos dessa natureza não venham a acontecer novamente, e caso aconteçam, haja uma clara reação dos atores envolvidos.

Segundo Faleiros (2012), a tragédia do acidente de Goiânia não pode ser esquecida, já que preservar o passado, contando a história, é uma forma de evitar novos erros. O acidente conhecido como “Césio 137” deixou cicatrizes que o tempo não consegue apagar. É preciso avançar em pesquisas para acompanhar a evolução da vida das vítimas e os reais efeitos do césio sobre elas. Nesse contexto, em que as coisas acontecem lentamente, o acidente com material radioativo colocou a cidade de Goiânia e, consecutivamente o Brasil, no centro das atenções do mundo, causando mudanças e interações até hoje aplicadas no cenário nuclear.

Além disso, desde a descoberta das radiações e dos malefícios que a mesma pode causar pelo seu mau uso, organismos internacionais têm se preocupado no intuito de uma proteção mais eficaz. Segundo a norma 3.01 da CNEN, por exemplo, a proteção radiológica é o conjunto de medidas que visam proteger o homem, seus descendentes e o meio ambiente contra possíveis

efeitos indevidos, causados por radiação ionizante proveniente de fontes produzidas pelo homem e de fontes naturais modificadas tecnologicamente (OKUNO 2013).

A radiação ionizante é aquela que tem energia suficiente para arrancar um elétron de seu orbital, produzindo íons como raios-x, alfa, beta, gama e nêutrons. Muitos radionuclídeos são gerados artificialmente e podem entrar em contato com os seres humanos, como no caso do acidente radiológico de Goiânia, onde pessoas foram expostas, irradiadas e contaminadas por uma fonte de césio-137 (OKUNO, 2013).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar algumas contribuições para a Gestão do Conhecimento na área de radioproteção a partir deste acidente. Para isso, professores do curso fizeram depoimentos sobre qual teria sido o maior legado do acidente para a área de radioproteção. A partir da análise dos discursos, foi realizada uma oficina temática sobre a relevância do acidente junto aos alunos do Curso, enfocando a atuação do IRD durante o acidente.

## **1.2. Histórico de acidentes envolvendo material radioativo até 1987**

Um acidente pode ser considerado qualquer evento não intencional, incluindo erros de operação e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais são relevantes (CNEN, 2014).

Sob o ponto de vista de proteção radiológica, os acidentes nucleares são aqueles que ocorrem em instalações como reatores nucleares e instalações do ciclo de combustível nuclear.

Já os acidentes radiológicos, envolvem fontes de radiação ionizantes utilizadas em diversas práticas e podem ocorrer em qualquer lugar (CNEN, 2014).

Nesse sentido, serão revisados agora os dois acidentes que tiveram maior impacto com relação à questão da radioproteção, relatados até o acidente de Goiânia, sendo ambos nucleares: Chernobyl e Three Miles Island.

### **1.2.1. Chernobyl**

De acordo com Sousa *et al.* (2014), o acidente de Chernobyl é considerado o maior desastre nuclear da história, que resultou na exposição de pessoas nas regiões hoje conhecidas como Bielorrússia, Rússia, Ucrânia e da população de diversos países europeus. O acidente aconteceu em uma sexta-feira, dia 26 de abril de 1986, às 00:26h.

O acidente ocorreu pelo fato de que a equipe de plantão desejava fazer testes na unidade 4, solicitados pelo Comitê Estatal para Uso da Energia Atômica da então União Soviética, para aumentar a segurança do reator. O teste visava saber com qual eficácia a turbina que estava parando manteria as bombas de água funcionando até que o gerador entrasse em ação. Esse procedimento isolou o reator, uma vez que, com as barras de controle levantadas, seguido com pouca quantidade de água circulando no núcleo, sistemas de segurança desligados e com o aumento do vapor e da pressão interna, tais condições, impossibilitavam seu controle. Estudos após o acidente indicaram que o reator se tornava altamente instável a baixa potência, sendo essa falha desconhecida pelos operadores.

Para que o teste acontecesse, a equipe de plantão quebrou o cumprimento de algumas regras de segurança, causando com isso a enorme tragédia do leste Europeu. Entre outros erros, os funcionários envolvidos no episódio interromperam a circulação do sistema hidráulico que controlava as temperaturas do reator. Com isso, mesmo operando com uma capacidade inferior, o reator entrou em um processo de superaquecimento incapaz de ser revertido. Em poucos instantes a formação de uma imensa bola de fogo anunciava a explosão do reator rico em Urânio-235, elemento químico de grande poder radioativo.

Com o ocorrido, a usina de Chernobyl liberou uma quantidade letal de material radioativo que contaminou uma quilométrica região atmosférica. Em termos comparativos, o material radioativo disseminado naquela ocasião era assustadoramente quatrocentas vezes maior que o das bombas utilizadas no bombardeio às cidades de Hiroshima e Nagasaki, no fim da Segunda Guerra

Mundial. Por fim, uma nuvem de material radioativo tomava conta da cidade ucraniana de Pripjat.

Já segundo o relatório da Comissão Nacional de energia Nuclear (CNEN, 1986), o acidente acabou destruindo o núcleo do reator e parte do prédio que o abrigava, devido à parada da central de manutenção, quando na realização de testes sobre aproveitamento de energia mecânica no eixo de um dos turbos geradores. No momento do acidente a reação nuclear do reator da unidade avariada e o incêndio foram extintos e em seguida foram tomadas providências para remediar, mitigar e limitar as consequências do acidente, tendo sido evacuada a população da zona compreendida por um raio de 30 km em torno da central avariada.

