

WORKING PAPERS  
DIREITO DA ENERGIA

n.º 4 • 2016

**VIVIAN DE CASTRO MORALES LEAL**

*Nuclear Governance no Contexto Pós-Fukushima*



## **EDIÇÃO**

Instituto Jurídico  
Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra

## **COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Daede | Departamento de Altos Estudos em Direito da Energia  
Faculdade de Direito  
Universidade de Coimbra

## **COORDENAÇÃO CIENTÍFICA**

Suzana Tavares da Silva

## **CONCEPÇÃO GRÁFICA | INFOGRAFIA**

Ana Paula Silva

## **CONTACTOS**

daede@fd.uc.pt  
www.fd.uc.pt/daede  
Pátio da Universidade | 3004-528 Coimbra

## **ISBN**

978-989-8787-48-4

## NUCLEAR GOVERNANCE NO CONTEXTO PÓS-FUKUSHIMA

**Resumo:** Após o acidente nuclear em Fukushima, o debate acerca dos riscos da utilização da energia nuclear a nível global, nomeadamente para a produção energética, foi retomado pelos correspondentes atores internacionais. Nesse sentido, o presente trabalho tenciona analisar a adequação da estrutura normativa internacional vigente, em termos de proteção e segurança de instalações e atividades nucleares, bem como o seu cumprimento por parte dos Estados detentores de programas nucleares, tendo em conta a imprescindibilidade da aplicação e aprimoramento da governança nuclear no contexto de uma ordem nuclear mundial.

**Palavras chaves:** *acidente nuclear; Fukushima; energia nuclear; produção energética; estrutura normativa internacional; cumprimento e governança nuclear.*

## NUCLEAR GOVERNANCE IN THE CONTEXT OF THE FUKUSHIMA ACCIDENT

**Abstract:** After the nuclear accident in Fukushima, the debate of the risks in utilising nuclear energy on a global level, mainly due to electricity production, was resumed by the international players. Therefore, the current paper aims to analyse the adequacy of the international framework in force, in terms of nuclear safety and security of the nuclear facilities and activities, as well as its compliance by the States with nuclear programmes, considering the indispensability of the application and improvement of nuclear governance within the framework of a global nuclear regime.

**Keywords:** *nuclear accident; Fukushima; electricity production; international framework; compliance and nuclear governance.*

## 1. Introdução

A energia nuclear, cujo fundamento de produção de eletricidade decorre da geração de uma enorme quantidade de energia, em virtude do processo de fissão nuclear do urânio, foi utilizada para fins pacíficos, pela primeira vez, em 1954, quando então entrou em operação a estação comercial de geração de energia elétrica Obninsk, na antiga União Soviética.

Em razão da instabilidade no fornecimento de combustíveis fósseis, países como a Inglaterra, Estados Unidos, França, inclusive o Japão, iniciaram programas nucleares, que posteriormente, foram paulatinamente ampliados. Eis que no meio termo, tendo em vista os acidentes nucleares das estações de *Three Miles Island* e de *Chernobyl*, figuraram como objeto de uma série de questionamentos pautados na segurança e proteção nuclear das correspondentes instalações e atividades nucleares.

A despeito dos riscos impostos pelo uso da energia nuclear, e concretizados por acidentes passados, bem como pelo recente evento nuclear na planta de Fukushima Daiichi, no Japão, em março de 2011, afora minorias contrárias, o cenário nuclear resta com integrantes que ratificam suas posições quanto à manutenção das respectivas indústrias nucleares, aos quais são somados novos participantes, com planos de início, expansão ou retomada de projetos de geração de energia nuclear.

É que a oportunidade de deter uma matriz cujo enorme fornecimento de eletricidade requer uma pequena quantidade de combustível, no caso o urânio, presente em países politicamente estáveis, como a Austrália e o Canadá, sinaliza a garantia de segurança energética.

Atrelada a vantagens de ordem ambiental, como a ausência de emissões de CO<sub>2</sub> diretamente decorrentes do uso de referida fonte energética, viabilizando o alcance das metas fixadas pelo Protocolo de Kyoto<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Acerca das vantagens sinalizadas pelo uso da matriz energética nuclear, consulte THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident and Crisis Management: Lessons from Japan-U.S. Alliance Cooperation*, 2012, 6-7; e Ioannis N. KESSIDES, *The future of the nuclear industry reconsidered: Risks, uncertainties, and continued potential*, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team, 2012, 2-7.

Ademais, o desenvolvimento da indústria nuclear implica no acúmulo de tecnologias de alta complexidade, a ela inerentes, ampliando seu portfólio de conhecimentos técnicos, e oferece oportunidades aos países com pretensões de crescimento e dinamização econômica.

Todavia, o último acidente nuclear na estação de Fukushima retoma o questionamento acerca da necessidade não somente do aprimoramento do regime nuclear internacional, como de igual modo de seu cumprimento por parte dos atores internacionais, em especial no âmbito da *proteção nuclear*, cujo conceito geral bem como ideias conexas nos propomos esclarecer no presente trabalho, a fim de analisar, a partir dessa perspectiva, possíveis causas que resultaram no evento japonês, as repercussões a nível internacional dele decorrentes e o papel da governança nuclear na resolução de tais problemáticas.

## 2. Perspectiva Geral do Regime Nuclear Internacional

Apesar dos benefícios decorrentes da utilização da matriz energética nuclear, enfatizados em razão da necessidade de redução da emissão dos níveis de carbono e da demanda crescente no suprimento de energia, em proporções mundiais, nomeadamente em cotejo com as demais fontes fósseis e renováveis, sua inserção no *mix energético* de um Estado, requer uma análise ponderada, ao menos em relação à consonância da estrutura interna institucional, legislativa e técnica com os desafios inerentes ao uso da energia nuclear.

O desenvolvimento da indústria nuclear exige por parte não apenas do país em questão e dos respectivos operadores, como de igual modo de todos os atores nela envolvidos, a ausência imprescindível de falhas na sua operacionalização.

Eis que os efeitos altamente nocivos da radioatividade ou da radiação ionizante, em decorrência da liberação de material radioativo, causada por erros na utilização da energia nuclear, em relação à saúde e vida humana, bem como ao meio ambiente, se estendem a curto, médio e longo prazo, e são de alcance local, nacional, inclusive transfronteiriço.

Nesse sentido, a imprescindibilidade na determinação de critérios de proteção e segurança nuclear em caráter global, principalmente após os acidentes nucleares nas estações de Three Miles Island, em 1979, nos Estados Unidos, e de Chernobyl, em 1986, na Ucrânia (integrante da antiga União Soviética)<sup>2</sup>, implicou na edição de uma série de instrumentos internacionais.

## 2.1. Instrumentos internacionais

Tais instrumentos internacionais imputam obrigações e responsabilidades aos Estados, em cuja jurisdição é utilizada a energia nuclear<sup>3</sup>, as quais denotam a necessidade de estabelecimento e cumprimento de padrões de elevado nível de proteção e segurança nuclear na referida indústria<sup>4</sup>, por parte de todos os envolvidos, ainda que os preceitos se dirijam diretamente aos países.

Em caráter ilustrativo<sup>5</sup>, alguns dos referidos acordos se concretizaram na Convenção sobre a notificação rápida de um acidente nuclear de 1986<sup>6</sup>, na Convenção sobre assistência em caso de acidente nuclear ou emergência radiológica

<sup>2</sup> Para mais informações a respeito de ambos os acidentes nucleares, confira respectivamente: <<http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Three-Mile-Island-accident/>> e <http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Chernobyl-Accident/>>. Acesso em 05 de junho de 2013.

<sup>3</sup> Tais instrumentos integram como partes contratantes principalmente os países que fazem uso da energia nuclear para fins de geração de energia elétrica.

<sup>4</sup> Na verdade, respectivos instrumentos internacionais são endereçados a três áreas específicas, proteção, segurança e salvaguarda nucleares, que integram o conceito dos 3 S, respectivamente: *safety*, *security* e *safeguards*. Tais conceitos serão tratados no tópico 2.4, todavia, o conteúdo do presente trabalho focará precipuamente na proteção nuclear, em razão da temática abordada.

<sup>5</sup> A par de tais instrumentos, em matéria de *proteção nuclear* foram editados tantos outros, como a Convenção de Viena sobre a responsabilidade civil por danos nucleares de 1977 e a Convenção de Paris sobre responsabilidade de terceiros no domínio da energia nuclear de 1968, figurando como depositário a IAEA (assim como em relação aos instrumentos internacionais citados no texto) e a OECD/NEA – Organisation for Economic Cooperation and Development/Nuclear Energy Agency.

No âmbito da *segurança nuclear* foram adotadas a Convenção Internacional para a repressão de bombardeios terroristas de 2001, Resolução do Conselho de Segurança da ONU n. 1373 (2001), Resolução do Conselho de Segurança da ONU n. 1540 (2004), Código de Conduta da IAEA sobre a Segurança Tecnológica e Física das Fontes Radioativas, Convenção para a supressão de atos de terrorismo nuclear de 2007, a já citada Convenção sobre a proteção física de materiais nucleares de 1987 – com significativas emendas em 2005, entre outros.

