

SALVAGUARDAS INTEGRADAS

Marco A. Marzo
ABACC

Introdução

Esta apresentação descreve alguns aspectos principais das salvaguardas integradas e a situação atual do seu desenvolvimento.

"Salvaguardas Integradas" são definidas como: *"a combinação ótima de todas as medidas de salvaguardas à disposição da Agência previstas nos acordos abrangentes de salvaguardas e no Protocolo Adicional, a qual permite maximizar a eficácia e a eficiência das salvaguardas com os recursos disponíveis"*. O conceito de Salvaguardas Integradas surgiu há cerca de três anos com a aprovação do Modelo de Protocolo Adicional, que introduziu medidas adicionais de controle que alteraram substancialmente a filosofia das salvaguardas. Em consequência, iniciou-se uma discussão a nível internacional de como integrar as "novas" salvaguardas com aquelas "tradicionais" já existentes. Propostas de critérios e enfoques de salvaguardas integradas têm sido apresentadas e sua discussão continua na ordem do dia.

Nesta apresentação, após uma descrição sucinta dos desenvolvimentos que levaram ao Protocolo Adicional, revê-se as medidas tradicionais de salvaguardas e apresenta-se as novas medidas introduzidas pelo Protocolo Adicional. Descreve-se, em seguida, a situação dos trabalhos em salvaguardas integradas.

Background

Após a Guerra do Golfo, no princípio dos anos 90, a IAEA iniciou um programa para aumentar a eficácia e a eficiência das salvaguardas, com o intuito de adquirir capacidade de detectar materiais e atividades nucleares não declaradas. Entre as primeiras medidas então adotadas estava o envio antecipado a IAEA de informações sobre projetos de instalações em planejamento ou construção e sobre importações e exportações de materiais nucleares antes do ponto de início de salvaguardas. Essas provisões foram inclusive incluídas no Acordo Quadripartito entre a Argentina, o Brasil, a ABACC e a IAEA, que foi assinado em dezembro de 1991 e entrou em vigor em março de 1994.

Em 1993 a IAEA adotou um programa extenso de fortalecimento das salvaguardas que se tornou conhecido como Programa 93+2. As principais medidas desse Programa referiam-se basicamente a volume maior de informações, à aplicação de novas tecnologias e ao acesso físico mais amplo. A Parte 1 do Programa 93+2 incluiu as seguintes medidas que podiam ser implantadas com base na autoridade legal já existente (Acordos de Salvaguardas):

- informações adicionais sobre instalações que contém ou contiveram materiais nucleares;
- aplicação de amostragem ambiental nos pontos estratégicos de instalações nucleares;

- uso mais intenso de inspeções não anunciadas;
- uso de técnicas avançadas tais como monitoração remota; e
- maior cooperação com os sistemas nacionais e regionais de contabilidade e controle de materiais nucleares.

As duas primeiras medidas citadas foram sendo gradativamente implantadas pela IAEA, inclusive no Brasil e na Argentina, enquanto que as outras foram objeto de estudo e análise mas até o momento não estão sendo sistematicamente aplicadas.

A Parte II do Programa 93+2 compreendeu as medidas que exigiam autoridade legal complementar, tais como acesso a qualquer local do país para realizar amostragem ambiental. A discussão da Parte II do Programa 93+2 evoluiu para a negociação — em um Comitê da Junta de Governadores da IAEA denominado Comitê 24, que contou com a participação da Argentina e do Brasil — e aprovação em 1997 do Modelo de Protocolo Adicional a Acordos de Salvaguardas, que é chamado simplesmente de Protocolo Adicional (INFCIRC/540).

Uma outra sessão deste Seminário é dedicada apenas à descrição das medidas do Protocolo Adicional. Deste modo apenas resume-se mais adiante alguns dos principais elementos do Protocolo Adicional. Por ora, destaca-se que o surgimento do Protocolo Adicional altera radicalmente a filosofia das salvaguardas internacionais. Até agora, as salvaguardas (que passaremos a chamar de "tradicionais") tinham por objetivo detectar desvio de materiais nucleares declarados em instalações nucleares declaradas. Apesar das salvaguardas tradicionais não excluírem a hipótese de materiais ou atividades nucleares não declaradas, todas as atividades se baseiam na verificação da correção das informações prestadas pelo operador da instalação e, em última instância pelo Estado através de sua Autoridade Nacional. Agora, adicionalmente, as salvaguardas internacionais pretendem assegurar a ausência de materiais ou atividades não declaradas. A conclusão das salvaguardas não é mais obtida individualmente por instalação mas para o país como um todo.