### **1.2.2. Three Miles Island**

No dia 28 de março de 1979, a usina nuclear norte-americana de Three Miles Island, na Pensilvânia, foi palco do pior acidente nuclear ocorrido até então. Foi um acidente causado por falha de equipamento e erro operacional em avaliar as condições do reator. A falha de equipamento causou uma perda gradual de água do resfriamento no núcleo do reator o que acarretou em uma fusão parcial das varetas do elemento-combustível, com liberação de material radioativo no interior do edifício, inclusive gases como Xenônio (Xe), Kriptônio (Kr) e também traços de iodo (I) liberados à atmosfera (XAVIER *et al*, 2007).

### **1.2.3. O Acidente de Goiânia**

O acidente de Goiânia, conhecido como o acidente do “Césio-137”, é considerado o maior acidente radiológico do mundo, colocando o Brasil no rol de países envolvidos em um trágico acidente radioativo. O acidente aconteceu a partir da violação de uma fonte de césio 137 altamente radioativa (com atividade de 50,9 (TBq ou 1375 Ci), que foi espalhado no meio ambiente, provocando a contaminação de diversos locais.

Porém, somente após 15 dias foi feita a comunicação à CNEN, que por sua vez notificou a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). Foi então

acionado um plano de emergência do qual participaram a CNEN e várias instituições, inclusive o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD).

O acidente de Goiânia é considerado pela IAEA o pior evento com fontes radioativas, sendo o responsável por forçar a Agência Internacional a publicar periodicamente trabalhos com a descrição correta do acidente e as lições identificadas, estando à disposição do público. É classificado na classificação da Escala Internacional de Acidentes Nucleares e Radiológicos (INES) como nível 5, sendo o único acidente radiológico fora de instalações nucleares com essa classificação (GOMES, 2012).

O acidente aconteceu devido a uma série de erros, como o abandono de um irradiador utilizado no serviço de radioterapia de um hospital local que continha uma cápsula de cloreto de Cs 137, devido à falta de informação dos moradores locais, repassado para vários outros indivíduos, expondo mais de 100 mil indivíduos e gerando um rastro de contaminação que afetou 129 pessoas. Destas, 49 foram internadas com sintomas graves e, após tratamento intensivo, quatro não resistiram e acabaram por falecer (IAEA, 1988).

### **1.3. A CNEN, o IRD e a IAEA**

Tendo em vista a importância das instituições vinculadas à questão da radioproteção, serão apresentadas agora, brevemente, a suas estruturas e funções no tocante ao Brasil.

#### **1.3.1. A CNEN**

A CNEN é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), criada em 1956 e estruturada pela Lei 4.118, de 27 de agosto de 1962, para desenvolver a política nacional de energia nuclear. Órgão superior de planejamento, orientação, supervisão e fiscalização, a CNEN estabelece normas e regulamentos em radioproteção e é responsável por regular, licenciar e fiscalizar a produção e o uso da energia nuclear no Brasil (CNEN, 2017).

A CNEN investe também em pesquisa e desenvolvimento, buscando um uso cada vez mais amplo e seguro das técnicas do setor nuclear, e seu foco é garantir os benefícios da energia nuclear a um número cada vez maior de brasileiros, sempre com segurança na operação dos materiais e equipamentos radioativos. (CNEN, 2017).

### **1.3.2. O IRD**

O IRD é uma instituição de pesquisa, desenvolvimento e ensino na área de radioproteção, dosimetria e metrologia das radiações ionizantes. Ligado à Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear (DRS) da CNEN, atua em colaboração com universidades, agências governamentais e indústrias para promover o uso seguro das radiações ionizantes e da tecnologia nuclear (IRD, 2017).

Suas atividades de pesquisa, apoio técnico e prestação de serviço têm permitido desenvolver novas tecnologias e implementar soluções para que os benefícios do uso das radiações ionizantes cheguem com segurança a um número cada vez maior de brasileiros.

Cerca de 260 profissionais trabalham para que pesquisas, desenvolvimento tecnológico e inovação beneficiem indústrias, instalações médicas, centros de pesquisa e outros segmentos, de forma a contribuir com a segurança da população, dos trabalhadores do setor e do meio ambiente (IRD, 2017).

### **1.3.3. A IAEA**

A AIEA é uma organização internacional autônoma, com relações diretas com a Organização das Nações Unidas (ONU). É voltada para o uso seguro e pacífico da energia atômica. Ela foi criada em 29 de julho de 1957 e sua sede fica na cidade de Viena. Inicialmente, a AIEA surgiu a partir do projeto “Átomos para a paz”, apresentado à Assembleia Geral das Nações Unidas em 1953, pelo então presidente dos Estados Unidos. A relação da AIEA com a ONU é regulamentada por um acordo especial e, de acordo com os termos do próprio

estatuto, a agência apresenta um relatório anual para a Assembleia Geral das Nações Unidas. Tem como objetivos principais (AIEA, 2013):

- Promover o uso pacífico e seguro da Energia Atômica em todo mundo;
- Inibir o uso da energia atômica para fins militares como, por exemplo, fabricação de bombas atômicas;
- Ajudar aos países membros na melhoria das capacidades científicas e tecnológicas nas aplicações pacíficas da energia atômica;
- Promover entre os países membros a utilização de técnicas nucleares voltadas para o desenvolvimento sustentável e desenvolvimento de programas voltados para a segurança e proteção de pessoas e meio ambiente contra os efeitos nocivos da radiação nuclear.

