

INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

MARIANA GAMA DE FREITAS

**REVISÃO SISTEMÁTICA DE ESTUDOS PERCEPTIVOS SOBRE RISCO
NUCLEAR**

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

2014

INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

MARIANA GAMA DE FREITAS

**REVISÃO SISTEMÁTICA DE ESTUDOS PERCEPTIVOS SOBRE RISCO
NUCLEAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Nuclear do Instituto de Engenharia Nuclear como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Nuclear.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

2014

Gama, M.F. Mariana Gama de Freitas

REVISÃO SISTEMÁTICA DE ESTUDOS PERCEPTIVOS SOBRE RISCO NUCLEAR Mariana Gama de Freitas - Rio de Janeiro: CNEN -IEN, 2014.

Orientado: Ralph Santos Oliveira

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologias Nucleares) – Instituto de Engenharia Nuclear, PPGIEN, 2013.

1. Revisão sistemática. 2. Metanálise. 3. Risco nuclear. 4. Percepção de risco

REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE DE ESTUDOS PERCEPTIVOS SOBRE RISCO NUCLEAR

Mariana Gama de Freitas

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEAR DO INSTITUTO DE ENGENHARIA
NUCLEAR DA COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEAR.

Aprovada por:

Ralph Santos-Oliveira, D.Sc. CPF: 076.894.927-03 *(orientador)*

Maria Angélica Vergara Wasserman , D.Sc. CPF: 750.811.217-20

Celso Marcelo Franklin Lapa, D.Sc. CPF: 038.105.027-07

Franceline Reynaud, D.Sc. CPF: 003.444.849-71

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

2014

AGRADECIMENTOS

REVISÃO SISTEMÁTICA DE ESTUDOS PERCEPTIVOS SOBRE RISCO NUCLEAR

Autor: Mariana Gama de Freitas

Orientadores: Ralph Santos Oliveira

RESUMO

Este presente trabalho contém o estudo sobre percepção de risco em diversas áreas de interação. Para isso foi feito uma análise por meio de metodologia previamente reconhecida e testada: a revisão sistemática, na busca de melhor entendimento sobre a percepção de risco no âmbito da área nuclear. Através desse estudo foi possível compreender a potencialidade da revisão sistemática como ferramenta para obter informações que englobam a percepção de risco como um todo. Sendo assim possível traçar parâmetros para descobrir o porquê de a população mundial ter aversão a determinados assuntos relacionados à energia nuclear. Tendo em vista que se for possível entender o que leva a população ter repulsa sobre a área nuclear, provavelmente seja possível criar alternativas para sanar essa falta de informação e conhecimento sobre a área. Fazendo com que a população possa perceber os benefícios que a energia nuclear traz para as pessoas.

Palavras-chave: Revisão sistemática, metanálise, risco nuclear, percepção de risco, terrorismo, medo, energia nuclear.

ABSTRACT

This present work contains the study of risk perception in different areas of interaction. For it was made an analysis using methodology previously recognized and tested: a systematic review in the search for better understanding of the perception of risk in the nuclear area. Through this study it was possible to understand the potential of the systematic review as a tool for information that encompass the perception of risk as a whole. Making it possible to trace parameters to find out why the world's people have an aversion to certain matters relating to nuclear energy. Considering that if you can understand what drives the people has disgust on nuclear area, it is probably possible to create alternatives to remedy this lack of information and knowledge about the area. Causing the population to realize the benefits that nuclear power brings to people.

Keywords: systematic review, meta-analysis, nuclear risk, risk perception, terrorism, fear, nuclear energy.

LISTA DE SIGLAS

INES – Escala Internacional de Acidentes Nucleares

PWR – Pressurized Water Reactor

BWR – Boiling Water Reactor

LWGR – Light Water graphite Reactor

PHWR – Pressurized Heavy Water Reactor

AGR – Advanced Gas Cooled Reactor

HTGR – High Temperature Gas Cooled Reactors

ECA – Ensaio Clínico Aleatório

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós -Graduação e Pesquisa de Engenharia.

WNA – World Nuclear Association

CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

SUMÁRIO

Páginas

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 - Histórico da Energia Nuclear	12
- A descoberta da fissão	
- A primeira reação em cadeia autossustentável	
1.2 - Fissão Nuclear	14
1.3 - Reação em Cadeia	14
1.4 – Primeiro Reator Nuclear	15
2. Noção de Reator Nuclear	16
3. Usinas Nucleares no Mundo	17
4. Principais Acidentes Nucleares	17
4.1 - Hiroshima e Nagasaki	
4.2 - Chernobyl	
4.3 - Kyshtym	
4.4 - Three Mile Island	
4.5 - Tokaimura	
4.6 - Goiânia	
4.7 - Fukushima	
4.8 - Escala internacional de acidentes nucleares	
5. Noção de Risco	25
6. Riscos Tecnológicos	26
7. Avaliação e Gestão de Risco (Análise de Risco)	27
8. Percepção de Risco	28
9. Razão e Emoção em torno da Energia Nuclear	30
10. Metanálise e Revisão Sistemática	31
10.1 – Histórico da Revisão Sistemática e Metanálise	

10.2 – O Que é Revisão Sistemática?

10.3 – O Que é Metanálise?

11. Objetivos-----36

12. Metodologia-----37

12.1 Escolhas de fontes de referencia

12.2 Palavras chave

12.3 Critérios adotados

12.4 Análise das publicações e aplicações utilizadas

12.5 Organização da amostra

12.6 Seleção da amostra

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS-----43

14. REFERÊNCIAS-----44

INTRODUÇÃO

Ao longo do desenvolvimento da sociedade são usadas fontes de energia para suprir as necessidades da população. Com a descoberta do fogo, o homem passou a tirar proveito da energia térmica, melhorando seu modo de vida e conseguindo avanços técnicos como a fundição de metais, a preparação de cerâmica e a criação de novos utensílios. (Revista eletrônica - Rede Energia 2013)

Com o surgimento da máquina a vapor, na Revolução Industrial (1760-1840), a lenha e o carvão mineral passam a ser utilizados em grande escala como fontes de energia. (Eric J. Hobsbawn - 2011)

Após a Revolução Industrial, teve início a utilização e produção em grande escala dos combustíveis fósseis, principalmente o petróleo, que é importante fonte de energia até hoje. (Eric J. Hobsbawn - 2011)

Em meados do século XX (1938-1939), foi descoberta a energia nuclear.

1.1 HISTORICO DA ENERGIA NUCLEAR

A descoberta da Fissão

Em 1934, o físico Enrico Fermi realizou experimentos em Roma onde mostraram que nêutrons podem se dividir em muitos tipos de átomos. Os resultados surpreenderam até mesmo o próprio Fermi. Foi quando ele bombardeou urânio com nêutrons e a partir daí não obteve o elemento que esperava e sim elementos muito mais leves que o Urânio (U.S Department of Energy)

No outono de 1938, os cientistas alemães Otto Hahn e Fritz Strassman dispararam nêutrons a partir de uma fonte contendo elementos do Rádio e Berílio em urânio (número atômico 92). Eles ficaram surpresos ao encontrar elementos mais leves, tais como bário (número atômico 56), nas sobras de materiais. (U.S Department of Energy)

Esses elementos tinham cerca de metade da massa atômica do urânio. Em experiências anteriores, os materiais restantes foram apenas um pouco mais leves que o urânio. (U.S Department of Energy)

Hahn e Strassman contactou Lise Meitner em Copenhagen antes de divulgar sua descoberta. Ela era uma colega austríaca, que tinha sido forçada a fugir da Alemanha nazista. Ela trabalhou com Niels Bohr e seu sobrinho, Otto R. Frisch. Meitner e Frisch pensaram que o Bário e outros elementos de luz no material de sobra resultavam da divisão de urânio ou de sua fissão. No entanto, quando ela acrescentou as massas atômicas dos produtos de fissão, eles não deram a massa total do urânio. Meitner usou a teoria de Einstein para mostrar que a massa perdida alterou a energia. Esta cisão comprovada ocorreu e confirmou o trabalho de Einstein. (U.S Department of Energy)

A primeira reação em cadeia autossustentável

Em 1939, Bohr chegou à América. Ele compartilhou com Einstein as descobertas Hahn-Strassman-Meitner. Bohr também se reuniu Fermi em uma conferência sobre Física Teórica em Washington. Eles discutiram a possibilidade de uma reação em cadeia autossustentável. Num processo onde átomos poderiam ser divididos de modo a libertar grandes quantidades de energia.

Cientistas de todo o mundo começaram a acreditar que uma reação em cadeia autossustentável poderia ser possível. É que aconteceria se uma quantidade suficiente de urânio pudesse ser reunida em condições adequadas. A quantidade de urânio necessária para fazer uma reação em cadeia autossustentável é chamada de massa crítica.

Fermi e seu sócio, Leo Szilard, sugeriu um possível projeto para um reator de urânio em cadeia (1941). Seu modelo consistiu em colocar urânio em uma pilha de grafite fazendo uma estrutura em forma de cubo de material físsil.

No início de 1942, uns grupos de cientistas liderados por Fermi reuniram-se na Universidade de Chicago para desenvolver suas teorias. Em novembro de 1942, eles estavam prontos para o início da construção no primeiro reator nuclear do mundo, que se tornou conhecido como Chicago Pile-1. A pilha foi erguida no chão de uma quadra de squash. Além de urânio e de grafite, que continha hastes de controle feito de cádmio. O cádmio é um elemento metálico que absorve nêutrons. Quando as varetas estavam na pilha, existiam menos nêutrons para fissão dos átomos de urânio retardando a reação em cadeia. Quando as hastes eram puxadas para fora, mais nêutrons estavam disponíveis para a divisão dos átomos fazendo com que a reação em cadeia aumentasse. (U.S Department of Energy)

Na manhã de 2 de Dezembro de 1942, os cientistas estavam prontos para começar uma demonstração do Chicago Pile-1. Fermi ordenou o controle hastes para ser de ser retirado alguns centímetros de cada vez durante o passar das horas. Foi então que finalmente a reação nuclear tornou-se autossustentável. Fermi e seu grupo haviam transformado com sucesso teorias científicas, em realidade tecnológica. O mundo tinha entrado na era nuclear.