A nova situação requer portanto duas ações básicas que possuem objetivos distintos, mas, por outro lado, são simultâneas, e interrelacionadas:

- a definição das condições apropriadas para se concluir sobre a ausência de materiais e instalações nucleares não declaradas; e
- a revisão dos critérios atuais de salvaguardas para detectar desvios de materiais nucleares, considerando a inexistência de materiais e instalações nucleares não declarados.

A síntese dessas ações define na prática a implementação das salvaguardas integradas.

As Salvaguardas Tradicionais

O objetivo técnico das salvaguardas tradicionais é detectar em tempo hábil o desvio de quantidades significativas de materiais nucleares para a produção de armas nucleares ou de outros artefatos explosivos ou para propósitos desconhecidos e a dissuasão de tal desvio pelo risco de detecção antecipada.

Há dois conceitos importantes que devem ser ressaltados: o primeiro é o conceito de "detecção em tempo hábil", que está intimamente ligado ao conceito de dissuasão. Para dissuadir o desvio, a Agência deve ter a capacidade de detectá-lo oportunamente. Em conseqüência, a detecção deveria ocorrer em tempo hábil para dar oportunidade à comunidade internacional de uma intervenção efetiva. A detecção "em tempo hábil" é portanto um objetivo muito mais político do que apenas técnico. Até o momento, no entanto, a Secretaria da Agência sempre vinculou a detecção oportuna com os tempos de conversão necessários para processar o material nuclear desviado em uma forma adequada para artefato nuclear, ou seja a detecção oportuna está relacionada com a qualidade do material nuclear: 1 mês para material de uso direto não irradiado; 3 meses para material de uso direto irradiado e 1 ano para material de uso indireto¹. Esses valores determinam o número de inspeções por ano para propósito de detecção oportuna.

O segundo conceito importante é o de "quantidades significativas" que está relacionado com a capacidade de detecção e com a finalidade do desvio. A Secretaria da Agência fixou os valores de 8 kg de plutônio, 25 kg de U-235 em urânio altamente enriquecido (>20% de enriquecimento), 75 kg de U-235 em urânio de baixo enriquecimento (enriquecimento menor do que 20%, incluindo urânio natural e empobrecido) e 20 t de tório. Esses valores determinam o número de verificações por ano dos inventários e fluxos de material nuclear de uma instalação.

As conclusões das salvaguardas tradicionais são, portanto, quantitativas, ou seja pode-se concluir, com um determinado nível de certeza, que não houve desvio de quantidades significativas de materiais nucleares em um dado intervalo de tempo. Além disso a conclusão é obtida para cada instalação individual.

Para obter as conclusões, as principais medidas de salvaguardas tradicionais são as seguintes:

- o exame e a verificação periódica das informações do projeto da instalação nuclear, que são prestadas pelo operador da instalação;
- a verificação periódica dos inventários de materiais nucleares e de suas variações;
- o uso de contenção e/ou vigilância para manter a continuidade de conhecimento de inventários, quando necessário, como medida complementar; e
- a prevenção de "misuse" em instalações com capacidade para produzir material nuclear de maior valor estratégico do que o material processado (instalações de reprocessamento, de enriquecimento, reatores de mais de 20 MWth)

Finalmente deve-se assinalar que as medidas de salvaguardas tradicionais aplicam-se apenas aos materiais nucleares que estão na forma apropriada para serem usados na fabricação de combustível nuclear ou em enriquecimento de urânio, ou seja define-se na prática um ponto de início da aplicação das salvaguardas.