Portanto, de maneira geral, a missão da AIEA é orientada pelos interesses e necessidades dos Estados membros, pelos planos estratégicos e pelos princípios presentes no estatuto da organização. Três são os pilares principais da atuação da AIEA: segurança, ciência e tecnologia e salvaguardas/verificações.

#### **1.4. O Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu***

O Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas do IRD é ministrado em parceria com a AIEA, de caráter gratuito, e foi idealizado para atender às necessidades de profissionais com formação superior a nível equivalente ao grau universitário e que trabalhem no campo da proteção radiológica e segurança de fontes de radiação (IRD, 2017).

O projeto do curso está estruturado para fornecer uma formação teórica e prática nas bases multidisciplinares, sejam científicas e/ou técnicas, das recomendações e normas internacionais sobre a proteção radiológica e suas implementações. O Curso proporciona as ferramentas básicas necessárias para quem vai se tornar instrutor na respectiva área (formar multiplicadores). Dividido em módulos, engloba parte teórica e treinamentos

práticos, com demonstrações, exercícios de laboratório, estudos de caso, visitas técnicas, exercícios de simulação e *workshops*.

A ementa do curso leva em conta as exigências da “International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources” (BSS), “IAEA Safety Series N ° 115 (1996)” e as recomendações de segurança relacionadas no “Safety Guides”. (IRD, 2017).

### **1.5. A importância da Gestão do Conhecimento**

Ao abordar-se o aprendizado diante da tragédia, por meio do acidente Radiológico de Goiânia, não pode-se deixar de enfatizar a importância da Gestão do Conhecimento, como ferramenta notória tanto no que diz respeito à formação de recursos humanos, como também, nos legados deixados a partir de eventos dessa natureza.

Assim, segundo Drucker (2001), a sociedade do conhecimento é a primeira sociedade humana onde o crescimento é potencialmente ilimitado. Isso porque o conhecimento difere de todos os outros meios de produção, uma vez que não pode ser herdado ou concedido. Ele tem que ser adquirido por cada indivíduo, e todos começam com a mesma e total ignorância.

Para Souza *et al.* (2011, p. 55):

A gestão da informação e do conhecimento se constitui numa temática que vem sendo bastante discutida, em diversos espaços, no Brasil, notadamente nas organizações e instituições de ensino superior. Trata-se de discussão complexa que envolve inúmeros aspectos tanto por se localizar em pontos de intersecção entre diversos campos de saber, notadamente, Administração, Ciência da Computação e Engenharia de Produção, como pelos condicionantes objetivos de suas teorias e práticas organizacionais.

Segundo Bittencourt e Cianconi (2012), a Gestão do Conhecimento é uma disciplina relativamente nova, que vem sendo objeto de estudo em outras áreas além da ciência da informação.

Logo, pode-se inferir que:

A compreensão da Gestão do Conhecimento segundo o processo pelo qual as informações estratégicas são identificadas, analisadas e interpretadas com finalidade de gerar novas informações e conhecimentos que apoiem os processos de tomada de decisão e ação, demonstra que este processo pode ser aplicado em outros

ambientes que não o empresarial. Os fluxos informacionais são estabelecidos por todas as atividades humanas e a Gestão do Conhecimento pode ser aplicada, de acordo com a finalidade de cada empreendimento, seja científico, empresarial ou político (SANTOS, 2002, p. 15).

Portanto, verifica-se a amplitude de ações que podem ser vinculadas à Gestão do Conhecimento, como por exemplo, por meio da Gestão do Conhecimento Nuclear, relacionando as instituições CNEN, IRD e IAEA, conforme será verificado posteriormente.

## **2. OBJETIVOS**

Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento histórico da importância da atuação do IRD no acidente de Goiânia, a fim de se fazer uma abordagem a respeito da Gestão do Conhecimento na área de Radioproteção, tendo como base uma revisão bibliográfica das Lições Aprendidas, entrevistas com professores/pesquisadores do Curso *Lato Sensu* do IRD/IAEA, que participaram do socorro durante o acidente e, por fim, uma dinâmica com os alunos sobre a importância da atuação do IRD durante o acidente.

## **3. METODOLOGIA**

Foi feita uma pesquisa qualitativa e quantitativa (GIL, 2009) a respeito do acidente de Goiânia. Primeiramente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o acidente. Posteriormente, foram efetuadas entrevistas com os professores do Curso de Pós-Graduação para que estes indicassem, dentro das suas visões, qual foi o maior legado do acidente para a área de radioproteção. Por fim, foi feita uma dinâmica com a turma a partir da resposta de um questionário envolvendo perguntas sobre o acidente e sobre o depoimento dos professores, a fim de se fazer um levantamento quantitativo e qualitativo da visão dos alunos.

## **4. RESULTADOS**

#### **4.1. A Gestão do Conhecimento Nuclear**

Segundo Bittencourt e Cianconi (2012), apesar de consequências negativas diante de acidentes com material radioativo (como os apresentados anteriormente), é fato que a tecnologia nuclear favoreceu o desenvolvimentos em diversos segmentos da sociedade e trouxe uma série de benefício como um todo.

Segundo o autor,

A energia nuclear ficou sendo conhecida pela sociedade no final da segunda guerra mundial, com a utilização da bomba atômica pelos Estados Unidos da América que vitimou milhões de pessoas. Outros eventos vieram a disseminar esse conhecimento como o Acidente Nuclear de Chernobyl, na Urânia, em 1986 e a contaminação por Césio 137 em Goiânia, no Brasil, em 1987 esses eventos culminaram com normas e fiscalizações nessa área. (BETTENCOURT e CIANCONI, 2012, p.176)

Portanto, o conhecimento da radioproteção na área nuclear remete à Gestão do Conhecimento, mais especificamente na Gestão do Conhecimento Nuclear.