1.2 FISSÃO NUCLEAR

A divisão do núcleo de um átomo pesado, por exemplo, do urânio-235, em dois menores, quando atingido por um nêutron, é denominada Fissão Nuclear. O nêutron ao atingir um núcleo de urânio, provoca sua quebra em dois núcleos menores e a liberação de mais nêutrons que, por sua vez, irão atingir outros núcleos e provocar novas quebras. (CNEN)

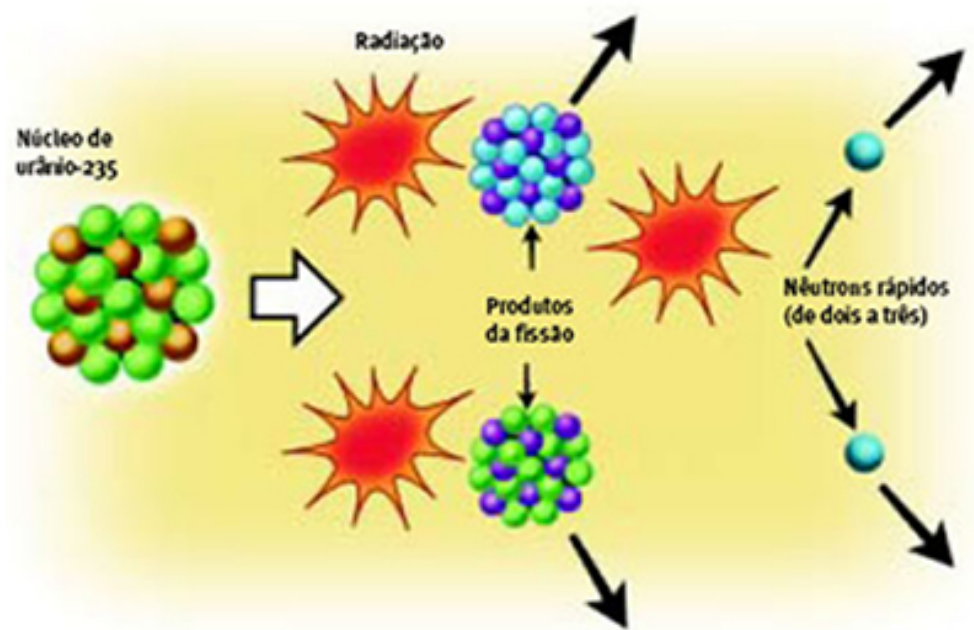


Figura 1. Fissão nuclear (CNEN)

1.3 REACAO EM CADEIA

Na realidade, em cada reação de fissão nuclear resultam, além dos núcleos menores, dois a três nêutrons, como consequência da absorção do nêutron que causou a fissão. Torna-se, então, possível que esses nêutrons atinjam outros núcleos de urânio-235, sucessivamente, liberando muito calor.

Tal processo é denominado reação de fissão Nuclear em cadeia ou, simplesmente, reação em cadeia (CNEN).

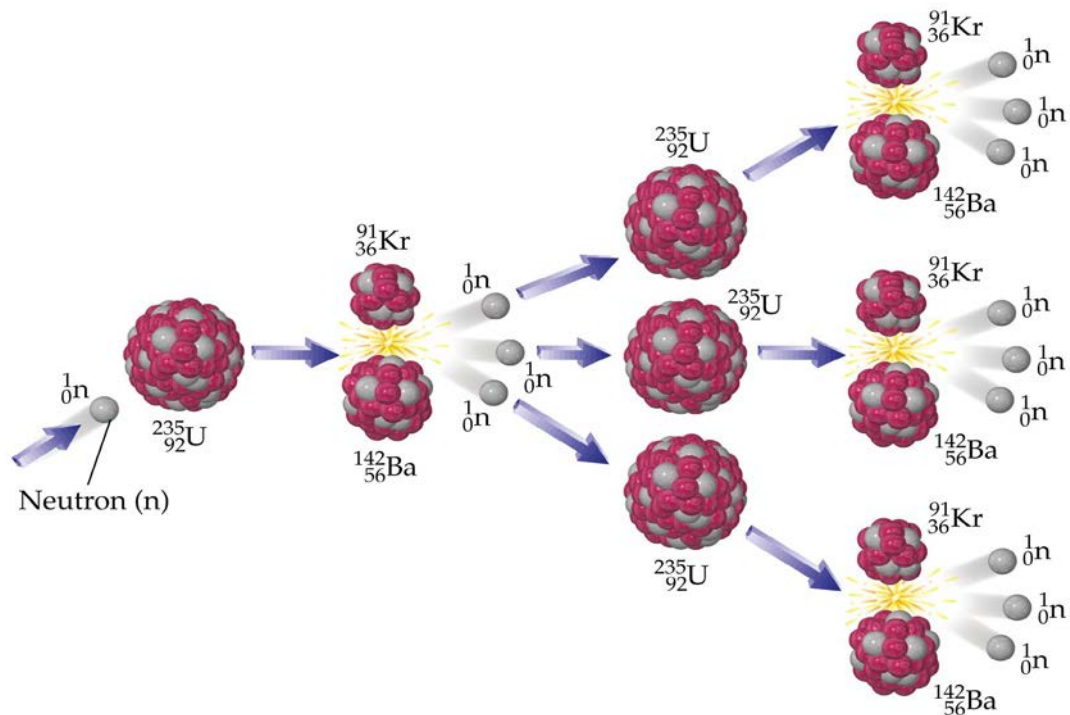


Figura 2. Reação em cadeia (CNEN)

1.4 O PRIMEIRO REATOR NUCLEAR

O primeiro reator nuclear, ou aparelho fabricado para conter uma reação nuclear em cadeia autossustentável, foi construído numa quadra de squash, embaixo das arquibancadas do estádio Stagg Field, na Universidade de Chicago, sob a direção do físico Enrico Fermi (1901-1954). Fermi, que havia recebido o Prêmio Nobel por seu trabalho com a física dos nêutrons, propusera a teoria de que uma reação nuclear em cadeia era possível. O reator de Chicago continha cerca de 50 toneladas de barras de controle de cádmio e 500

toneladas de grafite, esse para retardar a primeira reação nuclear em cadeia controlada, que iniciou em 2 de dezembro de 1942. (IEN)



Figura 3 – Ilustração Chicago Pile 1 (Argonne National Laboratory)

2. NOÇÃO DE REATOR NUCLEAR

De uma forma simplificada, um Reator Nuclear é um equipamento onde se processa uma reação de fissão nuclear. Um Reator Nuclear para gerar energia elétrica é, na verdade, uma Central Térmica, onde a fonte de calor é o urânio-235, em vez de óleo combustível ou de carvão. (CNEN)

Tipos de reatores nucleares:

- a) PWR - Pressurized Water Reactor
- b) BWR - Boiling Water Reactor
- c) LWGR - Light Water Graphite Reactor
- d) PHWR – Pressurized Heavy Water Reactor
- e) AGR – Advanced Gas Cooled Reactor
- f) HTGR – High Temperature Gas Colled Reactors

g) LMFBFR – Liquid Metal Fast Breeder Reactor

3. USINAS NUCLEARES NO MUNDO

Atualmente existem cerca de 440 reatores nucleares em funcionamento no mundo e 30 estão em processo de construção. Os reatores nucleares são responsáveis por 17% da produção de energia elétrica no mundo (ELETROBRÁS). Os Estados Unidos são responsáveis pela maior parte dessa produção, com um total de 104 usinas nucleares. Outros países que contribuem fortemente para este panorama são a França, Rússia, Japão e Alemanha, somando 38% da produção de energia elétrica mundial a partir de energia nuclear (ELETROBRÁS).

O Brasil dispõe na atualidade de duas usinas nucleares em funcionamento. São elas: Angra 1 e Angra 2, instaladas no estado do Rio de Janeiro, e são usinas do tipo PWR. Em 2008 foram responsáveis por 3,12% da produção de energia elétrica no país. Além das duas usinas, o Brasil tem 4 reatores nucleares para pesquisa; dois deles então em São Paulo, um no Rio de Janeiro e um em Minas Gerais. O maior deles é usado para a produção de radiofármacos utilizados na medicina para tratamento de tumores e outros fins, e também na indústria. (ELETROBRÁS)

4. PRINCIPAIS ACIDENTES NUCLEARES

4.1 HIROSHIMA E NAGASAKI

No final da Segunda Guerra Mundial, Hiroshima e Nagasaki, duas importantes cidades Japonesas, sofreram um ataque com bombas nucleares.

Os EUA, por meio da ação militar da Força Aérea, sob ordens do presidente norte-americano Harry S. Truman bombardearam as duas cidades japonesas nos dias 6 e 9 de agosto de 1945. As bombas foram resultado do Projeto Manhattan, um trabalho planejado pelos EUA em parceria com o Reino Unido e o Canadá. O propósito inicial era ter uma bomba contra a Alemanha Nazista. (WNA)

No fim da Segunda Guerra Mundial, a Alemanha e Itália (aliados do Japão) já haviam se rendido, Japão estava prestes a se render, mas como ainda apresentava resistências, os EUA resolveram antecipar o final da guerra pelo uso das duas bombas atômicas e mostrar seu forte poderio militar.