As Medidas do Protocolo Adicional

As medidas do Protocolo Adicional visam assegurar que a declaração apresentada pelo país sobre materiais e instalações nucleares é correta e completa. Em outras palavras,

¹ Note-se que na definição do tempo de conversão, admite-se que exista uma instalação clandestina pronta para processar o material desviado.

essas medidas devem permitir à Agência concluir sobre a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados em um país. Elas fornecem a base para um leque de atividades da Agência quanto aos materiais nucleares, ao ciclo de combustível nuclear, à pesquisa e desenvolvimento do ciclo do combustível e a outras atividades relevantes.

A lógica do Protocolo Adicional consiste em que se um Estado decidir realizar uma atividade nuclear clandestina, ele provavelmente tentará realizá-la em uma instalação nuclear declarada ou em suas proximidades, dada à infra-estrutura já disponível. As medidas de verificação do Protocolo Adicional concentram-se portanto nessa área. Caso o Estado decida realizar uma atividade clandestina longe da estrutura declarada, parece se tornar mais vulnerável a ser detectado pela análise de informações.

O Estado obriga-se, através do Artigo 2 do Protocolo Adicional, a fornecer uma declaração expandida sobre materiais e atividades relacionadas com a área nuclear, que contenha:

- descrição da área circunvizinha ("Site") à uma instalação nuclear e de todos os edifícios ali existentes;
- informações sobre atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas com o ciclo do combustível nuclear não envolvendo materiais nucleares;
- informações sobre a manufatura de equipamentos usados para separação isotópica ou reprocessamento;
- informações sobre minas de urânio e plantas de concentração de urânio e tório.
- informações sobre materiais nucleares em uso não nuclear, sobre materiais nucleares antes do ponto de início de salvaguardas e sobre materiais nucleares isentos de salvaguardas;
- descrição dos planos de desenvolvimento o ciclo do combustível nuclear para um período de dez anos;
- informações sobre produção, exportação e importação de equipamentos especificados e materiais não nucleares (p.ex. grafite, água pesada, etc) essenciais para a operação de instalações nucleares;

Além disso o Estado deve informar periodicamente as mudanças ocorridas nas informações prestadas.

Os principais elementos que a IAEA dispõe para conseguir obter um nível razoável de segurança sobre a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados são:

- a análise de informações disponíveis sobre o país, que advêm das declarações do próprio Estado, de fonte abertas, e de terceiras partes;
- os acessos complementares a pontos além dos pontos estratégicos de instalações nucleares;
- os acessos complementares a outros pontos do "site"; e
- os acessos complementares a outros pontos do País para resolver questões e inconsistências.

Durante os acessos complementares a "sites", os inspetores da IAEA poderão

observar os locais, coletar amostras ambientais, utilizar medidores de radiação, aplicar selos e aplicar outras medidas acordadas através de Arranjos Subsidiários. Além dessas ações, em locais contendo minas de urânio, material nuclear antes do ponto de início ou material nuclear isento, os inspetores poderão ainda examinar registros sobre quantidade e origem do material. É importante frisar que, de acordo com o Protocolo Adicional, as informações relacionadas com o Artigo 2 não devem ser verificadas de modo mecânico ou sistemático; a intenção aqui, dado o caráter qualitativo da informação, não é verificar cada elemento da declaração do Artigo 2, mas sim assegurar a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados nos "sites" e outros locais com materiais nucleares e resolver questões e inconsistências em qualquer local.

A conclusão sobre a ausência de materiais nucleares e atividades não declaradas em um país deriva da determinação de que:

- (a) o programa nuclear declarado atual e o planejado são internamente consistentes;
- (b) as atividades nucleares e os tipos de material nuclear em locais declarados são consistentes com aqueles declarados;
- (c) os inventários e fluxos de materiais nucleares, a produção e importações e exportações são consistentes com a utilização prevista no programa nuclear declarado;
- (d) a manufatura e importação de equipamentos especificados e materiais não nucleares são consistentes com o programa nuclear declarado;
- (e) a situação de instalações fechadas ou descomissionadas e de Outros Lugares (LOFs) está em conformidade com a declaração do país.
- (f) as atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas com o ciclo do combustível são consistentes com planos declarados sobre futuros desenvolvimentos do programa nuclear; e
- (g) os esclarecimentos fornecidos pelo Estado resolvem qualquer questão ou inconsistência relativas às informações prestadas pelo Estado e às informações disponíveis pela Agência, incluindo informações sobre atividades no passado.