Como exemplo, O IRD como órgão voltado à pesquisa e conhecimento, em 2016, promoveu a primeira “Escola de Gestão do Conhecimento Nuclear”. A Escola teve como objetivo “prover educação e treinamento especializado no desenvolvimento e na implantação de programas de gestão de conhecimento nas organizações de ciência e tecnologias nucleares.” (IRD, 2017), centrando-se em metodologias e práticas, processos e ferramentas, desafios e benefícios, e a relação com o desenvolvimento de recursos humanos com a tecnologia da informação, visando a preservação e compartilhamento de conhecimentos, etc., utilizando para isso boas práticas e lições aprendidas ou identificadas de programas de Gestão do Conhecimento em diferentes tipos de organizações nucleares.

#### **4.2. Revisão Bibliográfica**

Por meio de buscas na *internet*, é possível encontrar uma série de artigos, livros, filmes e vídeos sobre o acidente.

Destaca-se assim, por exemplo, a IAEA (1988), que fez uma publicação descrevendo o acidente de Goiânia com observações e recomendações entre elas, citou os arranjos de emergência pertencentes ao CNEN no momento do acidente, pois foi projetado para lidar com duas categorias principais de acidentes. Em primeiro lugar, foi o Plano de Emergência para a usina nuclear de Angra, destinada a gestão de um acidente de usina nuclear; e em segundo lugar, havia acordos para lidar com emergências radiológicas no setor de energia não nuclear. Esses são geralmente em pequena escala; por exemplo, acidentes de transporte ou acidentes com radiografia. O acidente de Goiânia não caiu em nenhuma categoria e elementos dos dois conjuntos de arranjos de emergência.

Já para Secretaria da Saúde do Estado de Goiás (2016), das várias lições aprendidas neste acidente, pode-se referir àquela que trata da nossa responsabilidade em conhecer as consequências de se lidar com ciência e tecnologia, e ampliarmos os cuidados que priorizam a ética e o respeito à vida.

Em 2008, em seu informe anual, a IAEA, expressou a preocupação em relação a uma possível escassez de pessoas com competências no setor nuclear. Publicou o documento de orientação de planejamento e execução de Gestão de conhecimento, onde enfatiza que, num futuro imediato, a educação científica e tecnologia devam receber prioridades, ou seja, tecnologias e transferência de tecnologia para a próxima geração.

#### **4.3. Entrevistas com os Professores e Observações Durante as Aulas do Curso**

Foram realizadas entrevistas com professores do Curso *Lato Sensu*, no qual se perguntou qual foi o maior legado deixado pelo acidente de Goiânia para a área de radioproteção.

Também foram feitas observações em cima do que foi dito por todos os professores, durante as aulas, sobre o acidente. Abaixo estão transcritas algumas dessas entrevistas:

- 1) Pesquisador A

*“O acidente de Goiânia pegou de surpresa a sociedade brasileira, inclusive a CNEN, órgão regulador da área radiológica. O acidente foi marcado por trabalhos exaustivos, nunca o Brasil tinha passado por uma situação parecida, muitas informações truncadas, até mesmo porque na semana do acidente, havia em Goiânia um campeonato de motocicleta e muitos turistas estavam sediados naquela cidade, de certa maneira com a presença de muitas pessoas, o caso demorou vir ao público. Antes do acidente radiológico de Goiânia, já existia na CNEN (no IRD) um grupo de emergência, no qual eu mesmo fazia parte, porém, entretanto, esse grupo não era preparado pra acidentes daquela magnitude, e sim para acidentes nucleares e especificadamente em usinas nucleares. Alguns fatores relevantes podem ser enumerados como: a comunicação, equipamentos, laboratório especializado, geração de rejeitos e treinamentos. A comunicação não foi uma ferramenta colaborativa, devido às mesmas não estarem em todos os níveis, de forma clara, ou seja, em virtude de falta de conhecimento, de jornalistas sobre radiação ionizante, cada um falava aquilo que achava certo e conveniente, e isso de certa forma causou ainda mais pânico à população. Os equipamentos usados na época, na monitoração de pessoas, cada um em escalas diferentes, causou certa confusão, seria necessário que tivesse instalado um laboratório em Goiânia, para auxiliar nas medições e calibração dos equipamentos, com isso seria mais rápido as respostas otimizando todo o rastreamento e monitoração das pessoas. Outro ponto que merece destaque foi a segregação de pessoas, não houve um local apropriado para que as pessoas acidentadas pudessem ficar, foi cedido pelo governo do Estado de Goiás, um estádio de futebol para que os radioacidentados ficassem, local este onde as pessoas faziam suas refeições com quentinhas e suas necessidades fisiológicas.”.*

2) Pesquisador B:

*“Até a data do acidente, tinha o grupo de emergência, mas era voltado apenas pra emergência nuclear, tudo que os militares tinham medo era de um acidente na usina nuclear, ou seja, todo nosso preparo pra emergência era visando um acidente nuclear e o acidente modelo que tinha era o acidente nuclear de Three Mile Island. Outro ponto que nesse trabalho foi relevante foi o relacionamento dos técnicos com a imprensa, uma coisa é se falar para um*

técnico na área radiológica sobre dose equivalente em termos de unidade e outra coisa é falar para imprensa e dizer que aqui tem 3mRem, 4uRem que a fonte tinha tantos mil curie ou becquerel o jornalista não tem a mínima ideia do que você está falando, então ele vai colocar o que ele quiser, aconteceu isso muitas vezes o técnico que estava trabalhando lá era entrevistado...o jornalista de rádio televisão jornal escrito, naquela época não tinha muito internet aí o cara perguntava o que estava acontecendo e aí quando falava de mRem ele colocava mil rem ou alguma coisa assim que de maneira geral causava mais pânico do que ajudava. Como lição aprendida, hoje o IRD tem uma jornalista é alguém que faz essa integração entre o técnico e a imprensa. E a nossa experiência que realmente mudou foi à questão dos nossos plantões de emergência que tem um grupo bem grande, agora está voltado pra qualquer tipo de emergência radiológica ou nuclear, antigamente era nuclear, o sistema todo foi mudado, agora o ministério da defesa que comanda e em um momento a CNEN participa e a vantagem para o país é que agora tem outros órgãos envolvidos como a Defesa Civil, e os Corpos de Bombeiros. Hoje no IRD existem cursos na área de proteção radiológica, emergência a radio acidentado.”.

### 3) Pesquisador C:

“Considero um dos mais severos acidentes radiológicos, o qual foi responsável pela contaminação de centenas de pessoas e de muitos locais espalhados não somente na cidade de Goiânia, mas também pelo Estado de Goiás, o acidente com Cs 137 trouxe algumas lições que, decorridos trinta anos, podem ser destacadas. Como as autoridades do País foram pegas de surpresa e a população de Goiânia estava apavorada, a ação dos técnicos do IRD, se restringiu, no início, ao isolamento dos focos principais e na identificação e socorro às pessoas contaminadas, junto com a própria CNEN e Vigilância Sanitária local. Este trabalho fez com que os técnicos do IRD, em maioria, junto com outros profissionais da CNEN, mesmo sem contar com infraestrutura adequada, liderasse a gestão de todos os processos: cuidando do atendimento às vítimas e remoção das pessoas em situações mais graves para o tratamento no Rio de Janeiro, triagem do público, isolamento das áreas atingidas, descontaminação e remediação de residências e objetos contaminados,

*segregação e transporte dos rejeitos gerados, elaboração de projeto e construção de repositório provisório, elaboração de comunicados oficiais incluindo entrevistas e contatos diários com os meios de comunicação. Tudo isso com o intuito de assegurar tranquilidade para a população que ansiava pela volta à normalidade. Como se pode ver, toda a condução dos trabalhos nas áreas críticas ocorreu com muito planejamento e controle, sobretudo tendo em vista os aspectos de segurança e proteção radiológica, seja dos próprios técnicos da CNEN, seja do pessoal de outras instituições que participaram como auxiliares nos trabalhos de descontaminação de pessoas e recuperação de áreas.”.*

#### **4.4. Dinâmica com os alunos**

Aplicou-se um questionário (anexo 1) para verificar a visão dos mesmos com relação a Gestão de Conhecimento em radioproteção e o acidente radiológico de Goiânia.

As perguntas, a porcentagem de acerto e alguns exemplos de resposta dos alunos (no total de 15) estão na Tabela 1 abaixo.

<b>PERGUNTAS</b>	<b>% CORRETA</b>	<b>% INCORRETA</b>	<b>EXEMPLO</b>
1) O que você entende por um acidente nuclear, radioativo e radiológico?	86	14	Certa – “Acidente nuclear envolve reatores nucleares e seu combustível. Acidente radiológico envolve fontes radioativas ou geradores de radiação e acidente radioativo é o mesmo que acidente radiológico.”
			Incorreta – 14% dos alunos não souberam responder.
2) Você tem conhecimento de algum acidente			Certa - “Acidente de Goiânia, Fukushima Chernobyl e Thee Mile Island.”

nuclear, radioativo ou radiológico? Cite-os.	86	14	01 aluno não respondeu.
3) Em sua opinião, quais medidas cautelares devem ser adotadas para evitar novos acidentes dessa natureza?	100	0	<i>“Intensificar o cumprimento das medidas de proteção radiológica e as de proteção física das fontes e das instalações.”</i>
4) Na década de 1980 ocorreu em nosso país, na cidade de Goiânia, um grave acidente com material radioativo. Podemos dizer que esse acidente foi nuclear, radioativo ou radiológico? Por quê?	72	28	Certa – <i>“Foi um acidente radiológico, pois envolve uma fonte radioativa de Cs 137.”</i> Errada – <i>“Radioativo, ocorreu envolvendo um material radioativo, este material não está relacionado a uma prática terapêutica ou diagnóstica e nem a uma usina nuclear.”</i>
5) O curso no qual você está participando vem contribuindo para um melhor entendimento sobre o acidente em questão?	100	0	<i>“Sim. Em várias oportunidades pudemos aprender sobre o acidente e as medidas de proteção radiológica que foram implantadas na época.”</i>
6) Segundo seu ponto de vista, quais os maiores responsáveis no acidente ocorrido?	100	0	<i>“Os responsáveis pela clínica desativada e os rapazes que roubaram a fonte com a blindagem.”</i>
7) Qual o papel do poder público no controle e na prevenção de acidentes envolvendo material radioativo?	100	0	<i>“O poder público tem o dever de controlar e fiscalizar os órgãos responsáveis pelas práticas e instalações que envolvem material radioativo.”</i>
8) Em sua opinião o acidente que ocorreu em Goiânia, apesar do malefício causado			<i>“Sim. O esforço na legislação quanto a fiscalização final e de descomissionamento em radioterapia, por exemplo.”</i>