Em Hiroshima foi jogada a bomba atômica “Little Boy” e, três dias depois, a bomba “Fat Man” em Nagasaki. Até os dias de hoje, as duas bombas foram as únicas armas nucleares utilizadas de fato numa guerra. Estima-se que cerca de 140.000 pessoas morreram em Hiroshima e 80.000 em Nagasaki, além das mortes ocorridas posteriormente aos ataques em decorrência da exposição radioativa. (WNA)

A bomba “Little Boy” possui 60 kg de urânio, ao ser jogada, detonou a 576 metros de altura. Levou 43 segundos para cair, e automaticamente, os gatilhos de tempo e barométrico acionaram o detonador que disparou um projétil de urânio que iniciou uma reação em cadeia. A bomba “Fat Man” era composta de plutônio, iria ser lançada sobre a cidade de Kokura, mas devido à falta de visibilidade, o avião mudou a trajetória rumo a Nagasaki. Por falta de combustível e baixa visibilidade sobre Nagasaki, o avião jogou a bomba no alvo errado, em meio de um vale. A bomba explodiu a 600 metros de altura

A maioria dos mortos era composta por civis, mulheres, idosos e crianças, pessoas que não estavam combatendo na guerra. As bombas atômicas forçaram a rendição das tropas do Império do Japão em 15 de agosto de 1945, em 2 de setembro do mesmo ano foi assinado o armistício oficial e o fim da II Guerra Mundial.(WNA)

4.2 CHERNOBYL (1986)

Em 26 de abril de 1986, ocorreu na Ucrânia o pior acidente nuclear da história. Causado por falha humana, o acidente aconteceu por problemas em hastes de controle do reator que foram mal projetadas e por erros no manuseio da máquina na Usina Nuclear de Chernobyl (originalmente chamada Vladimir Lenin). Dentre as consequências do acidente cita-se a poeira radioativa que tomou conta do local e a contaminação dos seres vivos da região. (WNA – World Nuclear Association)

Na madrugada do dia 26, a equipe responsável pelo plantão aproveitou o desligamento de rotina da unidade para realizar um experimento que buscava verificar o que aconteceria com as bombas de resfriamento se houvesse interrupção de energia, mais especificamente, no momento do intervalo entre a interrupção e a ativação dos geradores de emergência. As bombas de resfriamento assumem um importante papel em uma usina nuclear, pois consegue bloquear o aumento das temperaturas dos reatores, local que armazena o combustível nuclear, impedindo assim trágicas consequências. (WNA)

Para tal experimento, a equipe desligou o sistema de segurança da unidade para evitar que houvesse interrupção de energia no reator e ainda reduziu a capacidade de energia do reator em 25%, o que motivou o acidente, pois a queda de energia foi maior do que a planejada, fazendo com que agissem rapidamente para reverter a situação. Porém, uma grande onda energética foi criada e o reator emergencial não funcionou para impedir a mesma.

O crescimento acelerado de energia fez com que os reatores recebessem energia em quantidade maior do que suportava, causando uma grande explosão de 2000°C de temperatura, o que impulsionou o incêndio do grafite existente que moderava os nêutrons no reator. O grafite por muitos dias permaneceu queimando, fazendo com que inúmeras tentativas de cessar fogo e impedir mais liberação de material radioativo fossem em vão.

Não se sabe ao certo a quantidade de pessoas mortas em consequência do acidente e nem a quantidade de radiação liberada, pois as estatísticas das autoridades soviéticas foram distorcidas com o intuito de ocultar a real situação do problema.

Após o acidente foi construída uma estrutura de concreto e aço sobre o local acidentado e contaminado, o que recebeu o nome de sarcófago. O sarcófago tem a finalidade de impedir a liberação dos 95% do combustível nuclear ainda existente no local.

Relatórios da época mostram que poderia chegar até 40.000 o número de mortos vítimas de câncer causado pela radiação. Os pesquisadores usaram cálculos teóricos baseados no modelo de Hiroshima.

O cálculo foi feito da seguinte forma: pegaram o número de mortos por conta do acidente e multiplicam por 10 que será aproximadamente o número de pessoas que ainda virão a sofrer impactos da tragédia de Chernobyl.

4.3 KYSHTYM (1957)

Após a Segunda Guerra Mundial, a União Soviética estava empenhada em alcançar o poderio nuclear dos Estados Unidos. O governo contratou cientistas renomados para trabalhar em um programa que deu origem a uma dúzia de usinas atômicas pelo país, incluindo a construção da usina de Mayak, próxima à pequena cidade de Kyshtym. Mas a pressa em erguer o projeto foi negligente em relação à segurança.

No dia 29 de setembro, uma falha no sistema de refrigeração do compartimento de armazenamento de resíduos nucleares causou uma explosão em um tanque com 80 toneladas de material radioativo. As partículas liberadas contaminaram a região de Mayak e cidades próximas num raio de 800km. Como a cidade de Ozyorsk, sede da tragédia, não integrava oficialmente o mapa soviético, o acidente nuclear ficou conhecido como "O Desastre de Kyshtym", em referência à cidade vizinha.

Na ocasião, o governo russo forçou a evacuação de 10 mil pessoas das áreas afetadas, privando-as de explicações. Só uma semana depois, com o surgimento dos primeiros efeitos físicos e anomalias, é que a população foi oficialmente informada sobre o acidente nuclear. Estima-se que pelo menos 200 pessoas morreram de câncer em decorrência da exposição à radiação.

4.4 THREE MILE ISLAND (1979)

O maior acidente nuclear da história dos Estados Unidos, com nível 5 na Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES), ocorreu na usina de Three Mile Island, perto de Harrisburg, capital da Pensilvânia. Em 28 de março de 1979, uma pequena válvula foi aberta para aliviar a pressão do reator nuclear, mas, por uma falha técnica, a válvula não voltou a fechar e causou o vazamento de água fervente dentro do núcleo, já superaquecido.

A fusão parcial na usina conseguiu ser controlada e não causou mortes nem ferimentos entre os trabalhadores ou membros das comunidades vizinhas, mas trouxe muitas mudanças relativas à regulamentação das centrais nucleares e sistemas de segurança capazes de responder a emergências.

4.5 TOKAIMURA (1999)

Sede da indústria nuclear japonesa há mais de 60 anos, Tokaimura, a 140 km de Tóquio, foi palco de um dos piores acidentes envolvendo usinas de energia atômica no Japão.

Em 30 de setembro de 1999, funcionários de uma fábrica de reprocessamento de urânio usaram quantidades excessivas do elemento metálico radioativo em um reator desativado há mais de um ano. Mais de 600 pessoas foram expostas à radiação alta liberada após uma reação nuclear descontrolada no reator. (COPPE)

4.6 GOIÂNIA (1987)

No Brasil, em 13 de setembro 1987, um acidente radiológico envolveu o Césio-137, poluente tóxico sem níveis seguros de exposição. Uma cápsula contendo o elemento foi encontrada nos escombros do Instituto Goiano de Radioterapia e vendida a um ferro velho.

A luminescência do césio atraiu a atenção de moradores da região que o passaram de mão em mão. Mais de 800 pessoas foram contaminadas e pelo menos outras 200 morreram devido aos efeitos da radiação. (ref)

4.7 FUKUSHIMA (2011)

No dia 11 de março de 2011, o Nordeste do Japão foi atingido por um terremoto de 9 graus na escala Richter. O epicentro foi bem próximo ao litoral e a poucos quilômetros abaixo da crosta terrestre. Foi o maior terremoto de que se tem registro histórico a atingir uma área densamente povoada e com alto desenvolvimento industrial. Mesmo para um país de alto risco sísmico e cuja cultura e tecnologia se adaptaram para tornar esse risco aceitável, tal evento, numa escala de probabilidade de 1 em cada 1.000 anos, superou toda capacidade de resposta desenvolvida ao longo de séculos pelo Japão.(IAEA)

A maior parte das construções e todas as instalações industriais com riscos de explosões e liberação de produtos tóxicos ao meio ambiente, tais como refinarias de óleo, depósitos de combustíveis, usinas termoeletricas e indústrias químicas, localizadas na região atingida colapsaram imediatamente, causando milhares de mortes e dano ambiental ainda não totalmente quantificado. Mas as 14 usinas nucleares das três centrais da região afetada

resistiram às titânicas forças liberadas pela Natureza. Todas desligaram automaticamente e se colocaram em modo seguro de resfriamento com diesel-geradores, após ter sido perdida toda a alimentação elétrica externa.(IAEA)

A onda gigante (tsunami) que se seguiu ao evento inviabilizou todo o sistema diesel de emergência destinado à refrigeração de 4 reatores da Central Fukushima-Daiichi e os levou ao status de grave acidente nuclear, com perda total dos 4 reatores envolvidos, devido ao derretimento dos seus núcleos e com liberação de radioatividade para o meio ambiente após explosões de hidrogênio, porém sem vítimas devido ao acidente nuclear.

A necessidade de remoção das populações próximas à área da central se tornou imperiosa, e todo o plano de emergência nuclear foi mobilizado num momento em que o país estava devastado. Porém, no fim de 2011, as restrições de acesso a 5 áreas evacuadas num raio entre 10 km e 20 Km foram canceladas, com a população autorizada a retornar a suas residências.

De acordo com os especialistas em radiação, as emissões decorrentes do acidente não atingiram níveis que possam causar danos irreparáveis ao meio ambiente ou à saúde das pessoas (mesmo para os trabalhadores envolvidos nos processos de emergência). (IAEA)

4.8 ESCALA INTERNACIONAL DE ACIDENTES NUCLEARES

Em 1990 a IEA e outros órgãos internacionais definiram a escala internacional para eventos nucleares (INES) como padrão internacional para definição dos acidentes nucleares no mundo.