<sup>6</sup> Todas as datas aludidas nas respectivas convenções tanto no corpo do texto como em nota de rodapé se referem à entrada em vigor do instrumento.

de 1987, na Convenção sobre a proteção física de materiais nucleares de 1987 – com significativas emendas em 2005, que ampliaram seu escopo –, na Convenção sobre segurança nuclear de 1996 e na Convenção conjunta sobre a segurança da gestão do combustível irradiado e a segurança da gestão dos resíduos radioativos de 2001<sup>7</sup>.

A maior parte dos instrumentos elencados possui caráter obrigatório em relação às partes contratantes. Todavia, no tocante à proteção nuclear<sup>8</sup>, a Convenção sobre a segurança nuclear, cujo texto estabelece suas bases primordiais, é tratada como uma convenção de incentivo, isto é, não prevê mecanismos coercitivos e sancionatórios quanto ao seu cumprimento por parte dos Estados signatários.

No entanto, pelo fato de estabelecer critérios gerais de elevado nível de proteção nuclear<sup>9</sup>, cuja aplicabilidade se estende a todas as instalações nucleares<sup>10</sup>, desde seu projeto até sua desativação, figura como um dos instrumentos mais importantes em termos de reforço do regime nuclear global do qual é integrante<sup>11</sup>.

Isso porque o cumprimento, bem como o aprimoramento por parte dos Estados contratantes de seus preceitos, tais como a obrigação de desenvolvimento de uma estrutura legislativa e regulatória interna, que incorpore as disposições

<sup>7</sup> Para maiores detalhes do texto das aludidas convenções, confira <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/index.html>>. Acesso em 05 de junho de 2013.

<sup>8</sup> Apesar do termo *safety*, integrado no conceito dos 3 S, possuir uma acepção muito mais ampla do que proteção nuclear, para fins de facilitar o desenvolvimento da temática então abordada, optamos pelo uso da referida expressão, cujo conceito deve ser então entendido nos moldes da definição atribuída a *safety*, tratada no tópico 2.4.

<sup>9</sup> Apesar da convenção em questão adotar a expressão *segurança nuclear*, seu escopo se insere na área do termo *safety*, que no presente trabalho, optamos por traduzir como proteção nuclear, apesar de não corresponder ao seu sentido integral, conforme observação na nota anterior de n. 9, justamente para evitar confusões com o outro âmbito do conceito dos 3 S, que seria o da *security*.

<sup>10</sup> Instalação nuclear possui acepção ampla, sendo definida pela Agência internacional de energia atômica como uma instalação, que inclui construções e equipamentos a ela associados, na qual é produzido, processado, utilizado, manejado, armazenado ou descartado material radioativo.

V. International Atomic Energy Agency, *IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection*, edição de 2007, Viena, 2007, 130-131.

<sup>11</sup> É nesse sentido o entendimento Agência internacional de energia atômica: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – THE INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP (IAEA/INSAG), *Strengthening the global nuclear safety regime: INSAG-21*, Viena, 2006, 9.

de proteção nuclear elencadas<sup>12</sup>, e de criação de um organismo regulador com efetiva independência em relação aos demais órgãos, responsáveis pela promoção da energia<sup>13</sup>, são verificados através de revisões especializadas, as chamadas *peer reviews*.

Tais revisões se qualificam como reuniões periodicamente realizadas pelas partes contratantes, e secretariadas pela Agência internacional de energia atômica – IAEA (*International Atomic Energy Agency*) – cujo escopo é a análise quanto ao cumprimento pelos signatários dos dispositivos da Convenção, por meio dos relatórios apresentados por cada qual, acerca das medidas implementadas nesse sentido.

Em contrapartida, são realizadas recomendações de aprimoramento por parte dos demais signatários.

De fato, a realização de revisões especializadas viabiliza não somente a observância das disposições da Convenção, desenvolvendo o quadro interno de proteção em matéria nuclear, por parte dos Estados, como de igual modo confere dinâmica ao próprio texto do instrumento, ao permitir propostas de implementação de medidas, no sentido de aprimorá-lo, obstando inclusive à sua constante alteração<sup>14</sup>.

## 2.2. IAEA Safety standards

Com o propósito de viabilizar o cumprimento, primordialmente pelos Estados contratantes, dos referidos instrumentos internacionais, foram editados pela Agência internacional de energia

<sup>12</sup> Referida obrigação é disposta no artigo 7.º, n. 1 da Convenção, sendo que o n. 2 do mesmo dispositivo elenca em caráter ilustrativo, os critérios a serem adotados pelas partes no delineamento de tal estrutura legislativa e regulatória interna, tais como “(i) um sistema de licenciamento respeitante a instalações nucleares e a proibição da operação de uma instalação nuclear não autorizada;” e “(iv) a implementação dos regulamentos aplicáveis e das condições das licenças, incluindo suspensão, modificação ou revogação.”.

<sup>13</sup> Tal responsabilidade quanto ao órgão regulador é descrita no artigo 8.º da Convenção.

<sup>14</sup> A despeito das vantagens identificadas em relação às revisões especializadas no âmbito da Convenção sobre a segurança nuclear, a Agência internacional de energia atômica (IAEA/ INSAG – International Atomic Energy Agency / The International Nuclear Safety Group) aponta para a necessidade de alterações do texto do próprio instrumento, inclusive quanto aos mecanismos atuais de *peer reviews*, que ampliam muito o rol temático em suas discussões, obstando que sejam focadas dadas questões relacionadas à proteção nuclear, de extrema relevância. *Strengthening the global nuclear safety regime*, 9-10.

atômica – IAEA – parâmetros de proteção nuclear, que se relacionam ainda com o aspecto da segurança em matéria nuclear<sup>15</sup>.

Em verdade, tais standards sinalizam um consenso internacional na determinação do que constitui um elevado nível de proteção nuclear em relação ao ser humano e ao meio ambiente, face aos efeitos nocivos da radioatividade.

Tendo em conta que seu escopo é destinado à orientação do delineamento da estrutura normativa interna, cujo conteúdo concretiza as obrigações e responsabilidades acordadas a nível internacional, os *safety standards* figuram em três complementares níveis hierárquicos, consonante o seu grau de cumprimento e o tipo de norma por eles direcionada.

Nesse sentido são divididos em *Safety fundamentals*, *Safety requirements* e *Safety guides*<sup>16</sup>.

Os *safety fundamentals* ou fundamentos de proteção nuclear constituem princípios erigidos com o objetivo de proteger o homem e o meio ambiente em relação aos efeitos danosos da radiação ionizante<sup>17</sup>.

Haja vista referido escopo, eleito no próprio texto dos *standards* de proteção nuclear, seu âmbito de aplicação, imediata e inarredável, alcança todas as circunstâncias que implicam em riscos de radioatividade<sup>18</sup>, inclusive as instalações e

<sup>15</sup> Tais standards são direcionados precipuamente à área do *safety*, componente da ideia inserida no conceito dos 3 S – *safety*, *security* e *safeguards*. Entretanto, pelo fato de que, em regra, uma medida adotada para um de tais âmbitos implicar na efetivação de outro, os parâmetros da IAEA são de igual modo direcionados à matéria de segurança nuclear.V. IAEA, *Fundamental Safety Standards: Safety Fundamentals n. SF-1*, IAEA *Safety Standards*, Viena, 2006, 4.

<sup>16</sup> Consulte o esquema dos *Safety Standards*, editados pela IAEA na figura 1 do Anexo

<sup>17</sup> Os *safety fundamentals* são divididos em dez princípios, direcionados a partir do objetivo elencado, qual seja, “proteger pessoas e o meio ambiente dos efeitos danosos da radiação ionizante”. Alguns desses princípios imputam a responsabilidade primordial pela proteção nuclear aos responsáveis pelas instalações e atividades nucleares, isto é, aos operadores e em âmbito internacional, ao Estado em cuja jurisdição restam tais instalações e atividades – princípio 1. Ainda demandam por parte dos países, a instituição de uma estrutura legal efetiva e de um órgão regulador independente - princípio 2, bem como tratam de um efetivo sistema de gestão de nível elevado de proteção nuclear (*safety*), que inclua a gestão de riscos de radioatividade -princípio 3.

Para maiores detalhes, confira *ibidem*, 3 s.

<sup>18</sup> Os riscos da radioatividade são definidos pela IAEA como a probabilidade ou a efetiva ocorrência de efeitos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, em decorrência da exposição à radiação.

atividades<sup>19</sup> que a tais dão ensejo, bem como se estende a medidas protetivas destinadas à redução desses riscos.

Dada sua abrangência, tais princípios orientam a estruturação de políticas nacionais atreladas à proteção nuclear, bem como a interpretação e aplicação de requerimentos legais específicos<sup>20</sup>.

Ainda, acoplados ao objetivo de proteção face aos riscos da radiação ionizante, conferem as bases para a modulação do plano legislativo, concernente aos requerimentos e práticas de proteção nuclear, endereçados à proteção de indivíduos e do meio ambiente, e aos aspectos protetivos em matéria nuclear, de instalações e atividades.

Por sua vez, os *safety requirements* ou requerimentos de proteção nuclear são requerimentos delineados com o intuito de dar concretude ao objetivo eleito nos *safety fundamentals*, sendo seu conteúdo em conformidade com os princípios nestes insertos.

Tais requerimentos, divididos em gerais e específicos<sup>21</sup>, orientam primordialmente a estrutura regulatória nacional, admitindo em relação às atividades e instalações já existentes um período de adaptação para a sua adoção.