<p>as pessoas vitimadas, deixou algum legado ou aprendizado na área de radioproteção? Quais?</p>	<p>100</p>	<p>0</p>	<p><i>“Sim. Fez com que o mundo melhorasse e crescesse em matéria de emergência radiativa, com o acidente de Goiânia foi possível fazer a administração do Azul da Prússia de forma com que as doses fossem entregues nas doses certas.”</i></p>
<p>9) Qual a sua opinião sobre “Cultura de Segurança” e “Gestão de Conhecimento”?</p>	<p>86</p>	<p>14</p>	<p><i>“Cultura de Segurança: visa minimizar ou evitar a ocorrência de acidentes, através de treinamentos, cumprimento de procedimentos para uso e manuseio de equipamentos, uso de EPIs, etc.”</i></p> <p><i>“Gestão de Conhecimento: o conhecimento deve ser compartilhado de forma clara, objetiva e responsável.”</i></p> <p>14 % dos alunos não fizeram nenhum comentário sobre cultura de segurança e gestão de conhecimento.</p>
<p>10) Quando se fala em um acidente radiológico, temos que levar em consideração conceitos relevantes como: radioproteção, cultura de segurança e gestão de conhecimento. Em sua opinião, esses conceitos têm sido abordados no curso no qual você está participando como aluno?</p>	<p>100</p>	<p>0</p>	<p><i>“Esses conceitos têm sido trabalhados em sala de aula, especialmente o conceito de radioproteção tem sido sistematicamente abordado nas aulas. De maneira menos frequente, cultura de segurança e gestão de conhecimento tem sido menos trabalhada, mas são citados em algumas aulas.”</i></p>

Após a aplicação do questionário foi feito um debate entre os alunos sobre o acidente e a importância do legado para a área de radioproteção.

## 5. DISCUSSÃO

Com a análise dos discursos dos professores e a discussão junto aos alunos sobre o acidente, pode-se observar que várias ações em radioproteção evoluíram desde então, principalmente nas áreas da Física Médica (como por exemplo, o tratamento de acidentados com o “Azul da Prússia” e a substituição do Césio em Radioterapia), da Emergência Radiológica (como por exemplo, a classificação de eventos, a comunicação com o público, a adoção de um plano de ação para acidentes radioativos), do Serviço Social (como por exemplo, o tratamento psicológico e social à família das vítimas) e Formação de Recursos (como por exemplo, atração de estudantes e pesquisadores para a área).

Em cada módulo do curso *Lato Sensu* foi identificado um legado na área. Para os professores dos módulos de uma forma geral, o mais importante foi a resposta rápida que os servidores do IRD deram diante de um cenário desfavorável e nunca vivido anteriormente. Por exemplo, até então, o Instituto não tinha uma equipe de emergência para acidente daquela magnitude, apenas acidente nuclear. Mesmo assim, o IRD atendeu prontamente enviando seus profissionais que trabalharam dia e noite na remediação do acidente.

No geral, pode-se inserir deste trabalho que:

- a) Os maiores legados, sob o ponto de vista de radioproteção:
  - o estudo de saúde e acompanhamento e tratamento das vítimas;
  - antes restrito às instalações nucleares, o acidente exigiu a informatização de todos os processos relacionados à radioproteção e licenciamento de instalações radioativas;
  - mostrou-se a necessidade de se realizar em todo o país o rastreamento, controle e cadastramento das fontes radioativas utilizadas em diferentes aplicações; hoje país dispõe de conhecimento técnico consolidado para a

construção de repositórios de rejeitos radioativos de baixa e média intensidade; e

- o setor ligado à radioproteção de instalações nucleares e radioativas passou a contar com um maior planejamento, coordenação, integração e treinamento entre os diferentes órgãos federais e estaduais, responsáveis pela defesa civil, fiscalização e controle de segurança de equipamentos e fontes no que tange a situações de atendimento e emergências nucleares e radiológicas;
- b) A revisão bibliográfica mostra que a radioproteção tem a finalidade de fornecer condições seguras para as atividades que envolvam radiações ionizantes. Por isso, a importância de inserir a gestão de conhecimento em radioproteção, no sentido de criar meios de compartilhamento do conhecimento, preservando os já existentes e estimulando os novos conhecimentos produzidos a partir do progresso das ciências e dos avanços de novas tecnologias;
- c) Para os alunos o acidente de Goiânia, deixou legados na área de radioproteção, teve grande importância nos controles das fontes radioativas, houve uma maior preocupação e fiscalização no descomissionamento das instalações, como por exemplo, as de radioterapia e utilização do Azul da Prússia na descontaminação de pessoas contaminadas;

Além disso, no geral, como legado, a partir dos acidentes relatados que:

- a) Pode-se estudar, sob o ponto de vista de radioproteção, a saúde e acompanhar o tratamento das vítimas;
- b) Antes restrito às instalações nucleares, o acidente exigiu a informatização de todos os processos relacionados à radioproteção e licenciamento de instalações radioativas;