Tabela 6.1 - Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES)					
	Nível Descrição	Impacto fora da área da instalação	Impacto na área da instalação	Degradação da defesa em profundidade	Exemplos
ACIDENTES	7 Acidente grave	Liberação grave - múltiplos efeitos para a saúde e o meio ambiente			Central nuclear de Chernobyl, Ucrânia, 1986
	6 Acidente sério	Liberação importante - possibilidade de exigência de aplicação integral das contramedidas previstas			Usina de reprocessamento de Kyshtym, Rússia, 1957
	5 Acidente com risco fora da área da instalação	Liberação limitada - possibilidade de exigência de aplicação parcial das contramedidas previstas	Danos graves no núcleo do reator/barreiras radiológicas		Reator de Windscale, UK, 1957 Three Mile Island, EUA, 1979
	4 Acidente sem risco importante fora da área da instalação	Liberação pequena - exposição do público entorno dos limites prescritos	Danos importantes no núcleo do reator, barreiras radiológicas, exposição fatal de um trabalhador		Central de Saint-Laurent, France, 1980 Takai-mura, Japão, 1999
INCIDENTES	3 Incidente sério	Liberação muito pequena - exposição do público a uma fração dos limites prescritos	Dispersão grave da contaminação, efeitos agudos sobre a saúde de um trabalhador	Quase acidente – perda total das barreiras de segurança	Central de Vandellós, Espanha, 1989
	2 Incidente		Dispersão importante da contaminação, superexposição de um trabalhador	Incidente com falhas importantes nos dispositivos de segurança	
	1 Anomalia			Anomalia além do regime de operação autorizado	
	0 Abaixo da escala	Nenhuma importância com relação			
	Evento fora da escala				
Fonte: Mongelli, 2006					

Tabela 1 – Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES)

5. NOÇÃO DE RISCO

De acordo com Rebelo (2001) a noção de risco é uma noção pré-científica; no entanto existem diferentes versões quanto à origem da utilização

do conceito, sendo que muitos autores associam à emergência da noção de risco às viagens marítimas no período pré-moderno (Idade Média), ligada à segurança marítima, sendo usada para designar os perigos associados às navegações (Lupton, 1999).

Risco é o potencial avaliado das consequências prejudiciais que podem resultar de um perigo, expressa em termos de probabilidade e severidade, tomando como referência a pior condição possível. (CENIPA)

O interesse crescente pelo estudo dos riscos e a crescente bibliografia sobre o assunto permite atualmente falar-se já das “ciências do risco” e “ciências do perigo”, designadas de Ciências Cindínicas (Rebelo 2000; 2001). No entanto, mesmo depois de se formar como ciência, continua a não existir um conceito universalmente aceito da palavra risco.

6. RISCOS TECNOLÓGICOS

Os avanços científicos e tecnológicos alcançados no século passado trouxeram para uma parcela significativa da população mundial, um aumento na expectativa e na qualidade de vida, mas por outro lado introduziram em nosso cotidiano ‘novos riscos’ advindo do uso intensificado de tecnologias modernas. Este impasse tem levado a sociedade a um aprofundamento nas questões sobre os riscos tecnológicos. (QUEIRÓS- 2007)

Neste século há uma iminente conscientização do público leigo quanto aos riscos recorrentes da área tecnológica. Sua evolução perpassa pela fatalidade e assume novos contornos, especialmente quanto aos riscos corporificados decorrentes das novas tecnologias. O critério de confiança no

gerenciamento de riscos é posto em evidência em face de sua complexidade na sociedade globalizada.(QUEIRÓS- 2000)

Nem todo avanço científico e tecnológico vem acompanhado de expectativas positivas pela sociedade. Muitos são recebidos com inquietação e ansiedade, devido aos conhecidos efeitos colaterais decorrentes da inovação tecnológica que, normalmente, apresentam riscos consideráveis. Essa postura é válida para a questão nuclear, cujo atual debate polariza seus defensores e opositores em relação à ausência ou presença de um risco tecnológico associado à instalação de reatores nucleares, fenômeno verificado não apenas no Brasil, mas no mundo inteiro. (ELAINE - 2005)

7. AVALIAÇÃO E GESTÃO DE RISCO (ANÁLISE DE RISCO)

Qualquer recorte analítico que fizermos no estudo epistemológico da noção e conceito de risco produzirá arestas, de um ou outro lado. Por exemplo, os estudos sobre percepção do risco vieram, num primeiro momento, compor um quadro que se desenhava anteriormente, o da Avaliação do Risco. A percepção é incorporada como forma de enriquecer o modelo teórico elaborado para este processo que tinha em vista a gestão. Em vista disso, embora distintas, estas duas abordagens aparecem frequentemente intimamente associadas.

Estes estudos estão fortemente comprometidos com a visão objetivista, entendendo que estudos de identificação, avaliação e gestão do risco podem diminuir a incerteza que convivemos diariamente. William D. Rowe, ao definir risco, avaliação e gestão do risco, numa obra publicada pela American Society of Civil Engineers, atesta esta afirmação:

[...] risco é 'o inconveniente de uma aposta'. [...] a probabilidade de uma aposta ter uma consequência involuntária ou voluntária, evitável ou inevitável, controlável ou incontrolável. [...] avaliação do risco [...] significa estimar o risco e a gestão do risco significa a redução ou controle do risco para um nível 'aceitável', se é que este nível pode ser explicitamente determinado. Na verdade estes dois processos são inseparáveis desde que a incerteza em um afete os nossos julgamentos sobre o outro e vice versa (ROWE, 1987, p.1-2).

Análise do risco é a uma ferramenta de análise política que usa uma base composta do conhecimento científico e da ciência da informação política para auxiliar na tomada de decisões. A análise do risco é, portanto, um subsídio para a teoria da decisão, sua importância e utilidade é derivada de suas aplicações e do sucesso da resolução das decisões envolvidas (ROWE, 1987, p.2).

É verdade que a percepção do risco é trazida nos modelos de avaliação e gestão do risco, mas seu pressuposto é diferente. Em geral, a escolha das pessoas e a sua percepção é vista como "obscurecida", ou velada, sendo que os cientistas possuem meios de determinar exatamente o risco que esta pessoa corre, enquanto elas não são capazes disso. Assim Dyer e Sarin parecem entender a questão (exemplificando a posição geral) em seu texto sobre Measuring risk attitudes in risk analysis (DYER & SARIN, 1986). Os autores trabalham o descompasso existente entre a probabilidade de certos acidentes ocorrerem (matematicamente) e a percepção das pessoas acerca deles.

Um exemplo é a comparação entre acidentes de carro e acidentes nucleares. Aproximadamente 50.000 pessoas morrem todos os anos em acidentes de automóvel, mas por enquanto nenhuma vida foi perdida nos Estados Unidos devido a um acidente nuclear. Apesar destes fatos, muitas pessoas mostram pouca preocupação com a segurança automotiva, mas se opõem à energia nuclear porque acreditam não estar a salvo (DYER & SARIN, 1986, p.221).

Os autores salientam que as pessoas têm diferentes percepções em relação às diferentes tecnologias, e que é necessário entender que “[...] os fatores que influenciam estas atitudes podem ser úteis para as políticas públicas, especialmente aquelas direcionadas à introdução de novas tecnologias” (CENIPA)

A análise do risco torna-se muito útil para a gestão dos riscos, já que supõe que se pode reduzir a frequência ou a gravidade das consequências de um acidente tecnológico ou de uma catástrofe natural (Queirós, 2000). No entanto, este tipo de abordagem, independentemente de ser eficaz ou não, nem sempre é tolerado socialmente.

AVALIAÇÃO

Uma vez confirmada a presença de perigos para a segurança operacional, é necessário algum tipo de análise para avaliar o potencial de prejuízos ou danos. (CENIPA)

Tipicamente, esta avaliação do perigo supõe três considerações:

- a) A probabilidade de que o perigo produza um evento perigoso (quer dizer, a probabilidade de consequências prejudiciais em

caso de que se permita que as condições inseguras subjacentes persistam);

- b) A gravidade das possíveis consequências prejudiciais, ou o resultado de um evento perigoso; e
- c) O índice de exposição aos perigos.

8. PERCEPÇÃO DE RISCO

A percepção do risco é produto do cruzamento da periculosidade dos elementos naturais com as experiências vividas, depende da inserção dos indivíduos num dado evento (quotidiano ou esporádico), da função que ocupam em determinado contexto social, dos aspectos culturais, as histórias de vida, e das pressões ambientais (Silva, 2002; Navarro e Cardoso, 2005). Assim a percepção do risco está intimamente ligada aos valores, e ao mesmo tempo, limitada pelo nível escolar e frequentemente confundida pela linguagem (Queirós, 2000).

Os indivíduos constroem a sua própria realidade e avaliam o risco de acordo com as suas percepções subjetivas. Este processo mental de formação da percepção do risco, é de extrema complexidade ao incluir as experiências que o indivíduo adquiriu ao longo da sua vida e refletindo igualmente a sua esfera sociocultural e ideológica. Acontece às comunidades científica e política defrontarem-se com diversas percepções da população acerca do risco porque os indivíduos o constroem de forma diferenciada (RENN, 2004).

9. RAZÃO E EMOCÃO EM TORNO DA ENERGIA NUCLEAR

Por mais que a sociedade possa se manifestar favorável à energia nuclear, poucos são os que querem assumir o risco de tê-la perto de si. Aceita-se a energia nuclear, contanto que esteja a uma distância segura o suficiente para não apresentar riscos de contaminação radioativa. Essa postura é chamada, no jargão ambientalista, de síndrome NIMBY, do inglês *Not in my backyard* (não no meu quintal), ou seja, que cada um cuide dos seus próprios problemas com relação ao lixo em geral e ao lixo radioativo em particular. Mobilizações populares contra a tecnologia nuclear revelam a percepção dominante a respeito da existência do risco, e em última instância, manifestam o desejo social de não convivência com esse risco.(PHILIPPE-)

10. METANALISE E REVISAO SISTEMATICA

A revisão sistemática (sinônimos: *systematic overview*; *overview* ; *qualitative review*) é uma revisão planejada para responde a uma pergunta específica e que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos, e para coletar e analisar os dados destes estudos incluídos na revisão. Os métodos estatísticos (meta-análise) podem ou não ser utilizados na análise e na síntese dos resultados dos estudos incluídos. Assim, a revisão sistemática utiliza toda esta estruturação para evitar viés – tendenciosidade - em cada uma de suas partes.