Por fim, atrelados aos requerimentos de proteção nuclear, os *safety guides* atuam como guias de boas práticas na sua implementação, alcançando o estado da arte do nível elevado de proteção nuclear<sup>22</sup>.

Seu campo de aplicabilidade se restringe às disposições regulatórias, permitindo-se a inobservâncias de tais guias, caso mecanismos alterna-

V. IAEA *Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection*, edição de 2007, Viena, 2007, 156.

<sup>19</sup> Instalações e atividades nucleares possuem uma acepação ampla, compreendendo todas as fontes de radiação ionizante, bem como atividades de gestão de resíduos radioativos, transporte de material radioativo e qualquer outra prática ou circunstância que possa expor o ser humano à radiação decorrente de fontes naturais ou artificiais.

Cf. IAEA, *ibidem*, 81.

<sup>20</sup> V. IAEA, *Handbook on Nuclear Law: Implementing Legislation*, Viena, 2010, 16.

<sup>21</sup> Para uma perspectiva integral de tais requerimentos, tanto os gerais e os específicos, bem como do seu posicionamento em relação aos demais *safety standards*, cf. IAEA, *Long Term Structure IAEA Safety Standards and Current Status: May 2013*, 4 s., disponível em <<http://www-ns.iaea.org/committees/files/CSS/205/status.pdf>>, acesso em 12 de junho de 2013.

<sup>22</sup> Consoante definição pela IAEA/INSAG, *Strengthening the global nuclear safety regime*, 11.

tivos que assegurem o mesmo nível de proteção nuclear, sejam empregados.

Apesar do patamar hierárquico de cada *standard* de proteção em matéria nuclear determinar o seu grau de cumprimento por parte do Estado, referidos parâmetros figuram na condição de *soft law*, tendo em conta que são estabelecidos a partir de um consenso internacional quanto a um nível elevado de proteção nuclear, suscetível de evolução contínua.

### 2.3. Conceito dos 3 S

A integralidade do regime nuclear internacional, inclusive de tais instrumentos e *standards* internacionais são desenvolvidos primordialmente a partir do já mencionado conceito dos 3 S.

A ideia é que a estrutura interna legislativa e regulatória seja moldada em consonância com as três áreas que refletem o referido conceito, *safety*, *security* e *safeguards*, isto é, proteção nuclear, segurança nuclear e salvaguarda.

A definição de *safety*, fundamental para o entendimento da construção do regime nuclear internacional, nomeadamente na temática tratada, é atrelada aos riscos da radioatividade.

Isso porque consiste na proteção do ser humano e do meio ambiente face aos riscos da radiação ionizante, bem como em um elevado nível de proteção nuclear das instalações e atividades, que dão ensejo a tais riscos, cuja presença se dá em circunstâncias normais e anormais, isto é, em consequência de incidentes<sup>23</sup>.

Desse modo as medidas de proteção nuclear, insertas na legislação e regulação interna, serão destinadas a prevenir tais eventos, e a mitigar os efeitos deles decorrentes.

A seguir, o conceito de *security* ou segurança nuclear trata da prevenção, detecção e resposta a atos de sabotagem, roubo, acesso não autorizado, transferência ilegal ou a outro ato malicioso, envolvendo material nuclear, substâncias radioativas ou respectivas instalações, que colocam em risco ou causam danos ao ser humano<sup>24</sup>.

Por fim, a definição de *safeguards* ou salvaguarda consiste em medidas de verificação por par-

<sup>23</sup> Cf. IAEA, *IAEA Safety Glossary*, 173-174.

<sup>24</sup> IAEA, *IAEA Safety Glossary*, 133-134.

te da IAEA em relação ao cumprimento por parte dos Estados do compromisso por tais firmado, que os obsta de utilizarem material nuclear no desenvolvimento de armas nucleares e de dispositivos explosivos<sup>25</sup>.

### 2.3.1. Defesa profunda

O princípio 8 dos fundamentos de proteção nuclear dispõe que todos os esforços práticos devem ser realizados na prevenção e mitigação de acidentes radioativos e nucleares, aos quais estão atrelados os riscos da radiação ionizante, sendo que um dos meios aplicados para tal fim, é o da defesa profunda ou “defense in depth”.

A ideia é combinar uma série de níveis ou mecanismos de proteção, consecutivos e independentes, os quais teriam que incorrer em falhas previamente à ocorrência de danos ao ser humano e ao meio ambiente.

No caso de uma barreira protetiva apresentar defeitos, a subsequente atuará, assegurando que nenhum erro técnico, humano ou organizacional implicará em efeitos danosos, e que a probabilidade de combinações de falhas, ensejando acidentes, é reduzida.

A implementação da defesa profunda requer a junção de vários elementos, tais como um efetivo sistema de gestão, que inclua procedimentos no caso de acidentes, permeado por uma sólida cultura de proteção nuclear, entre outros fatores<sup>26</sup>.

### 2.3.2 Cultura de proteção nuclear

Por sua vez, a cultura de proteção nuclear ou *safety culture* é definida a partir da acepção de cultura organizacional, reunindo características e atitudes no âmbito da organização e por parte dos próprios indivíduos, de modo que estabelecem como prioridade máxima aspectos de proteção nuclear da própria estação, em re-

<sup>25</sup> A verificação por parte da IAEA do cumprimento por parte dos Estados em relação ao uso de materiais radioativos para fins pacíficos, tem como base instrumentos internacionais, como o Tratado de não proliferação de armas nucleares (The Nuclear non proliferation Treaty - The NPT), tratados regionais de zonas livres de armas nucleares e acordos entre Estados e a IAEA. A respeito desse último cf. *ibidem*, 173.

Em relação à definição de *safeguards* v. IAEA, *Handbook on Nuclear Law: Implementing Legislation*, 113.

<sup>26</sup> Nesse sentido v. IAEA, *Fundamental Safety Standards: Safety Fundamentals n. SF-1*, IAEA Safety Standards, Viena, 2006, 13-14.

lação aos quais é conferida atenção conforme sua relevância<sup>27</sup>.

Em verdade, a cultura de proteção nuclear lida com a identificação e gestão das questões concernentes à proteção nuclear, sendo caracterizada pela “accountability”, liderança, integração com as demais atividades da instalação nuclear e por um processo de aprendizado contínuo e dirigido.

### 2.4. Atores internacionais

No âmbito de tal regime nuclear global, integrado por instrumentos internacionais, *standards*, códigos de conduta, entre outros elementos, atuam ao lado dos Estados, organizações inter-governamentais, como a Agência internacional de energia atômica (IAEA – Internacional Atomic Energy Agency) e a Agência de energia nuclear da OCDE (OECD/NEA – Organization for Economic Co-operation and Development/ Nuclear Energy Agency), a Comunidade europeia da energia atômica (EURATOM – European Atomic Energy Community)<sup>28</sup>, redes integradas multinacionais de reguladores e de operadores como a Associação internacional de reguladores nucleares (INRA – International Nuclear Regulators Association) e a Associação mundial de operadores nucleares (WANO – World Association of Nuclear Operators), e demais envolvidos na indústria nuclear, como a Associação nuclear mundial (WNA – The World Nuclear Association), vendedores e fornecedores de estações nucleares, de equipamentos e serviços, redes integradas multinacionais de cientistas, inclusive o público e os meios de comunicação.

<sup>27</sup> Para maiores desenvolvimentos acerca do conceito de cultura, cultura organizacional e da própria cultura de proteção nuclear confira IAEA, *Regulatory Oversight of Safety Culture in Nuclear Installations*, Viena, 2013, 5 s.

<sup>28</sup> A EURATOM foi instituída em 1957 pelo Tratado Euratom, figurando como uma organização independente da União Europeia, com estatuto legal próprio, ainda que seja formada pelos seus Estados-membros e submetida ao Tratado de Lisboa. O escopo do tratado, quando da sua criação, era viabilizar o estabelecimento e o desenvolvimento da indústria nuclear na Europa, incumbido à organização das seguintes funções: promoção de pesquisas, disseminação de tecnologias, edição de standards de proteção nuclear uniformes, estímulo a investimentos, garantir que aos operadores de instalações e atividades nucleares sejam fornecidos de modo equitativo e regular, suprimentos de minérios e combustíveis nucleares, entre outras. V. Ana STANIČ, “EU Law on Nuclear Safety,” *Journal of Energy and Natural Resources Law*, 2010, 146-151 e <[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/euratom/euratom\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/euratom/euratom_en.htm)>. Último acesso em 18 de junho de 2013.

Tendo em conta a complexidade que permeia todas as atividades e instalações nucleares, inclusive quanto aos efeitos decorrentes de falhas na sua operacionalização, podendo envolver países que sequer possuem programas nucleares, as referidas partes, bem como tantas outras, estabelecem entre si *relações de cooperação*, com o escopo primordial de instituir e aprimorar níveis elevados de proteção nuclear<sup>29</sup>.

Inclusive o Estatuto da Agência internacional de energia atômica em seu artigo III, B, n. 1 requer no exercício de suas atividades, a promoção da cooperação internacional.

É a partir do diálogo estabelecido entre os atores internacionais envolvidos na indústria nuclear, nomeadamente os Estados, que a IAEA, como demais organizações tais como a WANO, editaram standards de proteção nuclear<sup>30</sup>, resultados de um consenso instituído no âmbito de tal discussão.