- c) Mostrou a necessidade de se realizar em todo o país o rastreamento, controle e cadastramento das fontes radioativas utilizadas em diferentes aplicações;
- d) Dotou o país de conhecimento técnico consolidado para a construção de repositórios de rejeitos radioativos de baixa e média intensidade;
- e) O setor ligado à radioproteção de instalações nucleares e radioativas passou a contar com um maior planejamento, coordenação, integração e treinamento entre os diferentes órgãos federais e estaduais, responsáveis pela defesa civil, fiscalização e controle de segurança de equipamentos e fontes no que tange a situações de atendimento e emergências nucleares e radiológicas;
- f) Com relação aos procedimentos de emergência deve-se:
- estabelecer uma cadeia de comando deve estar claramente identificada (hierarquia);
  - é fundamental a existência de um programa nacional permanente de inspeções em equipamentos e instalações que utilizem materiais radioativos;
  - as consequências de um acidente radiológico são diretamente proporcionais ao intervalo de tempo decorrido entre o início do acidente e sua efetiva identificação;
  - o conhecimento das propriedades físicas e químicas da fonte radioativa são fatores importantíssimos para guiar as ações de resposta; um adequado sistema de informações é essencial para o controle de rumores de pânico;
  - um adequado sistema de apoio psicológico e social é essencial para lidar com indivíduos afetados direta e/ou indiretamente pelo acidente, sejam eles membros do público ou trabalhadores de emergência; cada país deve estar devidamente preparado para receber auxílio internacional;

- cursos e treinamento em resposta a situações de emergência radiológica devem ser conduzidos para todos os respondedores;
- os instrumentos de medidas devem ser robustos o suficiente para resistir a condições ambientais adversas;
- deve ser mantido um banco de dados com informações sobre peritos e especialistas nas várias áreas de conhecimento necessárias para a resposta à emergência;
- é essencial a pronta definição de um local, próximo à área afetada pelo acidente, para o armazenamento temporário de rejeitos radioativos gerados; e
- equipes de apoio logístico devem compor os times de resposta ( engenharia, suprimentos, transporte etc.).

## **6. CONCLUSÃO**

Após o acidente de Goiânia, questionou-se como a sua história poderia contribuir com a educação para a ciência. Ao investigar e tentar responder essa pergunta, e considerando a relevância do acidente para o aprendizado em radioproteção, foi realizado este trabalho visando se identificar quais foram os maiores legados para a área de radioproteção.

Nesse sentido, por meio da Gestão do Conhecimento, entende-se a importância deste conhecimento na área nuclear. No Brasil, o uso da energia nuclear é para fins pacíficos, portanto sabe-se que o uso das radiações de maneira errônea e de forma não justificada pode trazer detrimientos em vez de benefícios; porém, é necessário um conhecimento mais democrático nessa área, pois pode-se observar que na ciência das radiações ionizante, como não poderia ser diferente, a gestão de um conhecimento se faz necessário, até mesmo por um tema complexo e ainda pouco difundido no Brasil.

Pode-se observar através de relatos de profissionais do IRD que estiveram em Goiânia na época do acidente que a população local tinha pouco ou quase nenhum conhecimento dos efeitos que a radiação ionizante poderia causar, por esse motivo, houve muitas informações truncadas a respeito do episódio.

Segundo Souza *et al.* (2014) é necessário estabelecer métodos necessários para às discussões e compreensões da gestão da informação e do conhecimento. Nessa vertente, procurou-se fomentar a partir de oficinas aos alunos de Pós-Graduação do IRD o conhecimento e informações que os mesmos tiveram sobre o acidente radiológico de Goiânia e como esse fato repercutiu em suas vidas acadêmicas. Essa metodologia fez com que fosse possível mensurar de maneira quantitativa e qualitativa a influência e o impacto desse trágico acidente radiológico em solo brasileiro.

Para Bettencout e Cianconi (2012), o aprendizado torna-se possível através do contato face a face, por meios de treinamentos na empresa, aprendizagem por observação e aprender fazendo (*learning by doing*).

No tocante a disseminação do conhecimento, o IRD vem desempenhando papel relevante, na formação e capacitação de profissionais em proteção radiológica, buscando práticas que incentivam a produção e o compartilhamento de novos conhecimentos. Desta forma, pode-se concluir que o IRD é uma Instituição formadora de multiplicadores do conhecimento nuclear.

A CNEN também aprendeu lições importantes com o acidente de Goiânia, ensinamentos e técnicas foram impulsionados pelo ocorrido, bem como o controle das fontes radioativas. Há hoje no Brasil, um cadastro atualizado, integrado e com rígidas normas de uso e descarte. O césio, por exemplo, é um subproduto do urânio, ou seja, não pode ser encontrado na natureza, é produzido normalmente na Alemanha ou Inglaterra, se uma clínica ou um hospital brasileiro queira importar um aparelho com uma fonte de césio, sabemos exatamente quem é o importador, para qual será o uso e endereço do mesmo. A CNEN também possui um tratado de devolução de fontes radioativas com todas as nações, isto implica que após 10, 20, ou 30 anos de uso a fonte será devolvida ao País de origem (FALEIROS, 2012).

Vale destacar que os acidentes ocorridos em Chernobyl e Three Miles Island também serviram para a construção da Gestão do Conhecimento Nuclear.

Na questão de Chernobyl, devido à imprudência dos profissionais e pela falta de uma segurança de profundidade mais severa foi um dos motivos que os mesmos puderam bloquear de forma voluntária, outro fator relevante se dá em virtude do projetista do reator não terem previsto sistemas de segurança que pudessem evitar um acidente devido à combinação de circunstâncias dessa natureza, ou seja, bloqueio voluntário do sistema técnico de proteção conjugados a violações de procedimentos operacionais. Ou seja, a causa primeira do acidente foi uma combinação bastante improvável de violações de procedimentos e regras de operação, cometida pelo pessoal da central (SOUSA *et al.*,2014),.