10.1. HISTÓRICO DA REVISÃO SISTEMÁTICA E DA METANÁLISE

A história da revisão sistemática e da metanálise não é tão recente. Começa no início do século XX, embora sua popularidade tenha crescido somente no final da década de 90. A primeira metanálise foi publicada em 1904 no BMJ (Pearson, 1904) e sintetizava resultados de apenas dois estudos.

Foi só em 1955 que apareceu a primeira revisão sistemática sobre uma situação clínica, publicada no JAMA (Beecher, 1955). Antes dessa data, surgiram algumas publicações abordando métodos estatísticos para combinar resultados de estudos independentes (Yates, 1938; Cochran, 1954).

O termo metanálise surge pela primeira vez em 1976, em artigo da revista Educational Research (Glass, 1976). A era das revisões sistemáticas com metanálises na área de saúde consolidou-se no final da década de 80 com a publicação do livro Effective Care During Pregnancy and Childbirth (Chalmers, 1989). Duas outras publicações da mesma época, uma em cardiologia (Yusuf, 1985) e outra em oncologia (EBCTCG, 1988), tiveram grande importância.

Em 1992 foi fundado o Centro Cochrane do Reino Unido, dando início à Colaboração Cochrane. Nesse mesmo ano, uma publicação no BMJ (Chalmers, 1992) enumera os objetivos de uma colaboração dedicada a facilitação e disseminação de revisões sistemáticas. Também no ano de 1992 apareceram as duas primeiras teses de doutoramento que consistiam em revisões sistemáticas com metanálises, uma na Inglaterra (Jadad, 1994) e outra no Brasil (Mari, 1994).

Em 1994 são definidas, numa outra publicação no BMJ (Dickersin, 1994), as estratégias de busca de ensaios clínicos aleatórios em bases de

dados. Em 2001, no fascículo 2 da Biblioteca Cochrane, foram publicadas 1.000 revisões sistemáticas e 876 projetos de revisões sistemáticas. A marca de 1.000 revisões reflete a dedicação de milhares de pessoas envolvidas com a Colaboração Cochrane no mundo todo.

10.2. O que é uma revisão sistemática?

Uma revisão sistemática, assim como outros tipos de estudo de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema.

Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada. As revisões sistemáticas são particularmente úteis para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada terapêutica / intervenção, que podem apresentar resultados conflitantes e ou coincidentes, bem como identificar temas que necessitam de evidência, auxiliando na orientação para investigações futuras. (CASTRO- 1998)

Ao Proporcionar, de forma clara e explícita, um resumo de todos os estudos sobre determinada intervenção, as revisões sistemáticas nos permite incorporar um espectro maior de resultados relevantes, ao invés de limitar as nossas conclusões à leitura de somente alguns artigos.

Outras vantagens incluem a possibilidade de avaliação da consistência e generalização dos resultados entre populações ou grupos clínicos, bem como

especificidades e variações de protocolos de tratamento. É importante destacar que esse é um tipo de estudo retrospectivo e secundário, isto é, a revisão é usualmente desenhada e conduzida após a publicação de muitos estudos experimentais sobre um tema. Dessa forma, uma revisão sistemática depende da qualidade da fonte primária.

Existe inconsistência na terminologia usada para se descrever revisões sistemáticas, considerando que algumas incluem uma síntese estatística dos resultados dos estudos e outras não. Autores apontam que revisões sistemáticas com metanálise são diferentes de outras revisões por seu componente metanalítico

Metanálise é a análise da análise, ou seja, é um estudo de revisão da literatura em que os resultados de vários estudos independentes são combinados e sintetizados por meio de procedimentos estatísticos, de modo a produzir uma única estimativa ou índice que caracterize o efeito de uma determinada intervenção. Em estudos de metanálise, ao se combinar amostras de vários estudos, aumenta-se a amostra total, melhorando o poder estatístico da análise, assim como a precisão da estimativa do efeito do tratamento (COCHRANE).

A posição ocupada pela revisão sistemática na hierarquia da evidência ilustra a sua importância para a clínica e a pesquisa. Nessa hierarquia, quando procuramos por evidência sobre a eficácia de intervenção ou tratamento, estudos de revisão sistemática com metanálise ou sem ela, que incluem ECA (ensaio clínico aleatório) e estudos experimentais, tendem geralmente a disponibilizar evidência mais forte, ou seja, são estudos mais adequados para

responder a perguntas sobre a eficácia de uma intervenção (AKOBENG AK, 2005; J CLIN NURS, 2003) .

Essa hierarquia norteia os critérios de classificação de níveis de evidência para diferentes tipos de estudo (prognóstico, diagnóstico, terapêutico, estudos de prevalência e de análise econômica).

Antes de se iniciar uma revisão sistemática, três etapas precisam ser consideradas, quais sejam: definir o objetivo da revisão, identificar a literatura e selecionar os estudos possíveis de serem incluídos. Essas etapas preliminares são importantes, uma vez que auxiliam os pesquisadores a adequar a pergunta norteadora da revisão com base na informação disponível sobre o tema de interesse. Cabe destacar que uma revisão sistemática segue a estrutura de um artigo original, incluindo seções de introdução, métodos, resultados e discussão. (COCHRANE)

10.3. O que é metanálise?

Primeiramente, esse tema abordado talvez seja o que possua maior problema de definição na literatura: Metanálise. Com muita frequência, o termo aparece significando uma revisão completa, que inclui busca na literatura, extração de dados e combinação dos dados quantitativos; outra vezes o termo é restringido à descrição da síntese quantitativa de diferentes estudos dentro de uma revisão. Existem autores que descrevem metanálise como uma revisão sistemática quantitativa (LAU, 1997); outros, mais especificamente, como a combinação estatística de pelo menos dois estudos, para produzir uma estimativa única.

Na primeira definição formal na literatura científica, metanálise é “a análise estatística de uma coleção de resultados de estudos individuais, com o objetivo de integrar os resultados” (GLASS, 1976). O termo metanálise é normalmente utilizado para se referir às revisões sistemáticas que utilizam a metanálise.

O prefixo meta tem origem no grego e significa “além”, “transcendência”, “reflexão crítica sobre”. A grafia da palavra frequentemente gera discussão (GUIMARÃES, 2010)¹⁵. O termo meta-analysis foi incluído entre os Medical Subject Headings (PubMed) ou Descritores em Ciência da Saúde (Biblioteca Virtual em Saúde) em 1992, o que permite a utilização desse descritor para identificar metanálises publicadas na Medline na LILACS.

Para que o produto de uma metanálise, como síntese quantitativa de uma revisão, seja fidedigno, é extremamente importante que os estudos-fonte dos dados originais tenha sido avaliados com critérios tais que se possa confiar na adequação de sua associação com a finalidade de chegar a um resultado integrado. Para isso não são suficientes apenas métodos estatísticos, pois eles não têm poder para tornar prescindível a avaliação metodológica de cada um dos estudos (LAU, 1997).

11. OBJETIVOS

- Entender a potencialidade da Revisão sistemática da literatura como metodologia de análise de estudos perceptivos sobre risco nuclear;
- Realizar estudo sobre a divulgação sobre percepção de risco nuclear na literatura mundial.

Este trabalho procura estudar a revisão sistemática dos últimos 30 anos relacionados a energia nuclear para que seja possível compreender melhor a percepção de risco da população mundial em relação a área nuclear.

12. – METODOLOGIA

O modelo usado nesta pesquisa foi revisão sistemática de estudos publicados. Os critérios de inclusão foram estabelecidos a priori na definição das palavras de interesse e estudos aceitáveis.

12.1- Escolha de fontes de referencia

Foi feita uma revisão bibliográfica em periódicos indexados, livros, compêndios, teses e dissertações. Também foi efetuada a revisão eletrônica no idioma português e inglês, tendo como preceito os critérios de inclusão e exclusão da revisão sistemática, buscando obter todas as informações necessárias e relevantes ao estudo de perceptivo sobre risco nuclear no período dos últimos 30 anos.

12.2 - Palavras chave

As palavras chave desta pesquisa constituíram em: energia nuclear, o medo, o terrorismo e percepção de risco. Palavras que são sempre de alguma forma relacionados com a dificuldade de aceitação da população mundial com a energia nuclear em geral.

12.3 - Critérios adotados

Todo material levantado durante o período dos últimos 30 anos foi utilizado como amostra, respeitando os critérios pré-estabelecidos, que estão determinados e orientados a seguir:

Os **Critérios de inclusão** adotados foram:

- a) **Publicações completas** em periódicos nacionais e internacionais nos idiomas inglês e português.
- b) **Publicações completas** ou resumos vinculados em meios de comunicação não indexados, como revistas e jornais, mas reconhecidamente idôneos.
- c) **Livros e relatórios técnicos** oficiais de editoras e instituições idôneas.
- d) **Compêndios oficiais.**
- e) **Sítios eletrônicos** oficiais e seguros, com credibilidade e confiança, como os da USP, PUBMED, MEDLINE, CNEN, PORTAL CAPES, utilizando-se descritores, como: *Energia nuclear, medo, terrorismo e percepção de risco.*

De acordo com Rodgers; Knalf (1993), para a credibilidade da revisão sistemática das publicações, a amostra deve corresponder a 30% do total identificado. Assim, foi seguindo esse critério que se constituiu a amostra usada para a Revisão Sistemática deste estudo.