Objetivo e Princípios Básicos das Salvaguardas Integradas

O objetivo das salvaguardas integradas é fornecer uma razoável certeza sobre a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados e de que não houve desvio de material nuclear declarado em um Estado onde está em vigor um acordo de salvaguardas abrangente com seu respectivo Protocolo Adicional. É importante notar que a conclusão sobre a ausência de materiais e atividades não declarados somente pode ser inferida da ausência de qualquer evidência ao contrário. A ausência de evidência não prova, no entanto, e nunca poderá provar com certeza absoluta que não há materiais ou atividades nucleares não declarados.

As salvaguardas integradas consistirão, na prática, das atividades previstas no acordo abrangente de salvaguardas combinadas de modo lógico e racional com as atividades previstas no Protocolo Adicional. O enfoque de salvaguardas para cada tipo específico de instalação deverá ser revisado e espera-se que pelo menos em instalações menos sensíveis ocorra uma redução do esforço de inspeção em relação ao praticado atualmente. É importante frisar que o novo enfoque de salvaguardas de uma dada instalação deverá também levar em conta características do ciclo de combustível nuclear

do Estado e os resultados da análise de informação para o Estado como um todo. Esse processo é denominado "State-level approach".

O princípios básicos que regem o desenvolvimento das salvaguardas integradas são:

- a avaliação das informações sobre um Estado como um todo é um elemento essencial das salvaguardas integradas e deve ter uma importância fundamental na definição das atividades a serem implementadas no Estado;
- os enfoques de salvaguardas integradas devem ser elaborados de modo a cobrir todos os cenários plausíveis que podem ser adotados pelo Estado para conseguir materiais nucleares para a produção de um artefato nuclear ("acquisition path");
- as salvaguardas integradas não devem ser discriminatórias: embora as medidas aplicadas podem diferir de um Estado para outro, os mesmos objetivos técnicos devem ser estabelecidos em Estados com as mesmas obrigações de salvaguardas; e
- a contabilidade de material nuclear permanece uma medida de salvaguardas de fundamental importância;
- uma vez implementadas as medidas do Protocolo Adicional, as medidas de salvaguardas tradicionais poderão ser otimizadas, especialmente para instalações nucleares menos sensíveis (não relacionadas com enriquecimento ou reprocessamento).

Condições para a Implementação das Salvaguardas Integradas

As condições que devem ser satisfeitas para que as salvaguardas integradas sejam plenamente aplicadas em um Estado são as seguintes:

- o Protocolo Adicional está em vigor no Estado;
- o Estado cumpriu satisfatoriamente as exigências do Acordo de Salvaguardas e do Protocolo Adicional;
- a IAEA pode chegar a uma conclusão de que o material nuclear declarado não foi desviado;
- a IAEA pode chegar a uma conclusão sobre a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados no Estado, e para tanto ela:
 - avaliou todas as informações disponíveis, incluindo as declarações submetidas pelo Estado sob o Artigo 2 do Protocolo Adicional;
 - obteve respostas e esclarecimentos satisfatórios às solicitações de informações adicionais ou esclarecimentos sobre as informações prestadas pelo Estado;
 - realizou acessos complementares para assegurar a ausência de materiais e atividades nucleares não declaradas; e
 - resolveu todas as questões e inconsistências originadas da análise das informações disponíveis.

Além disso, a IAEA deve estar apta a continuar a assegurar a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados através da análise contínua das informações, através das atividades para resolver questões e inconsistências e pela realização de acessos complementares, conforme a necessidade.

Medidas das Salvaguardas Integradas

As medidas atuais das salvaguardas tradicionais e as do Protocolo Adicional deverão ser ambas aplicadas, enquanto as condições para a implementação das salvaguardas integradas não forem satisfeitas. Espera-se que um prazo de 15 meses após o recebimento da declaração inicial seja, em princípio, razoável para se implementar as salvaguardas integradas. Esse prazo advém do reconhecimento de que a IAEA gastaria cerca de 3 meses para realizar uma revisão inicial da declaração inicial e cerca de 15 meses para realizar acessos complementares, concluir a avaliação completa do Estado e concluir qualquer ação de acompanhamento de questões e inconsistências. Esse prazo significa apenas uma referência e poderá variar dependendo da situação individual de cada País.