### 3. Nuclear Governance

#### 3.1. Conceito

No contexto de cooperação entre Estados, operadores, reguladores, pesquisadores, fornecedores e demais organizações, exigida na operacionalização de todo o ciclo de instalações e atividades nucleares, especialmente de estações de geração de energia elétrica, é que figura a *nuclear governance* ou governança nuclear.

Na verdade, a *nuclear governance*, inerente ao desenvolvimento da indústria nuclear, constitui a própria interação estabelecida entre as partes nela envolvidas<sup>31</sup>, que permeada pela coope-

<sup>29</sup> De igual modo tratam de estabelecer e desenvolver critérios relacionados às áreas da segurança nuclear e a aspectos de salvaguarda.

<sup>30</sup> A IAEA é autorizada a estabelecer e adotar tais standards pelo próprio Estatuto, no seu artigo III, A, n. 6.

<sup>31</sup> Em uma acepção ampla, o termo *governance* implica na criação ou manutenção de uma ordem política, e na satisfação de interesses comuns a uma dada comunidade política ou de outro nível. Já a *global governance* se refere a regimes internacionais, tais como o regime nuclear, e organizações interestatais internacionais, bem como em estruturas transnacionais, que envolvem diretamente atores não estatais na edição e implementação normativas, e na provisão de serviço. Tanto a governança interestatal como a governança público-privada para além de Estados, devem apoiar-se em modos de direção não hierárquicos, seja via incentivos ou sanções ou via aprendizado e persuasão. V. Thomas Risse, "Transnational governance and legitimacy",

ração, transparência e confiança mútua, é direcionada a solucionar problemáticas, suscitadas no âmbito nuclear, envolvendo uma das áreas inseridas no conceito dos 3 S, *safety, security* ou *safeguards*<sup>32</sup>.

A ideia é que tais relações de cooperação sejam concretizadas por meio de reuniões, conferências, workshops, fóruns, revisões especializadas – *peer reviews*, a fim de viabilizar a troca de experiências, boas práticas, novas tecnologias, lições decorrentes de eventos passados – *lessons learned*, bem como a implementação de sistemas de base de dados, que permita o intercâmbio de informações entre as partes<sup>33</sup>.

Ademais, no contexto da governança nuclear é possível a discussão, análise, aprimoramento, bem como a verificação quanto ao cumprimento pelos Estados e demais envolvidos, dos instrumentos e standards internacionais instituídos.

#### 3.2. Princípios

De toda forma, é a partir da *nuclear governance* que os atores internacionais, inseridos na indústria nuclear podem estabelecer e desenvolver níveis elevados de proteção e segurança nuclear, direcionados a prevenir e mitigar os riscos da radioatividade face ao ser humano e ao meio ambiente.

O que implica na estruturação e manutenção de uma sólida relação de cooperação e coordenação entre as partes, em consonância com os princípios da *good governance*, tais como a transparência, equidade, responsabilização, *accountability*, participação, coerência e eficácia<sup>34</sup>.

*Governance and Democracy: Comparing national, European and international experiences*, Nova York, Routledge/ECPR studies in European political science, 2008, 180-184.

<sup>32</sup> Nesse sentido confira Jan KOOIMAN, *Governing as governance*, Londres: Sage Publications, 2003, 135-152, bem como a discussão da temática "Inovating Nuclear Governance" apresentada na "2011 Carnegie Internacional Nuclear Policy Conference", que apesar de tratar do papel da *nuclear governance*, bem como da necessidade de seu aprimoramento em relação à política de não proliferação de armas nucleares, inicia esclarecendo o seu conceito, em termos amplos, tendo em conta a chamada ordem nuclear global. Disponível em <<http://carnegieendowment.org/2011/03/29/innovating-nuclear-governance/1mgs>>. Acesso em 05 de junho de 2013.

<sup>33</sup> IAEA/INSAG, *Strengthening the global nuclear safety regime*, 7-8 e 13-20.

<sup>34</sup> Conforme a abordagem dada à *good governance* são adotados diferentes princípios, a fim de adequá-la à realidade na qual é aplicada, todavia, princípios fundamentais

A transparência implicaria, por exemplo, na disponibilização de informações consentâneas com o efetivo sistema de proteção e segurança nuclear, adotado em instalações e atividades nucleares, que de igual modo, estariam atrelados a *accountability*, isto é, à prestação de tais dados quando da realização de revisões especializadas.

Tendo em conta que a voluntariedade das partes em tais intercâmbios decorre da assunção das responsabilidades que lhe são respectivas, em especial na garantia de níveis elevados de proteção nuclear na sua indústria nuclear, bem como resulta da confiança, construída no decorrer de referidas interações, de que os demais igualmente cumprirão com as respectivas obrigações.

Ademais, a construção de relações de cooperação e coordenação na fixação de parâmetros de proteção nuclear tão somente é viável a partir da participação de todos os atores envolvidos, de maneira equânime, inclusive de operadores e fornecedores de equipamentos e serviços afetos a instalações nucleares<sup>35</sup>, o que incita por parte destes o cumprimento voluntário dos critérios erigidos, prescindindo-se de qualquer estrutura hierárquica e de mecanismos coercitivos e sancionatórios.

Os standards então erigidos a partir do consenso estabelecido entre as partes, devem ser coerente às decisões políticas que a eles deram origem, bem como implicarem na eficácia da garantia de níveis elevados de proteção e segurança nuclear, quando de sua transposição para a legislação e regulação internas.

A incorporação ou não de tais princípios no quadro de governança adotado por parte de Estados, operadores e demais envolvidos, tanto no contexto de países que figuram na indústria nuclear há tempos, como por aqueles que estão retomando seus programas nucleares, iniciando-os ou com projetos nesse sentido, é uma questão a ser suscitada.

como a transparência e a responsabilização estarão certamente presentes. Nesse sentido v. OECD, *OECD Principles of corporate governance*, Paris, 2004, 15-26; e COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *Governança europeia: um livro branco*, Bruxelas, 2001, 11-12, disponível em <[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2001/com2001\\_0428pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2001/com2001_0428pt01.pdf)>. Último acesso em 19 de junho de 2013.

<sup>35</sup> IAEA/INSAG, *Strengthening the global nuclear safety regime*, 12.

Ademais, a modulação da *governance* no setor nuclear sinaliza o grau de cumprimento dos *standards* de proteção nuclear por partes dos atores internacionais, refletindo em última instância, o nível de proteção nuclear por eles implementado.

## 4. Acidente Nuclear na Estação de Fukushima Daiichi

### 4.1. Panorama do acidente nuclear japonês

De modo a concretizar o teor das aludidas preocupações, no dia 11 de março de 2011, o Japão, terceiro maior produtor mundial de energia nuclear e um dos países com maior experiência na sua utilização, sofreu o segundo pior acidente nuclear na história, envolvendo a estação nuclear de Fukushima Daiichi, qualificado em nível 7 na Escala internacional de evento radiológico e nuclear (International Nuclear and Radiological Event Scale – INES).<sup>36</sup>

O evento, decorrente do terremoto Tohoku, avaliado em 9 na escala Richter e seguido por um tsunami de 14 ou 15 metros, ocasionou a explosão dos compartimentos que revestiam os reatores das unidades 1, 2, 3 e 4<sup>37</sup>, resultando na liberação de material radioativo.

Isso porque as grandes ondas que invadiram o território japonês, implicaram especialmente na interrupção do fornecimento de eletricidade, gás e água, bem como na perda dos sistemas emergenciais de resfriamento dos reatores das unidades 1, 2 e 3, o que ensejou a elevação de temperatura no seu núcleo, e por conseguinte, o derretimento do material radioativo nele

<sup>36</sup> Até março de 2011, previamente ao acidente, o Japão, com 280.25 TWh – Terawatt-hour – de geração de energia nuclear, figurava como o terceiro maior produtor, precedido pelos Estados Unidos e França, cuja produção era de 807.08 TWh e de 410.09 TWh, respectivamente. Tal capacidade de produção energética decorria dos 54 reatores japoneses, 104 reatores americanos e 58 reatores franceses.

Para mais dados v. WORLD ENERGY COUNCIL – WEC, *World Energy Perspective: Nuclear Energy One Year after Fukushima*, Londres, 2011, 10-12.

<sup>37</sup> A estação nuclear de Fukushima Daiichi compreende seis reatores, divididos em unidades 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Tais reatores são de água leve – *light water reactors* – LWR, cujo modelo é o dos reatores de água em ebulição – *boiling water reactors* – BWR, geração 3, 4 e 5, revestidos por compartimentos de modelo designado Mark I e II. Nesse sentido, confira a publicação da – ANS, *Fukushima Daiichi: ANS Committee Report*, 2012, 5-10.

inserido, produzindo uma grande quantidade de hidrogênio no interior dos compartimentos, cujos mecanismos de despressurização de igual modo, falharam<sup>38</sup>.

O material radioativo liberado no meio ambiente resultou na contaminação da atmosfera, águas marítimas e do solo, em relação aos quais, a concentração de radionuclídeos de início, apresentou níveis reduzidos, todavia, no decorrer de análises posteriores, foram verificadas concentrações diversas, inclusive que excediam os limites estabelecidos, em diferentes fontes, como na água potável, alimentos, água das chuvas e redes de esgoto.

Em relação à exposição de seres humanos à radioatividade, a maior parte dos funcionários envolvidos nas operações de emergência nuclear, foram sujeitos a níveis dentro dos limites regulatórios estabelecidos.