Com relação à Three Miles Island, como lições identificadas neste acidente, pode-se citar a necessidade de integração dos planos de emergência: convencional + nuclear; a necessidade de uma cadeia de comando bem definida; a importância da comunicação com a mídia. O acidente foi causado principalmente por uma combinação de erros humanos, deficiências de projeto e falhas de componentes mecânicos e eletrônicos. Além de ter sido o maior acidente nuclear da história dos Estados Unidos, foi o responsável por mudar permanentemente todos os regulamentos e órgãos fiscalizadores de instalações desse tipo. O medo e desconfiança da população aumentaram, e as medidas de controle e gestão das instalações passaram a ser analisadas com maior cuidado. Os problemas identificados a partir da análise cuidadosa dos eventos ocorridos no acidente levaram a adoção de uma série de medidas, visando tornar as instalações mais seguras e preparadas para esse tipo de ocorrência (GOMES, 2012).

Por fim, as investigações relativas a aspectos históricos da ciência, bem como as relações entre ciência e sociedade, acabam por levar à novas implicações no ensino de ciências. Assim, procurou-se evidenciar o acidente radiológico como uma ferramenta de Gestão do Conhecimento no campo da ciência nuclear, abrindo espaço para um aprendizado mais amplo sobre as radiações ionizantes. Desta forma, não é possível negar o avanço da

tecnologia e da ciência após três décadas do acidente e nem renegar o aprendizado dessa tragédia radiológica em solo brasileiro. Ao completar trinta anos do trágico acidente com 137 Césio, é preciso discutir possíveis contribuições na área das ciências radiológicas, formando profissionais ainda mais capacitados para desenvolver suas atividades, com conhecimentos sólidos no que diz respeito a radioproteção tendo como marco norteador algumas lições aprendidas em acidentes.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, M.; R. de B. CIANCONI. Produção e Compartilhamento do Conhecimento Nuclear: Um estudo de caso no Instituto de Engenharia Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (IEN/CNEN). **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 2, Número Especial, p. 175-187, 2012.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Relatório DR 134/86 - 2 / 2**. 1986. Acessado em 12 de abril de 2017. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br>

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. 2014. Acessado em 12 de abril de 2017. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br>

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Acessado em 12 de abril de 2017. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br>

DRUCKER, PETER F. **A Nova Sociedade**. Rio de Janeiro, Editora Exame, 2001.

FALEIROS, A. Uma História para Relembrar e Prevenir. **Revista Césio 25 anos**. 2012.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. - São Paulo : Atlas, 2009.

GOMES, A.; GOMES, M. L./ FERNANDES, E.; NETO, R.; APRIGIO, A. . **Gestão do Conhecimento nas Organizações: A importância do ciclo do**

**Conhecimento.** XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção 2012.

IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **Relatório Anual.** 2003.

IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **Risk management of Knowledge loss in nuclear Industry organizations.** Vienna, Austria, 2006.

BARROSO, A.; GOMES, E. Tentando entender a Gestão do Conhecimento. **RAP,** Rio de Janeiro, 1999.

XAVIER, A. et al. Marcos da História da Radioatividade e Tendências Atuais. **Quim. Nova,** Vol. 30, No. 1, 83-91, 2007.

IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **Relatório anual.** 2008.

IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **Relatório anual.** 2013.

IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **The radiological accident in Goiania.** Vienne 1988.

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. Acessado em 07 de maio de 2017. Disponível em: <http://www.ird.gov.br>

OKUNO, E. **Efeitos biológicos das radiações ionizantes.** Acidente radiológico de Goiânia. 2013.

SANTOS, C. R. **O Gestor Educacional de uma Escola em Mudanças.** 2002.

SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DO GOIÁS. **A História do Acidente Radioativo em Goiânia.** Acessado em 12 de abril de 2017. Disponível em: <http://www.saude.go.gov.br/view/4283/a-historia-do-acidente-radioativo-em-goiania>

SOUZA, D. C. B.; VICENTE, R.; ROSTELATO, M. E. C.; BORGES, J. F.; TIEZZI, R.; JUNIOR, F. S. P.; SOUZA, C.; RODRIGUES, B.; BENEÇA, M.; SOUZA, A.; SILVA, T. **Chernobyl - O Estado da Arte.** International Joint Conference RADIO 2014 Gramado, RS, Brazil, August 26-29, SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA – SBPR, 2014.

# ANEXO 1

## (QUESTIONÁRIO APLICADO À TURMA)

- 1) O que você entende por um acidente nuclear, radioativo e radiológico?
- 2) Você tem conhecimento de algum acidente nuclear, radioativo ou radiológico? Cite-os.
- 3) Em sua opinião, quais medidas cautelares devem ser adotadas para evitar novos acidentes dessa natureza?
- 4) Na década de 1980 ocorreu em nosso país, na cidade de Goiânia, um grave acidente com material radioativo. Podemos dizer que esse acidente foi nuclear, radioativo ou radiológico? Por que?
- 5) O curso no qual você está participando vem contribuindo para um melhor entendimento sobre o acidente em questão?
- 6) Segundo seu ponto de vista, quais os maiores responsáveis no acidente ocorrido?
- 7) Qual o papel do poder público no controle e na prevenção de acidentes envolvendo material radioativo?
- 8) Em sua opinião o acidente que ocorreu em Goiânia, apesar do malefício causado as pessoas vitimadas, deixou algum legado ou aprendizado na área de radioproteção? Quais?
- 9) Qual a sua opinião sobre “Cultura de Segurança” e “Gestão de Conhecimento”?
- 10) Quando se fala em um acidente radiológico, temos que levar em consideração conceitos relevantes como: radioproteção, cultura de segurança e gestão de conhecimento. Em sua opinião, esses conceitos têm sido abordados no curso no qual você está participando como aluno?