A medida fundamental das salvaguardas integradas é a coleta, processamento e avaliação das informações disponíveis, que advêm de:

- a) informações fornecidas pelo Estado sob os Artigos 2 e 3 do Protocolo Adicional;
- b) informações geradas pelas inspeções, verificações de informações de projeto (DIV) e acessos complementares;
- c) informações coletadas da base de dados da IAEA e de fontes abertas; e
- d) informações fornecidas por terceiras partes.

Os acessos complementares, cujos tipos já foram acima descritos, visam assegurar a ausência de materiais e atividades nucleares clandestinos ou resolver questões e inconsistências oriundas da avaliação de informações. O termo acesso complementar significa acesso físico para os inspetores adicional aos já estabelecidos no Acordo de Salvaguardas. Desse modo os acessos complementares podem se dar basicamente: além dos pontos estratégicos de uma instalação; a outros pontos do "site" de uma instalação e a qualquer ponto do País para resolver questões e inconsistências.

A definição de uma metodologia para a implementação de um regime de acessos complementares não é uma tarefa trivial, tendo em vista as condições de contorno estabelecidas no Protocolo Adicional, ou seja a verificação da declaração inicial não deve ser mecânica, sistemática e deve ser feita seletivamente. Desse modo discute-se atualmente no âmbito da IAEA a preparação de "Guidelines for Complementary Access for a State". Detalhes desse documento fogem ao escopo desta apresentação, no entanto, de um modo geral, pode-se resumir como principais características para definir os acessos complementares:

- o número de acessos complementares é definido para o País como um todo e não para uma dada instalação ou um dado "site";
- a fim de dar um caráter seletivo aos acessos complementares, o número de acessos complementares é estabelecido segundo a instalação seja sensível ou não, onde sensível significa estar relacionada com o processo de enriquecimento ou reprocessamento;
- a fim de atender à condição de não sistemático e não mecânico apenas uma fração das instalações e dos sites selecionados aleatoriamente terão acesso complementar em um ano;
- o número de acessos complementares para chegar à conclusão inicial das salvaguardas integradas é maior do que o número de acessos complementares para

- manter a conclusão das salvaguardas integradas nos anos seguintes;
- o efeito de dissuasão é mantido através da seleção aleatória dos edifícios de sites escolhidos aleatoriamente entre os que terão acesso complementar².

Os enfoques tradicionais de salvaguardas foram estabelecidos considerando-se a hipótese de que o material declarado poderia ser desviado para seu processamento em instalações não declaradas. Esse fato influenciou diretamente a definição de diversos parâmetros de salvaguardas, tais com a meta temporal de detecção do desvio e as probabilidades de detecção. Além disso diversos cenários de "misuse" da instalação declarada também consideram a existência de materiais e instalações não declaradas; exemplo significativo é a hipótese da irradiação não declarada de combustível em um reator, para posterior reprocessamento em instalação não declarada. Assim, uma hipótese básica das salvaguardas integradas é que todos os cenários que incluem materiais ou atividades clandestinas poderiam ser detectados pelas medidas do Protocolo Adicional. É razoável, portanto, considerar que, podendo-se concluir sobre a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados, os parâmetros de salvaguardas tradicionais e os cenários de desvio de material declarado sejam revistos à luz da nova situação, ou seja é necessário que se revisem os enfoques de salvaguardas para cada tipo de instalação. Em consequência, atualmente há uma discussão intensa sobre propostas dos novos enfoques de salvaguardas integradas. Um exemplo de proposta é apresentado na tabela abaixo, considerando-se um reator LWR sem combustível MOX similar a Angra-1.