Já a população da região de Fukushima foi sujeita a ordens de evacuação em um raio de até 10 km, obstando que, a curto prazo, se verificassem efeitos nocivos à saúde humana, em razão de sua exposição a materiais radioativos<sup>39</sup>.

## 4.2. Causas do evento

Apesar das consequências decorrentes do acidente em Fukushima não serem da mesma gravidade daquelas resultantes em Chernobyl, o evento revela uma série de falhas nos sistemas de proteção e segurança nuclear da estação de Fukushima Daiichi, operada pela empresa ja-

<sup>38</sup> Apesar dos sistemas de medição e controle de atividades sísmicas atuarem no desligamento dos reatores em funcionamento, na estação de Fukushima após a ocorrência do terremoto, o tsunami ao inundar tais instalações, ocasionou a perda dos sistemas de proteção nuclear, inclusive os de energia elétrica de emergência, o que implicou na falha dos demais sistemas de resfriamento e de despressurização. Acerca de mais detalhes do acidente na estação de Fukushima Daiichi, cf. ANS, *ibidem*, 8-14; WEC, *World Energy Perspective*, 12; INSTITUTE OF NUCLEAR POWER OPERATIONS – INPO, *Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station*, 2012, 6-8; THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident*, 9-17; UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION – U.S. NRC, *Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21<sup>st</sup> century: The Near-Term Task Force Review of Insights from the Fukushima Dai-ichi Accident*, 2011, 7-14; James M. ACTON / Mark Hibbs, *Why Fukushima was Preventable*, The Carnegie Papers, Washington, 2012, 3-7.

<sup>39</sup> Em relação aos efeitos do material radioativo liberado, face ao meio ambiente e ao ser humano cf. ANS, *Fukushima Daiichi*, 15-18; THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident*, 14-24 e 29-32.

ponesa TEPCO – Tokyo Electric Power Company, bem como uma governança nuclear deficiente e um quadro institucional problemático, o que reflete inclusive na estruturação regulatória das instalações e atividades nucleares.

### 4.2.1. Falhas na operacionalização da estação de Fukushima

Os relatórios produzidos pelo governo e organizações japonesas e americanas, apontam falhas técnicas e na própria gestão da instalação nuclear, que evidenciam a inobservância das concepções inseridas no conceito dos 3 S, *safety* e *security*, bem como dos instrumentos e *standards* internacionais, por parte dos envolvidos na indústria nuclear no Japão, nomeadamente pelos operadores e reguladores.

As principais deficiências sinalizadas consistem na existência de bases de *design* dos reatores, inclusive das plantas nucleares de Fukushima, inadequadas a prevenir, e principalmente, a mitigar os danos ocasionados por fenômenos naturais extremos, tais como terremotos e tsunamis<sup>40</sup>, acarretando uma série de demais falhas, que combinadas, contribuíram para a explosão das unidades 1, 2, 3 e 4.

Dentre a ocorrência múltipla de tais defeitos nos sistemas de proteção e segurança nuclear da estação japonesa, os de maior relevância, indicados nos referidos relatórios, restam no desempenho limitado de sistemas de resfriamento, principalmente do núcleo do reator e das piscinas de combustível irradiado, e deficiências nos mecanismos de despressurização e ventilação do compartimento do reator, que atuam em conformidade com o conceito da defesa profunda, em casos de interrupções prolongadas no fornecimento de energia e ausência de fontes de corrente elétrica independentes.

Ademais, a ausência de uma avaliação dos riscos atinentes a múltiplas unidades nucleares no mesmo local, a inexistência de recursos de diagnósticos acerca da progressão de acidentes, inconsistências e deficiências nas diretrizes de gestão de acidentes severos, incorporadas pelos operadores, e as incongruências no plano de

<sup>40</sup> Tendo em conta que o Japão é localizado no Anel de fogo do oceano Pacífico, propício à ocorrência de terremotos, e tsunamis de elevada amplitude. Dos 16 maiores terremotos da história, 15 se deram nessa região.

emergência implantado, de igual modo contribuíram para o desfecho do acidente nuclear<sup>41</sup>.

## 5. Papel decisivo da regulação interna na ordem nuclear mundial

### 5.1. Quadro institucional problemático e deficiências na nuclear governance: reflexos na estrutura regulatória

Apesar de tais falhas, elencadas como fatores que implicaram no evento em Fukushima, suas causas primordiais, que denotam inclusive a matriz desses erros, restam na configuração institucional do órgão regulador, e por conseguinte, na estrutura regulatória, bem como na constituição interna da empresa japonesa TEPCO, operadora da instalação, e, na sua atuação, pautada pela adoção de uma governança deficiente.

A agência reguladora japonesa, NISA – Nuclear Industrial Safety Agency – atrelada ao Ministério da economia, comércio e indústria, METI – Ministry of Economy, Trade and Industry<sup>42</sup>, sendo então sujeita à autoridade do órgão governamental, responsável pela promoção da energia nuclear, não possuía autonomia, seja na edição de disposições regulatórias, consentâneas com os níveis elevados de proteção e segurança nuclear, estabelecidos em *standards* e em instrumentos internacionais, seja na fiscalização do seu cumprimento por parte dos atores envolvidos na indústria nuclear, nomeadamente pelos operadores<sup>43</sup>.

Em verdade, a estreita relação entre os operadores, em especial a TEPCO, e o núcleo governamental, ao qual estava submetida a NISA, refletia na própria atuação do regulador, moldada em conformidade com os interesses políticos, principalmente daqueles que representavam os

<sup>41</sup> Para maiores detalhes acerca das falhas apontadas na estação nuclear de Fukushima v. ANS, *Fukushima Daiichi*, 22-26; INPO, *Lessons Learned from the Nuclear Accident*, 9-30; U.S. NRC, *Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21<sup>st</sup> century*, 34-36, 40-42, 45-46; James M. ACTON / Mark HIBBS, *Why Fukushima was Preventable*, 19-24; THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident*, 15-26 e 99-105; Matthew BUNN / Olli HEINONEN, *Preventing the next Fukushima*, Science AAAS, 2011, disponível em <<http://www.sciencemag.org/>>. Acesso em 04 de junho de 2013.

<sup>42</sup> Cf. Masahiko AOKI / Geoffrey ROTHWELL, *A comparative institutional analysis of the Fukushima nuclear disaster: Lessons and policy implications*, National Energy Policy Institute, 2012, 16 e 25; e ANS, *Fukushima Daiichi*, 27-30.

<sup>43</sup> V. James M. ACTON / Mark HIBBS, *Why Fukushima was Preventable*, 12-15.

integrantes do setor nuclear, implicando na chamada *captura regulatória*.

De forma que, sobretudo os *standards* internacionais, apesar de conhecidos, não eram integralmente aplicados na estruturação regulatória da indústria nuclear japonesa, cuja observância ademais, não era verificada de modo imparcial e técnico, através de inspeções acerca das condições de proteção e segurança nuclear, nas instalações e atividades nucleares.

O que evidencia o desrespeito a preceitos primordiais, informados pelo conceito dos 3 S, em especial pelas noções de *safety* e *security*, e presentes em instrumentos internacionais, como na Convenção sobre segurança nuclear e nos *Standards* fundamentais – SF1 – estabelecidos pela IAEA<sup>44</sup>.

Por sua vez, a própria operadora japonesa TEPCO apresentava uma configuração corporativa interna problemática, pautada pela compartimentação burocrática<sup>45</sup>, que enrijecia sua estrutura interna, liderada por diretores, os quais não possuíam expertise em engenharia nuclear, todavia eram altamente qualificados em lidar com relações governamentais e negociações empresariais.

Tais fatores sinalizavam uma *governança nuclear* deficiente, destoante dos princípios da *good governance*<sup>46</sup>, razão pela qual no interior da TEPCO vigorava a concepção de uma comunidade nuclear exclusiva, fechada, obstando a imprescindível troca de informações, experiências, boas práticas, inclusive na gestão de instalações nucleares em condições normais ou anormais, e lições decorrentes, que resultam de relações de

<sup>44</sup> Os preceitos que determinam a estruturação de um quadro legislativo e regulatório internos, direcionados a garantir a proteção nuclear das instalações e atividades nucleares, bem como a instituição de um órgão regulador com efetiva independência, são previstos nos artigos 7.º e 8.º da Convenção sobre segurança nuclear, respectivamente, e inseridos no Princípio 2 dos Princípios fundamentais de proteção nuclear, editados pela IAEA.

Nesse sentido consulte IAEA, *Fundamental Safety Standards: Safety Fundamentals n. SF-1*, IAEA *Safety Standards*, Viena, 2006, 7-8 e o IAEA, *Handbook on Nuclear Law*, 25-29, que orienta os Estados quanto ao delineamento de sua legislação e regulação internas.

<sup>45</sup> Cf. Masahiko AOKI / Geoffrey ROTHWELL, *A comparative institutional analysis of the Fukushima nuclear disaster*, 16; ANS, *Fukushima Daiichi*, 27-29; e James M. ACTON / Mark HIBBS, *Why Fukushima was Preventable*, 28-30.

<sup>46</sup> V. desenvolvimento dos princípios da *good governance* no tópico 3.2.

cooperação, diálogo, transparência e confiança mútua, que deve ser inerente à indústria nuclear internacional<sup>47</sup>.