Os **Critérios de exclusão** adotados para o material encontrado, de acordo com Ganong (1987), foram os seguintes:

- a) **Duplicidade de artigos ou resultados**, ou seja, **artigos repetidos** publicados em diferentes periódicos ou eventos.
- b) **Artigos cujos resultados eram inconclusivos.**

12.4 - Análise das publicações e aplicações utilizadas

A análise foi orientada por um roteiro de consulta de dados proposto por Ganong (1987) citado por MOI (2004), a saber:

- a) **Nome dos Autores;**
- b) **Título do trabalho;**
- c) **Ano da publicação;**
- d) **Revista ou periódico publicado;**
- e) **Palavra chave;**
- f) **Índice de impacto da revista;**
- g) **Conhecimento sobre o tema definido para estudo** (neste caso, para percepção de risco na área nuclear).

12.5 – Organização da amostra

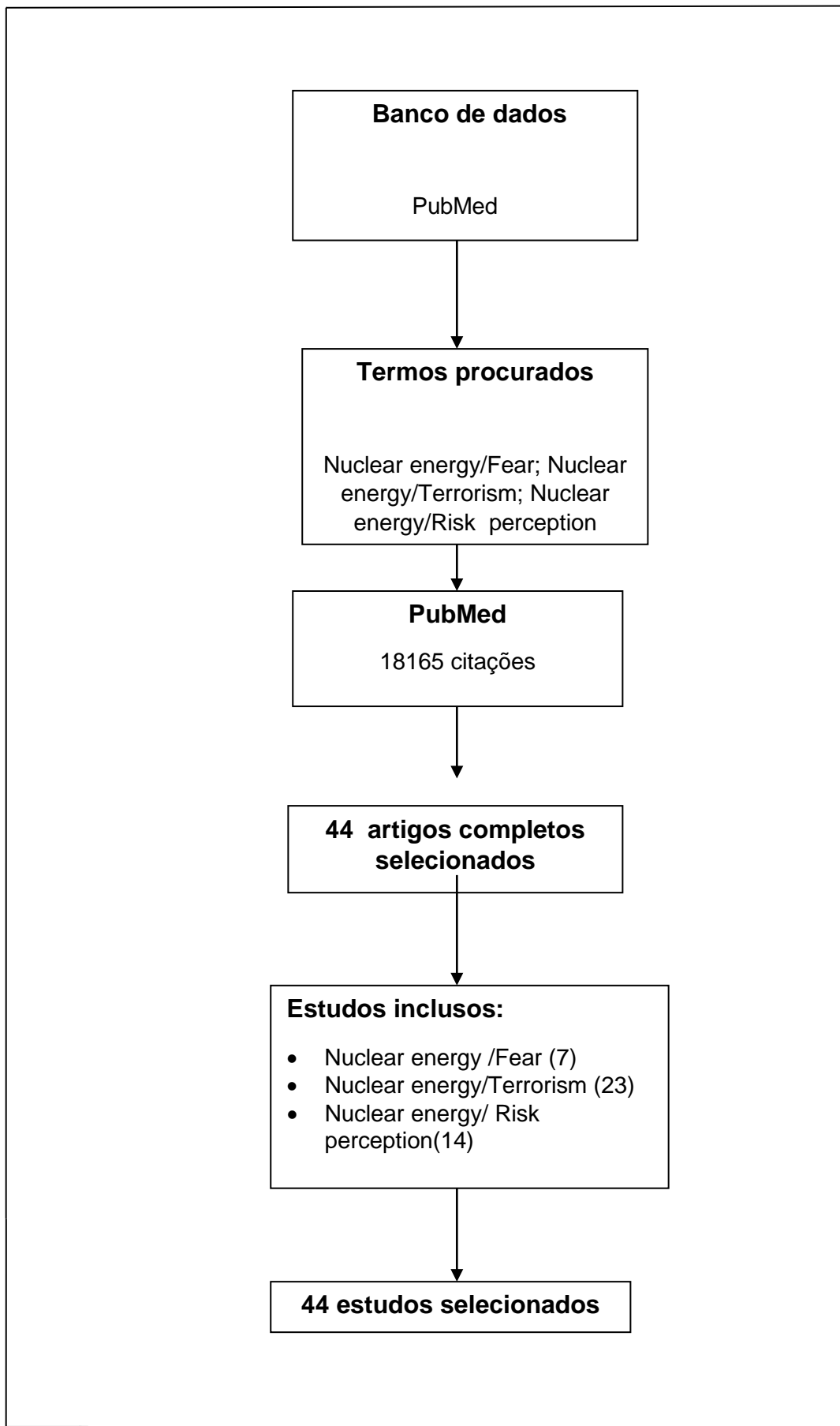
O material apanhado foi classificado obedecendo à ordem dos últimos 30 anos contando do presente ano. Logo após, o material foi agrupado por ano, de acordo com as Palavras chave relacionada (Energia nuclear, percepção de risco, Terrorismo, medo, dentre outros).

12.6 – Seleção da amostra

A seleção foi feita usando-se os critérios de inclusão e exclusão já mencionados. Destaca-se, nesse ponto, a parte fundamental desenvolvida na etapa de seleção, na qual foram aplicados critérios exclusivamente definidos para este trabalho, já que ela tem influência direta na qualidade final do processo de revisão Sistemática. Dentre todas as etapas, a que possui o caráter mais subjetivo, neste trabalho, foi a etapa de seleção, uma vez que os critérios foram estabelecidos exclusivamente para esse trabalho.

Por fim, a análise das publicações (amostral) foi desenvolvida e orientada conforme os critérios mencionados anteriormente, fornecendo fundamentação para elaboração de uma revisão sistemática sobre percepção de risco.

Figura 4. Resultados de pesquisa bibliográfica e disposição estudo



13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento do consumo de energia no mundo, concomitantemente percebeu-se a necessidade de novas fontes de energia para atender a essa demanda. Para isso a comunidade científica voltou-se para a energia nuclear, porém o grande problema é que fontes de energia como essa, a sociedade ainda possui certa preocupação, muitas vezes por falta de conhecimento, comunicação e de uma política voltada para o esclarecimento da população.

A percepção de risco é o principal instrumento para eliminar desvios, incidentes e acidentes; é o ato de ter contato com o perigo por meio dos sentidos e interpretar essas informações e então decidir como fazer.

A Revisão sistemática demonstra-se ser uma metodologia segura e confiável, podendo e devendo ter seu uso disseminado nas diversas áreas de análise e percepção de risco.

A revisão sistemática é uma técnica científica objetiva, eficiente e reproduzível, que permite extrapolar achados de estudos independentes, avaliar a consistência de cada um deles e explicar as possíveis inconsistências e conflitos. Além disso, é uma técnica que aumenta a acurácia dos resultados, melhorando a precisão das estimativas.

A falta de estudos específicos sobre percepção de risco nuclear revela uma importante e preocupante questão relacionada à energia nuclear. A necessidade de informação e divulgação ao público sobre estudos relacionados a energia nuclear, esclarecendo suas dúvidas, para que o mundo pare de temer as novas tecnologias e comece a apreciá-las sem medo.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOUREIRO, M.D., Energia Nuclear, Rio de Janeiro: ed.Bloch; Brasília:

Ministério da Educação e Cultura e Ministério das Minas e Energia, volume 6, 1980. Coleção Biblioteca Educação é Cultura.

GIROTTI, C.A., Estado Nuclear no Brasil, São Paulo: ed. Brasiliense, 1984.

GOMES, R.A., Radiação de Fundo, Ciência Hoje - SBPC, volume 7, novembro de 1987 a maio de 1988.

FRANCA, E.P., Depósitos de Rejeitos Radioativos, Ciência Hoje - SBPC, volume 7, novembro de 1987 a maio de 1988.

FERRARI, N.F. e NASCIMENTO, I.C., Fusão Termonuclear Controlada, Ciência Hoje - SBPC, volume 7, número 41, 1988.

GAINES, M., Energia Atômica, ed. Melhoramentos, 1969. Brasil em Números, IBGE, volume 5, 1997.

CANCELON, PHILIP, and ROBERT. Crisis Contained: The Department of Energy at Three Mile Island: A History .Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 1980.

Anais do Seminário: Alternativas para uma Política Energética, editado por Rogério C. Cerqueira Leite, Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL, dezembro de 1985.

COHEN, BERNARD .L Before It's Too Late, A Scientist's Case for Nuclear Energy. New York: Plenum Press, 1983. This 1981 recipient of the American Physical Society Bonner Prize for basic research in nuclear physics explains nuclear energy to the layman.

EDELSON, EDWARD .The Journalist's Guide to Nuclear Energy.Nuclear Energy Institute, 1994.

GLASSTONE, SAMUEL Sourcebook on Atomic Energy. Princeton:D. Van Nostrand Company, 3rd ed., 1979.An encyclopedic compilation of useful atomic energy information.

GROVES, LESLIE R . Now It Can Be Told, The Story of the Manhattan Project. New York: Harper, 1975. The history of the Manhattan Engineering District's wartime project bythe man who directed it

HEWLETT, RICHARD, AND OSCAR ANDERSON .The New World, 1939-1946. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press, 1990. Vol. I of the official history of the AEC tells the story, from the vantage point o fun restricted access to the records, of the early efforts of scientists to understand the nature of atomic fission, the control of such fission in the exciting and successful wartime atomic bomb project, and the immediate postwar problems with the control of atomic energy.

HEWLETT, RICHARD, AND FRANCIS DUCAN. Atomic Shield, 1947-1952 . Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press, 1990. Vol. II of the official history of the AEC. Begins with the Commission's assumption of responsibility for the Nation's atomic energy program, and follows the course of developments on both the national and international scene to the end of the Truman Administration and the first test of a thermonuclear device.

HOLL, JACK. M, ROGER.M, ANDERS, ALICE.L.BUCK AND PRENDICE D.DEAN. United States Civilian Nuclear Power Policy, 1954-1984: A History. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 1985.