As principais características dessa proposta são:

- Irradiação não declarada, remoção de varetas irradiadas e empréstimo de combustível são atividades clandestinas detectáveis pelas medidas do Protocolo Adicional;
- Não será mais necessária a vigilância permanente na piscina de combustível irradiado;
- A vigilância temporária durante a recarga tem apenas a finalidade de manter a continuidade de conhecimento do combustível do núcleo caso se necessite voltar à aplicação de um enfoque de salvaguardas tradicionais;
- A selagem do núcleo e das rotas de remoção do combustível do núcleo também tem a finalidade de possibilitar a volta ao enfoque tradicional; e
- As inspeções não anunciadas têm apenas o objetivo de manter um efeito de dissuasão de atividades não declaradas.

A proposta acima descrita pode ser encarada como um meio termo entre uma proposta mais progressista que simplesmente aboliria as atividades de contenção e vigilância e uma mais conservadora que, p. ex., considerasse um tempo de detecção menor do que um ano. De qualquer modo, atualmente ainda não há uma definição de qual seja a melhor proposta e o assunto continua em discussão.

Outras ações que devem ser objeto de análise e desenvolvimento futuro são:

- o uso efetivo pela IAEA dos Sistemas Nacionais e Regionais de Salvaguardas; e
- o desenvolvimento de procedimentos para a avaliação do impacto dos enfoques de salvaguardas integradas sobre a eficácia, a eficiência e o custo das salvaguardas.

² Observe-se que esta medida é essencial para assegurar-se que se mantém o nível de confiança inicial em um dado país.

Comparação entre enfoques de salvaguardas tradicionais e integradas

	Salvaguardas Tradicionais	Salvaguardas Integradas
Meta de tempo de detecção	3 meses	1 ano
MEDIDAS DE C/V		
C/V permanente aplicada ao reator e à piscina de elementos irradiados	Vigilância na piscina de combustível irradiado. Selo no núcleo do reator	Sem vigilância permanente. Selos em rota de remoção do combustível do núcleo
Medidas de C/V redundantes durante operação do reator	Selos nas rotas de remoção de combustível do núcleo como redundância para a vigilância da piscina.	Selos adicionais nas rotas de remoção de combustível do núcleo
Medidas de C/V temporárias durante recarga	Vigilância externa em rotas de remoção de combustível irradiado, ou vigilância interna no núcleo aberto no edifício do reator. Vigilância redundante na piscina de combustível irradiado (opcional).	Vigilância externa em rotas de remoção de combustível irradiado, ou vigilância interna no núcleo aberto no edifício do reator. Vigilância na piscina de combustível irradiado
Avaliação das medidas de C/V pela IAEA	a cada três meses	durante o PIV e inspeções não anunciadas.
INSPEÇÕES		
PIV	PIV ou PIV equivalente de acordo com os Critérios de Salvaguardas	PIV ou PIV equivalente consistente com Critérios de Salvaguardas. O PIV equivalente é realizado em uma base aleatória
Inspeções interinas	3 inspeções anunciadas para cumprir meta temporal de detecção	1 inspeção não anunciada por ano, no máximo.
Conclusão da IAEA sobre detecção em tempo hábil	Baseada em inspeções trimestrais	Baseada no PIV anual ou inspeções não anunciadas
Esforço de inspeção (Pessoas-dia/ano)	7 a 9	Maximo 4

Conclusão

Atualmente o trabalho realizado em salvaguardas integradas concentra-se no desenvolvimento de "guidelines", enfoques e critérios de implementação. Isso inclui o detalhamento do processo através do qual se pode concluir sobre a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados. O trabalho inclui também a definição das medidas que devem ser aplicadas ao material nuclear declarado, caso se possa concluir sobre a ausência de materiais e atividades nucleares não declarados. Tendo em vista que países com extenso programa nuclear já têm Protocolo Adicional em vigor (p. ex. Japão) ou provavelmente o colocarão em vigor em breve (p. ex. países da EURATOM), torna-se urgente concluir esse trabalho em salvaguardas integradas. De qualquer modo, a aplicação lógica e racional das salvaguardas integradas parece estar a meio termo entre aqueles que apenas querem adicionar as novas medidas do Protocolo Adicional às já existentes e aqueles que julgam que com as novas medidas do Protocolo Adicional as medidas tradicionais não são mais necessárias.