Não havia pois, a preocupação na atualização quanto ao estado da arte nuclear, estabelecido no contexto de uma governança nuclear global, a fim de dar concretude à regulação interna, *standards* e instrumentos internacionais.

Dessa forma, face a uma atuação vinculada do órgão regulador, bem como a operadores inertes no cenário nuclear internacional, a regulação nuclear, que exerce um papel preponderante na manutenção de elevados níveis de proteção e segurança nuclear, resta extremamente prejudicada.

## 5.2. Regulação interna, standards e nuclear governance

A ideia subjacente ao papel da regulação interna, é a da incorporação dos padrões de proteção e segurança nuclear<sup>48</sup>, estabelecidos a partir de um consenso por parte dos atores internacionais no setor nuclear, sob a forma de disposições específicas que esclareçam os requerimentos impressos na respectiva legislação nacional, e concomitantemente disponham as melhores práticas a fim de se alcançar o estado da arte nas atividades e instalações nucleares.

Em verdade, é através de uma estrutura regulatória sólida que se concretiza as obrigações expressas em instrumentos internacionais, e os *standards* a eles inerentes, em especial a responsabilidade do operador, refletida no Estado, pela proteção nuclear de suas instalações e atividades nucleares<sup>49</sup>, assegurando, em última instância, a tutela do ser humano e do meio am-

<sup>47</sup> INPO, *Lessons Learned from the Nuclear Accident*, 32.

<sup>48</sup> De igual modo a regulação interna é endereçada à área da salvaguarda, a qual não remetemos com frequência por não se tratar do foco no presente trabalho, cujo escopo se restringe ao âmbito da proteção nuclear, e por vezes, ao da segurança nuclear, em razão do caráter complementar de tais conceitos.

<sup>49</sup> O princípio 1 dos fundamentos de proteção nuclear, os *safety fundamentals*, editados pela IAEA, e o artigo 9.º da Convenção sobre segurança nuclear dispõem que a responsabilidade primordial pela proteção nuclear das instalações e atividades que dão ensejo a riscos de radioatividade, cabe ao seu operador, e reflexamente ao Estado, já que lhe compete assegurar que aquele cumpra com as respectivas obrigações. V. IAEA, *Fundamental Safety Standards: Safety Fundamentals* n. SF-1, IAEA *Safety Standards*, Viena, 2006, 6-7.

biente face aos riscos da radioatividade<sup>50</sup>.

De modo que o delineamento da regulação interna deve ter em conta uma abordagem de proteção nuclear pautada em riscos informados<sup>51</sup>, editada e aplicada por um órgão regulador independente<sup>52</sup>, em um contexto permeado pela *good nuclear governance*, no qual não somente os operadores, como também os demais atores internacionais, sobretudo os Estados, estabeleçam redes de relacionamentos, com o escopo de solucionar, de maneira integrada e conjunta, as questões suscitadas na chamada ordem nuclear mundial<sup>53</sup>.

## 6. Repercussões do Acidente a nível Internacional

### 6.1. Política nuclear dos Estados

Após o acidente nuclear na estação de Fukushima Daiichi, tanto o Japão, como demais Estados detentores de programas nucleares iniciaram *testes de stress* em suas instalações nucleares, com o intuito de reavaliar a curto e longo prazo sua sistemática de proteção e segurança nuclear, tendo em conta precipuamente as fa-

<sup>50</sup> É na regulação interna de um Estado que são especificados critérios, majoritariamente de ordem técnica, acerca do local, projeto, construção, ativação, operação e desativação de uma estação nuclear, para fins de concessão de autorizações na prática de atividades que envolvam exposição à radiação ionizante. A legislação nuclear nacional somente estabelece um quadro institucional, elecando as principais funções e atividades que envolvem o órgão regulador, tais como a notificação, autorização, fiscalização e imposição do cumprimento das disposições regulatórias, bem como ainda incorpora os princípios fundamentais de proteção nuclear, segurança nuclear e salvaguarda, e reafirma as obrigações e responsabilidades insertas nos instrumentos internacionais dos quais é signatário. Cf. IAEA, *Handbook on Nuclear Law*, 4-13, 25-36, 59-72 e 135; e IAEA, *IAEA Safety Glossary*, 27 e 81.

<sup>51</sup> A partir da análise dos riscos da radioatividade face ao ser humano e ao meio ambiente, decorrentes de atividades e instalações nucleares, nomeadamente de estações de geração de energia elétrica, a regulação é estruturada a fim de endereçar medidas preventivas e mitigadoras de tais riscos, aferidos tendo em conta metodologias de avaliação avançadas, que considerem todas as fontes de dados relevantes e disponíveis. Nesse sentido v. ANS, *Fukushima Daiichi*, 22-23; James M. ACTON / Mark HIBBS, *Why Fukushima was Preventable*, 22-23.

<sup>52</sup> Consoante prevê o Princípio 2 dos Princípios fundamentais de proteção nuclear. V. IAEA, *Fundamental Safety Standards: Safety Fundamentals* n. SF-1, IAEA *Safety Standards*, Viena, 2006, 7-8.

<sup>53</sup> Nesse sentido confira os tópicos do capítulo 3. Nuclear governance.

lhas detectadas no acidente japonês<sup>54</sup>.

O Japão, em especial, determinou o fechamento de quarenta e oito estações nucleares para fins de inspeções ou desativação antecipada, restando apenas duas em operação até fevereiro de 2012.

Tendo em vista a significativa dependência energética japonesa, em relação à energia nuclear, que contribuía com 30% da energia elétrica produzida, o país adotou medidas de política energética direcionadas ao estímulo das energias renováveis e da eficiência energética, a fim de garantir a segurança do abastecimento interno.

No plano regulatório, se estabeleceu uma agência reguladora independente, subordinada ao Ministério do ambiente, isto é, cuja atuação, que integra as funções então desempenhadas pela NISA – Nuclear and Industrial Safety Agency – e pela Comissão de proteção nuclear (Nuclear Safety Commission - NSC), resta desvinculada do órgão responsável pela promoção da energia nuclear, o Ministério da economia, comércio e indústria.

Outros Estados, como a Alemanha, Suíça e Itália<sup>55</sup>, confirmaram suas já tendentes políticas de retirada da energia nuclear do seu mix energético.

Dentre tais países, a reação alemã foi a de maior impacto, ao determinar a desativação imediata de oito das dezessete instalações nucleares operantes, tendo em conta que até então forneciam 23% da eletricidade produzida no país.

O plano de abandono da matriz energética nu-

clear prevê que em 2022 as últimas três plantas nucleares serão retiradas de operação, conforme o projeto de fechamento gradativo, a fim de evitar instabilidades no sistema de abastecimento elétrico.

Apesar de tais medidas, os efeitos decorrentes principalmente do *phase-out* alemão implicarão no aumento da demanda, e por conseguinte, dos preços de energia elétrica na União Europeia<sup>56</sup>.

Em contrapartida, países como os Estados Unidos, França, Canadá e Reino Unido ratificaram seus programas nucleares, direcionados a reposição e expansão do número de estações nucleares, concomitantemente à realização de testes de stress a fim de aferir os níveis de proteção e segurança nuclear de suas instalações.

No mesmo sentido se posicionaram Rússia, China, Coreia do Sul, Índia, Paquistão, entre outros, que estão retomando ou iniciando seus programas nucleares.

Previamente ao acidente em Fukushima, tais países, em especial China e Índia<sup>57</sup>, possuíam projetos de expansão da sua indústria nuclear ambiciosos, elegendo metas incompatíveis com as complexidades exigidas pela utilização da energia nuclear, manifestadas primordialmente pela imprescindibilidade na observância de níveis elevados de proteção e segurança nuclear.

Inclusive, o plano chinês na sua origem, erigia como objetivo a ampliação da respectiva capacidade de produção de energia nuclear em 100 GWe – Giga-Watts electrical. –, até 2020<sup>58</sup>, valor reduzido para 58 GWe<sup>59</sup>, após ponderações

<sup>54</sup> Nesse sentido consulte os relatórios dos testes de stress realizados pelos países da OCDE, em <<http://www.oecd-nea.org/nsd/fukushima/>>, bem como pelos Estados-membros da União Europeia em EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY – EURATOM, *Second Convention on Nuclear Safety (CNS) Extraordinary Meeting*, Viena, 2012 e demais documentos, disponíveis em <[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress\\_tests\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress_tests_en.htm)> e <<http://www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests/Country-Specific-Reports>>. Último acesso em 05 de junho de 2013.

<sup>55</sup> A Suíça desativará de forma gradativa suas cinco estações nucleares entre 2019 e 2034. Já a Itália que sequer possui plantas nucleares operantes, reafirmou sua política energética que exclui a matriz energética nuclear do seu mix, através de um referendo em junho de 2011, que proibiu em caráter permanente, a reintrodução de programas de energia nuclear.

Acerca do posicionamento de demais países em relação às suas políticas energéticas, após o acidente em Fukushima, consulte WEC, *World Energy Perspective*, 16-20.

<sup>56</sup> No tocante aos efeitos decorrentes do *phase-out* pelos países europeus, principalmente pela Alemanha, em relação ao mercado energético europeu, em especial às companhias de energia nuclear e de energia renováveis, cf. André BETZER / Markus DOUMET, *How Policy Changes Affect Shareholder Wealth: The Case of the Fukushima Daiichi Nuclear Disaster*, Bonn: The Institute for the Study of Labor - IZA, 2011.