KRUSCHKE, EARL ROGER AND BYRON M.JACKSON .Nuclear Energy Policy: A Reference Handbook. Santa Barbara, Calif.: ABCCLIO, 1990. Designed to serve as both a one-stop information source and a guide to in depth exploration.

MAZUZAN, GEORGE AND J. SAMUEL WALKER. Controlling the Atom: The Beginnings of Nuclear Regulation, 1946-1962. University of California Press, 1985. The first comprehensive study of the early history of nuclear power regulation.

RHODES, RICHARD .The Making of the Atomic Bomb , Touchstone, 1988.

RHODES, RICHARD .Nuclear Renewal: Common Sense about Energy, Viking, 1993.

SMYTH, HENRY D. Atomic Energy for Military Purposes . Princeton: Princeton University Press, 1976. The classic account of the atomic energy program in the United States,

PAULO GRANJO - Quando o conceito de Risco se torna perigoso - Análise Social, vol. XLI (181), 2006,

ALAN. M, ANDRÉ G LIMA, Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, CP 6154, 13084-971 Campinas - SP, Brasil Recebido em 18/5/05; aceito em 14/2/06; publicado na web em 30/8/06.

CORDEIRO .M ALEXANDRE . Grupo de Estudo de Revisão Sistemática do Rio de Janeiro (GERS-Rio) Rev. bras. fisioterapia., São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007 ©Revista Brasileira de Fisioterapia

ERIC. J.HOBSBAWM – Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo 2001

GREENBERG M E TRUELOVE HB. Energy choices and risk beliefs: is it just global warming and fear of a nuclear power plant accident?2011

CUTTLE. J. M, POLLYCOVE M . Nuclear energy and health: and the benefits of low-dose radiation hormesis.

FITZGERALD .J .After Fukushima: managing the consequences of a radiological release.

CUTTLE JM Health effects of low level radiation: when will we acknowledge the reality?

MIHAI LT, Ionizing radiation--understanding and acceptance.

SIMON SL , A comparison of independently conducted dose assessments to determine compliance and resettlement options for the people of Rongelap Atoll.

See interviews with Harold Denton, Gene Schenck, and Bob Long. The American Experience. *Meltdown at Three Mile Island*. Enhanced Transcript

Autores	Título	Ano	Revista	JCR	Conclusão	Palavras chaves	Relevância com o tema
Greenberg M & Truelove HB	Energy choices and risk beliefs: is it just global warming and fear of a nuclear power plant accident?	2011	Risk Analysis	2.3	O medo de acidentes nucleares aumenta o interesse da população em energia proveniente do carvão.	Fear Nuclear energy	***
Cuttler JM, Pollycove M	Nuclear energy and health: and the benefits of low-dose radiation hormesis.	2009	Dose response	1.9	Autoridades reguladoras devem executar e comunicar efeitos reais na saúde pela energia nuclear caso ocorra um aumento desse tipo de produção de energia.	Fear Nuclear energy	***
Fitzgerald J, et. Al/	After Fukushima: managing the consequences of a radiological release.	2012	Biosecurity and bioterrorism	1.9	Preparação de relatórios para avaliação de segurança e biossegurança com políticas e estudos para reduzir a exposição de radiação para a população em casos de acidente.	Fear Nuclear energy	***
Cuttler JM	Health effects of low level radiation: when will we acknowledge the reality?	2007	Dose response	1.9	Aperfeiçoar os estudos antes criar medo inadequado na população em relação a radiação e passar a divulgar aplicações importantes e necessárias como as da área tecnológica ou da saúde.	Fear Nuclear energy	***
Mihai LT, et. Al/	Ionizing radiation--understanding and acceptance	2005	Health physics	1.6	Através de pesquisa estatística foi analisada o quanto é importante que autoridades de proteção radiológica tenha uma melhor comunicação com o público, afirm de melhorar o conhecimento da radiação ionizante, seus riscos ,segurança e emprego na energia nuclear civil.	Fear Nuclear energy	***
Simon SL, et. Al/	A comparison of independently conducted dose assessments to determine compliance and resettlement options for the people of Rongelap Atoll.	1997	Health physics	1.6	Relatório feito com objetivo de resumir metodologia, pressupostos e conclusões das recomendações relacionadas a mitigação e opções de reaceantamento, discutindo únicos aspectos programáticos do estudo e considerar os resultados para o futuro das pessoas de Rongelap.	Fear Nuclear energy	*
Loken MK & Feinendegen LE	Radiation hormesis: its emerging significance in medical practice	1993	Investigative radiology	4.8	Consideração da eliminação de conceitos de paradigmas da radiação do pensamento científico.	Fear Nuclear energy	**
Jargin SV	Debate on the Chernobyl disaster: on the causes of Chernobyl overestimation	2012	International Journal of health services	1.7	Discussão a respeito do acidente de Chernobyl e a partir dele as dificuldades do desenvolvimento mundial da energia nuclear.	Terrorism Nuclear energy	***
Marples B,et. Al/	Pulmonary injury after combined exposures to low-dose low-LER radiation and fungal spores	2011	Radiation resarch	2.6	Exposição de micróbios infectiosos e fator de confusão após terrorismos nucleares.Após estudo dados mostram que a inalação de esporos de fungos junto com a exposição de radiação altera a susceptibilidade dos pulmões a radiação induzida por lesão.	Terrorism Nuclear energy	*
Waller EJ	Combined hardware--software considerations for triage of internally contaminated personnel	2010	Radiation protection dosimetry	0.8	Discussão a respeito da aplicação de um software que deva ser rico em dados, mas acessível através da interface de usuário simples. Praticar um exercício em ambiente de emergência radiológica como equipamente é fundamental para sua eficácia numa emergência real.	Terrorism Nuclear energy	***
Vander Beken T, et. Al/	Security risks in nuclear waste management: Exceptionalism, opaqueness and vulnerability	2010	Journal of environmental management	3.2	Análise de alguns potenciais de risco de segurança, em matéria de terrorismo ou outros tipos de crime como fraude na gestão de resíduos nucleares e insits de criminologistas.	Terrorism Nuclear energy	*

Andersson KG, <i>et.al</i>	Requirements for estimation of doses from contaminants dispersed by a 'dirty bomb' explosion in an urban area.	2009	journal of environmental radioactivity	1.3	Metodologias conceituais são apresentados onde descrevem os vários componentes de dose com base no tempo do conhecimento integrados e concentrações de contaminantes do ar. Também a dispersão atmosférica em uma cidade de diferentes tipos de possíveis contaminantes a partir de uma "bomba suja".	Terrorism Nuclear energy	**
Korkmaz A, <i>et.al</i>	The use of melatonin to combat mustard toxicity. REVIEW.	2008	Neuro endocrinology letters	1.6	Propomos que aberrações epigenéticas podem ser responsáveis por efeitos prejudiciais de atraso envenenamento mustarda. Portanto, como um modulador putativo epigenético, a melatonina pode também ser benéfico para indivíduos com toxicidade retardada de mustarda de enxofre.	Terrorism Nuclear energy	*
Harding G	X-ray diffraction imaging--a multi-generational perspective.	2009	Applied radiation and isotopes	1.1	Orientações para o desenvolvimento futuro da imagem de difração em aplicações de seleção são delineadas.	Terrorism Nuclear energy	*
Tofani A, Bartolozzi M.	Ranking nuclear and radiological terrorism scenarios: the Italian case.	2008	Risk Analysis	2.3	Desenvolvimento de um critério quantitativo para classificar os diferentes cenários de terrorismo nuclear e radiológico. O resultado do método de classificação indica que o cenário atraente parece ser a detonação de um baixo rendimento dispositivo nuclear improvisado na área metropolitana de uma grande cidade.	Terrorism Nuclear energy	***
Kant L, Mourya DT.	Managing dual use technology: it takes two to tango.	2010	Science and engineering ethics	0.7	Como a energia nuclear, a maioria das tecnologias pode ter dupla utilização para a saúde e bem-estar, desastre e terror. Múltiplas agências têm que se unir para trabalhar em conjunto para a implementação eficaz de medir várias e também garantir que eles não são nem demasiado restritivo nem intrusiva para desencorajar o desenvolvimento da ciência.	Terrorism Nuclear energy	***
Malliev V, <i>et.al</i>	Mechanisms of action for an anti-radiation vaccine in reducing the biological impact of high dose and dose-rate, low-linear energy transfer radiation exposure.	2007	Radiation biology, radioecology		Os Resultados sugerem que uma vacina anti-radiação podem ser desenvolvidas para uso profilático contra danos causados pela radiação induzida por exposição aguda a doses significativas de Transferência de Energia baixo linear da radiação para os seres humanos, incluindo os trabalhadores nucleares, pilotos comerciais e militares, astronautas , operadores de navios e possivelmente até mesmo a população civil em caso de um evento de terrorismo nuclear.	Terrorism Nuclear energy	***
Keegan RP, & Van Ausdein L.	Fissile material detection using a prompt fission neutron chamber system.	2007	Applied radiation and isotopes	1.1	Prevê-se que, pelo menos, 1 g de material fissil pode ser detectada em menos de 5 segundos.	Terrorism Nuclear energy	***