<sup>57</sup> De igual modo, a Índia até o acidente japonês possuía projetos de ampliação de sua capacidade energética em 63GW até 2032, que enfrenta forte oposição pública. Já a Rússia possui a pretensão de duplicar a sua capacidade atual. V. WEC, WEC, *World Energy Perspective*; e THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident*, 37-38.

<sup>58</sup> V. Paul L. JOSKOW / John E. PARSONS, *The future of nuclear power after Fukushima*, MIT CEEPR – MIT Center for Energy and Environmental Policy Research, 2012, 11.

<sup>59</sup> Cf. dados relativos ao programa nuclear chinês disponibilizados em <<http://world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/China--Nuclear-Power/#.Ub8f0-fVDOc>>. Último acesso em 17 de junho de 2013.

de ordem técnica e econômica, ensejadas pela realização de testes de stress e demais avaliações pós Fukushima.

## 6.2. Revisão dos atuais standards internacionais

A despeito das diferentes reações por parte dos Estados, seja retirando do seu *mix energético* a matriz nuclear, ratificando sua utilização, ou ainda confirmando a expansão de seus programas nucleares, todos que até então detinham estações em operação, se mobilizaram na realização dos referidos testes de stress.

De um modo geral, tais análises revelaram o cumprimento de instrumentos e *standards* internacionais na operacionalização de instalações nucleares pelos países, tais como a França, Alemanha e Estados Unidos<sup>60</sup>, recomendando alterações em aspectos de proteção e segurança nuclear diretamente atrelados ao acidente japonês, tais como aprimoramento das bases do *design* de reatores, tendo em conta a ocorrência de fenômenos naturais extremos, bem como de sistemas de ventilação e de fornecimento de corrente elétrica independente, em casos de interrupção prolongada no suprimento de energia.

O que suscitou o questionamento quanto à necessidade de aprimoramento dos referidos *standards* de proteção nuclear, bem como dos próprios instrumentos internacionais<sup>61</sup>, em especial a Convenção sobre a segurança nuclear, sob o argumento de que não se coadunam com os níveis elevados de proteção e segurança nuclear exigidos no caso de eventos, cuja probabilidade de ocorrência é mínima, porém, implicando em efeitos catastróficos, tal como ilustrado pelo terremoto, seguido de um tsunami no Japão.

A ideia é incorporar um sistema de gestão de instalações nucleares que inclua a gestão de riscos e de acidentes severos, cujas consequências decorrentes então de fenômenos naturais de elevada magnitude, de igual modo poderiam resultar de ataques terroristas<sup>62</sup>.

De maneira que o objeto de revisão por parte

<sup>60</sup> Confira os resultados de referidos testes de stress em <<http://www.oecd-nea.org/nsd/fukushima/>>. Último acesso em 18 de junho de 2013.

<sup>61</sup> V. THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident*, 117-118

<sup>62</sup> THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident*, 64-78 e 93-105.

dos atores internacionais não se restrinja somente aos standards e instrumento de proteção nuclear, como também abranja os parâmetros de segurança nuclear e salvaguarda, nomeadamente em relação aos aspectos de controle do tipo de material radioativo empregado nas instalações nucleares, bem como no tocante aos fins para os quais são destinados.

Eis que pelo fato de atuarem de maneira complementar entre si, apenas o desenvolvimento de práticas tendo em vista o conceito integral dos 3 S, possibilita que tais sejam direcionadas a uma plena prevenção e mitigação de acidentes, e por conseguinte, dos inerentes riscos da radioatividade face ao ser humano e ao meio ambiente.

O aprimoramento de *standards* e instrumentos internacionais, bem como de todo o regime nuclear global, tanto na área da proteção nuclear, segurança nuclear e salvaguarda demanda imprescindivelmente a incorporação da *nuclear governance* no cenário internacional, no qual os respectivos atores interajam de maneira interligada, estabelecendo intercâmbios de informações, que incluam práticas, tecnologias, conhecimentos, a fim de erigirem um consenso em relação aos componentes da chamada ordem nuclear mundial.

## 7. Conclusão

Tendo em vista o regime nuclear global<sup>63</sup>, em especial direcionado à proteção nuclear, e constituído por uma série de instrumentos e *standards* internacionais, códigos de conduta, cujo cumprimento preponderantemente voluntário, por parte dos atores internacionais nele inseridos, tais como Estados, organizações, operadores e demais participantes, que aferem o nível de tal observância através das revisões especializadas, e o acidente nuclear na estação de Fukushima em 2011, o principal questionamento suscitado no cenário nuclear mundial foi pautado nas deficiências do próprio regime que ensejaram tal evento.

Apesar do reconhecimento de seu desenvolvimento significativo, nomeadamente após as falhas detectadas em *Three Miles Island* e em *Chernobyl*, tal estrutura normativa demanda um constante aprimoramento, de modo a refletir

<sup>63</sup> Consulte o esquema do regime nuclear global de proteção nuclear expresso na figura 2 do Anexo.

elevados níveis de proteção nuclear, e por conseguinte, de segurança nuclear e salvaguarda, assegurando a tutela do ser humano e do ambiente face aos riscos da radioatividade.

De modo que restam objeto de uma dinâmica evolutiva, precipuamente os instrumentos e standards internacionais, que atuam numa relação simbiótica, manifestados, no âmbito da proteção nuclear, pela Convenção sobre segurança nuclear e pelos *standards* de proteção nuclear, editados pela IAEA, que lhe conferem as bases estruturais.

Entretanto, a partir de uma análise pormenorizada das causas e consequências atreladas ao acidente japonês, outra demanda em relação ao regime internacional de proteção nuclear precede a necessidade de seu aprimoramento, o cumprimento dos instrumentos e *standards* nele inseridos.

Eis que, conforme apontam os relatórios acerca do acidente em Fukushima Daiichi, apresentados pelo governo japonês e americano, bem como por demais organizações, as deficiências que ensejaram e agravaram as suas consequências, tanto em aspectos técnicos como organizacionais e institucionais, decorrem na inobservância de princípios fundamentais de proteção nuclear, expressos nos *standards* fundamentais da IAEA e na Convenção sobre segurança nuclear, bem como da aplicação de uma governança nacional e internacional inconsistente.

Tendo em conta a posição do Japão, figurando como um dos países com mais experiência na indústria nuclear e como o terceiro maior produtor de energia nuclear previamente ao acidente, a discussão então erigida se dá em relação ao cumprimento de tais fundamentos primordiais de proteção nuclear, por parte dos Estados que estão iniciando programas nucleares, com ambiciosas pretensões de sua expansão, como a China e Índia, bem como a Rússia, cuja retomada de seus projetos de energia nuclear segue no mesmo sentido.

Tais países, por razões de segurança no fornecimento energético, questões ambientais e de ordem estratégica, implementaram planos de construção de estações nucleares, cujas metas de ampliação da capacidade energética são incompatíveis com o nível de complexidade exi-

gido pela indústria nuclear.

Em verdade, referidas pretensões subestimam as exigências que implicam o início e o desenvolvimento de um programa nuclear bem sucedido, tais como a necessidade de uma sólida infraestrutura em termos de recursos humanos, educação, pesquisa, indústria, capacidades financeiras e regulatórias, bem como a garantia da disponibilidade de suporte técnico e de fornecimento de equipamentos e serviços de qualidade, durante o ciclo de vida de uma estação nuclear<sup>64</sup>.

Afora a carência de tais Estados na disposição de elementos essenciais à implantação de uma indústria nuclear, outro fator que prejudicaria o cumprimento por parte dos atores internacionais, em especial dos *standards* de proteção nuclear e da Convenção sobre segurança nuclear, seria o seu caráter de *soft law*<sup>65</sup>.

Nesse último aspecto, entretanto, não é possível estabelecer uma correspondência direta entre a inobservância de preceitos fundamentais do regime internacional de proteção nuclear e a ausência de mecanismos coercitivos de seu cumprimento.

Isso porque o contexto em que tais princípios e toda a extensão da ordem nuclear, direcionados à proteção nuclear, são erigidos, é permeada pela governança nuclear, na qual a solução de questões como a definição de níveis de proteção nuclear, manifestados por parâmetros internacionais, se dá a partir de um consenso entre as partes, inexistindo uma instituição em caráter global, que por ela decida e seja dotada de poderes coercitivos e sancionatórios.

Inclusive pelo fato de participarem no processo de formulação e tomada de decisões é que sua tendência ao adimplemento voluntário das obrigações assumidas é muito maior.

Ademais, é pela incorporação da governança nuclear e dos princípios a ela inerentes, que Estados iniciantes na indústria nuclear preencherão as condições elementares ao seu estabelecimento e ampliação, através da implantação das correspondentes infraestruturas, sob a coordenação e pela cooperação com outros atores

<sup>64</sup> Cf. IAEA/INSAG, *Strengthening the global nuclear safety regime*, 4; Paul L. JOSKOW / John E. PARSONS, *The future of nuclear power after Fukushima*, 23-25; Matthew BUNN / Olli HEINONEN, *Preventing the next Fukushima*.

<sup>65</sup> Consulte Ana STANIĆ, "EU Law on Nuclear Safety," 147-149; e Matthew BUNN / Olli HEINONEN, *Preventing the next Fukushima*.

que há tempos nela atuam, possuindo um portfólio adequado para tal<sup>66</sup>.

Por fim, outra questão sinalizada após o acidente em Fukushima reside na elevação de custos durante todo o ciclo de vida de instalações e atividades nucleares, decorrentes do cumprimento de regulações internas cada vez mais rigorosas, que espelhariam inclusive, instrumentos e *standards* mais rígidos, sendo que tais valores previamente ao evento japonês, já cresciam de modo exponencial, ensejando discussões quanto a viabilidade da própria indústria nuclear<sup>67</sup>.

De igual modo, é por via da *nuclear governance* que soluções no sentido de ponderar os custos no setor nuclear, sem prejuízo da manutenção de elevados níveis de proteção e segurança, seriam concebidas.

É que no contexto de fóruns, conferências, workshops e demais eventos são viabilizadas interações entre os integrantes do cenário nuclear mundial, concretizadas pela divulgação de novas tecnologias como os reatores de Geração IV e os reatores modulares pequenos (*SMR – Small Modular Reactors*)<sup>68</sup>, cujo desenvolvimento pleno é condicionado à mobilização de recursos de pesquisa por Estados, organizações, operadores e demais associações no sentido de adequar tais modelos às demandas da indústria nuclear, nomeadamente relacionadas à estabilidade do investimento aportado e à certeza de sua amortização.

Tendo em vista que todas as problemáticas suscitadas no cenário nuclear internacional perpassam pela *nuclear governance*, a fim de serem solucionadas, é nela que resta todo o suporte de um regime nuclear direcionado à tutela do ser humano e do meio ambiente, face aos riscos da radioatividade, sendo pois, endereçado nas três áreas que integram o conceito dos 3 S.

Logo, a coordenação e cooperação de esforços na dinamização e evolução da ordem nu-

clear global, implicam no aprimoramento da própria governança nuclear<sup>69</sup>, isto é, na incorporação harmônica dos princípios de “*good governance*”, eis que o da “*accountability*” e o da participação, em caráter ilustrativo, possuem aplicabilidade reduzida, nomeadamente em processos de formulação e tomada de decisões políticas no setor nuclear.

Somente pela via de uma adequada *nuclear governance* é factível em última análise, a gestão de riscos da radioatividade, que foram assumidos pela sociedade, a partir do momento em que ponderou pelo uso da energia nuclear<sup>70</sup>.

## 8. Bibliografia

- André BETZER / Markus DOUMET, *How Policy Changes Affect Shareholder Wealth: The Case of the Fukushima Daiichi Nuclear Disaster*, The Institute for the Study of Labor - IZA, Bonn, 2011.
- AMERICAN NUCLEAR SOCIETY – ANS, *Fukushima Daiichi: ANS Committee Report*, 2012.
- Ana STANIČ, *EU Law on Nuclear Safety*, *Journal of Energy and Natural Resources Law*, 2010.
- COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *Governança europeia: Um livro branco*, Bruxelas, 2001.
- EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY – EURATOM, *Second Convention on Nuclear Safety (CNS) Extraordinary Meeting*, Viena, 2012.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Fundamental Safety Standards: Safety Fundamentals n. SF-1*, IAEA Safety Standards, Viena, 2006.
- *Handbook on Nuclear Law: Implementing Legislation*, Viena, 2010.
- *IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection*, edição de 2007, Viena, 2007.
- *Long Term Structure IAEA Safety Standards and Current Status: May 2013*.
- *Regulatory Oversight of Safety Culture in Nuclear Installations*, Viena, 2013
- THE INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP (IAEA/INSAG), *Strengthening the global nuclear safety regime: INSAG-21*, Viena, 2006.
- Ioannis N. KESSIDES, *The future of the nuclear industry reconsidered: Risks, uncertainties, and continued potential*, The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team, 2012.
- INSTITUTE OF NUCLEAR POWER OPERATIONS – INPO, *Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station*, 2012.
- <sup>66</sup> THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident*, 118-120, U.S. NRC, *Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21<sup>st</sup> century*, 66-67, IAEA/INSAG, *Strengthening the global nuclear safety regime*, 18-20; e Matthew BUNN / Olli HEINONEN, *Preventing the next Fukushima*.
- <sup>67</sup> Nesse sentido v. Ioannis N. KESSIDES, *The future of the nuclear industry reconsidered*, 7-25; Paul L. JOSKOW / John E. PARSONS, *The future of nuclear power after Fukushima*, 3-25.
- <sup>68</sup> Cf. Ioannis N. KESSIDES, *The future of the nuclear industry reconsidered*, 26-40.
- <sup>69</sup> V. Thomas RISSE, “Transnational governance and legitimacy”, 184-195; e discussão da temática “Inovating Nuclear Governance” apresentada na “2011 Carnegie International Nuclear Policy Conference”, disponível em <<http://carnegieendowment.org/2011/03/29/innovating-nuclear-governance/1mgs>>. Acesso em 05 de junho de 2013.
- <sup>70</sup> Cf. JAN KOOMAN, *ob. cit.*, 148-151 e JOSEPH STIGLITZ, *Meltdown: Not just a metaphor*, 2011, disponível em <<http://www.guardian.co.uk/commentisfree/cifamerica/2011/apr/06/japan-nuclearpower>>. Último acesso em 19 de junho de 2013.

James M. ACTON / Mark HIBBS, *Why Fukushima was Preventable*, Washington: The Carnegie Papers, 2012.

Jan KOOIMAN, *Governing as governance*, Londres, Sage Publications, 2003.

Joseph STIGLITZ, *Meltdown: Not just a metaphor*, 2011, disponível em <<http://www.guardian.co.uk/commentisfree/cifamerica/2011/apr/06/japan-nuclear-power>>.

Masahiko AOKI / Geoffrey ROTHWELL, *A comparative institutional analysis of the Fukushima nuclear disaster: Lessons and policy implications*, National Energy Policy Institute, 2012.

Matthew BUNN / Olli HEINONEN, *Preventing the next Fukushima*, Science AAAS, 2011, disponível em <<http://www.sciencemag.org/>>.

OECD, *OECD Principles of corporate governance*, Paris, 2004.

Paul L. JOSKOW / John E. PARSONS, *The future of nuclear power after Fukushima*, MIT CEEPR – MIT Center for Energy and Environmental Policy Research, 2012.

THE SASAKAWA PEACE FOUNDATION, *The Fukushima Nuclear Accident and Crisis Management: Lessons from Japan-U.S. Alliance Cooperation*, 2012.

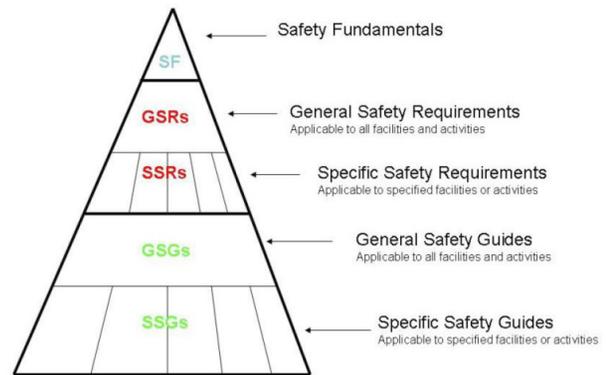
Thomas RISSE, "Transnational governance and legitimacy", in *Governance and Democracy: Comparing national, European and international experiences*, Nova York: Routledge/ECPR studies in European political science, 2008.

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION – U.S. NRC, *Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21<sup>st</sup> century: The Near-Term Task Force Review of Insights from the Fukushima Dai-ichi Accident*, 2011.

WORLD ENERGY COUNCIL – WEC, *World Energy Perspective: Nuclear Energy One Year after Fukushima*, Londres, 2011.

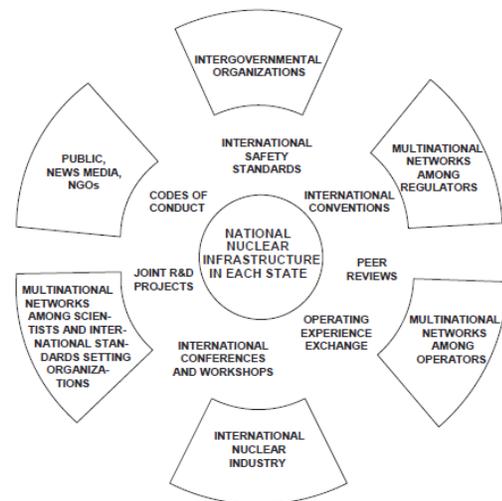
## 9. Anexo

### 9.1 Figura 1



Fonte: IAEA

### 9.2 Figura 2



Fonte: IAEA/INSAG

### 8.1. Sites eletrônicos consultados

<http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Three-Mile-Island-accident/>.

<http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Chernobyl-Accident/>.

<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/index.html>.

<http://www.oecd-nea.org/nsd/fukushima/>.

<http://carnegieendowment.org/2011/03/29/innovating-nuclear-governance/1mgs>. Acesso em 05 de junho de 2013;

[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2001/com2001\\_0428pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2001/com2001_0428pt01.pdf).

[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress\\_tests\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress_tests_en.htm).

<http://www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests/Country-Specific-Reports>.

<http://world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/China--Nuclear-Power/#.Ub8f0-fVDOc>.