Kamenopoulou V	Nuclear security and radiological preparedness for the olympic games, athens 2004: lessons learned for organizing major public events.	2006	Health physics	1.6	Este programa adotou uma cobertura multi-área de segurança nuclear, incluindo a proteção física de instalações nucleares e radiológicos, prevenção do contrabando de materiais radioativos através de fronteiras, a prevenção da dispersão desses materiais para as instalações olímpicas, o reforço da preparação e resposta a eventos radiológicos , modernização da infra-estrutura técnica, o estabelecimento de novos procedimentos para avaliar a ameaça e resposta a incidentes radiológicos, e treinamento de pessoal pertencente a várias organizações envolvidas no Plano Nacional de Resposta de Emergência. Por fim, a estreita colaboração das autoridades	Terrorism Nuclear energy	***
Noguchi TT, et Al	Preparedness for terrorist attack in the United States--the role of forensic pathologists and medical examiners.	2005	the japanese journal of legal medicine	2.7	Treinamento de preparação de urgencia atual inclui os planos para manter a continuidade do negócio de governo, manter seguro os registros eletrônicos, manipulação de múltiplas fatalidades amplamente difundida através de envoltório e mantenha programa em vários sites.	Terrorism Nuclear energy	***
Conklin WC	Proposed framework for cleanup and site restoration following a terrorist incident involving radioactive material.	2005	Health physics	1.6	Funcionários do governo em todos os níveis terão de enfrentar pressão para dizer como limpo é limpo o suficiente e como rapidamente as pessoas podem voltar a entrar em áreas afetadas	Terrorism Nuclear energy	***
Remick AL, et Al	U.S. national response assets for radiological incidents	2005	Health physics	1.6	fornecimento de uma visão geral dos ativos mais importantes federais: O Sistema de Triagem de Radiológica aproveita os cientistas e engenheiros de armas a nível nacional , laboratórios para fornecer interpretação espectroscopia gama para agências de resposta a um incidente.Armas da Guarda Nacional de massa equipes Destruição Civil de suporte foram criados para apoiar estados e municípios resposta a eventos de terrorismo.	Terrorism Nuclear energy	***
González AJ	Lauriston S. Taylor Lecture: Radiation protection in the aftermath of a terrorist attack involving exposure to ionizing radiation.	2005	Health physics	1.6	o terrorismo radiológico e de gestão e suas potenciais consequências radiológicas	Terrorism Nuclear energy	***
Aleksandrov VD,	Application of neutron generators for high explosives, toxic agents and fissile material detection.	2005	Applied radiation and isotopes	1.1	Os métodos de nêutrons são boas ferramentas para ensaios não destrutivos de materiais perigosos . Discutem-se as amostras de vários sistemas para a detecção de altos explosivos na bagagem , identificação de agentes tóxicos em munições químicas , e também para a prevenção do tráfico ilícito de elementos fisséis na bagagem dos passageiros.	Terrorism Nuclear energy	**
Scott BR & Peterson VL	Risk estimates for deterministic health effects of inhaled weapons grade plutonium	2003	Health physics	1.6	Os riscos foram avaliados para letalidade e morbidade. Os resultados obtidos foram comparados com os novos dados de estudos em animais e epidemiológicos. Nossos resultados sugerem que modelos NUREG/CR-4214 para avaliar o risco de letalidade de radionuclídeos inalados podem precisar de alguma revisão modesta, à luz dos novos dados.	Terrorism Nuclear energy	*
Chapin, et al	Nuclear Power Plants and Their Fuel as Terrorist Targets	2002	New York Times / www.sciencemag.org		Cuidados em respeito a Usinas nucleares e seu combustível como alvos terroristas.Para que a energia nuclear seja usada como algo positivo para a população e não como "munição " para terroristas.	Terrorism Nuclear energy	***

Helfand I, et. Al	Nuclear terrorism	2002	BMJ	13.66	A existência de arsenais de armas nucleares no mundo, a possibilidade de terrorismo nuclear permanece. Em última análise, a única forma de eliminar esse perigo é eliminar essas armas e estabelecer rigoroso controle internacional de todos os materiais fisséis que poderiam ser usadas para fazer novas armas.	Terrorism Nuclear energy	***
Champ MA	Ocean storage of nuclear wastes?	2001	Marine pollution bulletin	2.5	Armazenamento no oceano pode ter maiores obstáculos técnicos e políticos do que opões em terra, mas pode proporcionar uma maior proteção ao longo do tempo, porque nega a ameaça do terrorismo, que, portanto, merecem um estudo mais aprofundado.	Terrorism Nuclear energy	**
Werbos PJ	Energy and population: transitional issues and eventual limits.	1990	NP G forum series		O tamanho da população é essencial para as necessidades de energia dos EUA. A importância e o futuro do óleo combustível é discutida, assim como a transição para fontes de energia sustentável: conservação, energias renováveis, nuclear e carvão. Dependência do petróleo só pode ser mudado através do tempo e da infusão de dinheiro.	Terrorism Nuclear energy	**
Levy K, et. Al	An Internet-based exercise as a component of an overall training program addressing medical aspects of radiation emergency management.	2000	Prehospital and disaster medicine	1.2	A nova aplicação da tecnologia de telecomunicações como parte de uma atividade de treinamento na preparação acidente de radiação pode ajudar a eliminar as discrepâncias em formação neste domínio em que a preparação é essencial, mas exercícios de campo de experiência e prática ainda faltam.	Terrorism Nuclear energy	*
Seidl R, et. Al	Perceived Risk and Benefit of Nuclear Waste Repositories: Four Opinion Clusters.	2012	Risk Analysis	2.3	Ciência social estabeleceu que a percepção de riscos e benefícios, a confiança nas autoridades e opinião sobre a energia nuclear desempenham papéis importantes na aceitação. Avaliações de risco, em particular, e benefício parece fundamental para a formação de opinião.	Risk perception Nuclear energy	***
Kanda R, et. Al	Perceived risk of nuclear power and other risks during the last 25 years in Japan.	2012	Health physics	1.6	Em geral, a percepção de risco do povo japonês, independentemente do sexo, idade e ocupação, têm sido uniformes durante os últimos 25 anos. As equipes femininas de escritório têm consistentemente julgado energia nuclear como mais arriscada durante os últimos 25 anos, enquanto que o julgamento pesquisadores flutuou com eventos como o acidente de Chernobyl.	Risk perception Nuclear energy	***
Jenkins-Smith HC, et. Al	Beliefs about radiation: scientists, the public and public policy.	2009	Health physics	1.6	Entre os membros do foco o público leigo se desloca para a relação entre crenças sobre os riscos da radiação e preferências políticas para energia nuclear e opções nucleares de política de resíduos. São discutidos importância das diferenças e semelhanças nos padrões de crenças dos cientistas e do público leigo.	Risk perception Nuclear energy	***
Kirchsteiger C.	Current practices for risk zoning around nuclear power plants in comparison to other industry sectors.	2006	Journal Hazardous materials	4.1	As diferenças parecem estar mais relacionadas com a percepção de risco do que o potencial de risco real. Por conseguinte, existe uma forte necessidade de ser capaz de comunicar informação de risco para o público, tanto antes como após um acidente. Risco e Zoneamento de emergência em torno de centrais nucleares, um conjunto de recomendações é dado nas áreas de: uma utilização mais abrangente da informação de risco disponível para fins de zoneamento de risco, comunicação de risco; comparativo (energia) avaliação de risco.	Risk perception Nuclear energy	***

Burger J, et Al.	Risk perception, future land use and stewardship: comparison of attitudes about Hanford Site and Idaho National Engineering and Environmental Laboratory.	2001	Journal of environmental management	3.2	Classificação geral para futuros usos do solo foram muito semelhantes entre os locais, indicando que para essas partes interessadas, as terras DOE (departamento de energia) deve ser preservado para pesquisas e recreação. Essas preferências devem ser levados em conta no planejamento de longo prazo a administração.	Risk perception Nuclear energy	**
Kellerer AM.	Risk estimates for radiation-induced cancer--the epidemiological evidence.	2000	Radiation and environmental biophysics	1.6	Informações dosimétricas novas em nêutrons podem vir a ser altamente informativa a respeito de um limite superior para os efeitos potenciais de nêutrons e igualmente em relação a uma reavaliação - e uma possível redução de estimativas de risco para os raios gama.	Risk perception Nuclear energy	*
Hüppe M, et al.	Effects of distance, age and sex upon attitudes toward nuclear power plants: an empirical study.	1999	International journal of hygiene and environmental medicine	3.8	A percepção de risco é diferente referindo-se a usinas nucleares e obras da indústria química. Mulheres e idosos relataram atitudes mais negativas. Além disso, os resultados confirmam a hipótese de uma relação em forma de U invertido entre a força de atitudes negativas para com usinas nucleares e distância de habitação para a planta. Os resultados são melhor explicados por modelos psicobiológicos de estresse.	Risk perception Nuclear energy	***
Modan B.	Radiation policy: a decision-making model.	1997	Environmental health perspectives	6.1	Valores sociopolíticos e econômicos desempenham um papel importante na interpretação dos dados disponíveis. Assim, o uso da energia nuclear é uma função de pressões de risco / benefício, alternativas disponíveis, e custo. Três estudos de caso - trabalhadores das usinas nucleares, crianças irradiadas para uma condição essencialmente benigna, e segurança alimentar - são usados para ilustrar as decisões políticas polares.	Risk perception Nuclear energy	***
Osei EK, et Al.	Risk ranking by perception.	1997	Health physics	1.6	O conhecimento sobre os factores que influenciam a percepção de risco pode aumentar a compreensão de diferentes pontos de vista trazidos em controvérsias de risco, melhorar a comunicação de risco e facilitar a formulação de políticas.	Risk perception Nuclear energy	***
Wiegman O, et Al.	Perception of nuclear energy and coal in France and The Netherlands.	1995	Risk Analysis	2.3	Os resultados indicam que os franceses tinham uma percepção de risco maior e uma atitude mais negativa em relação à energia nuclear do que os holandeses. Mas eles também avaliar os benefícios da utilização da energia nuclear a ser maior.	Risk perception Nuclear energy	***
Hinman GW, et Al.	Perceptions of nuclear and other risks in Japan and the United States.	1993	Risk Analysis	2.3	Os resultados mostram que as pessoas de ambos os países têm o maior nível de medo em direção a eliminação dos resíduos nucleares, acidentes nucleares e guerra nuclear, ainda maior do que seu medo do crime e da AIDS.	Risk perception Nuclear energy	***

[illegible]