

## **Treinamento baseado em computador em apoio a segurança da cadeia logística portuária**

### **Computer based training in support a security port logistics chain**

DOI:10.34117/bjdv9n3-111

Recebimento dos originais: 17/02/2023

Aceitação para publicação: 14/03/2023

#### **Marcela Tatiana Fernandes Beserra**

Doutora em Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro  
(COPPE-UFRJ)

Instituição: Centro Federal de Educação Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ)

Endereço: Av. Maracanã 229, Maracanã, CEP:20271-110, Rio de Janeiro - RJ

E-mail: mbeserra@cefet-rj.br

#### **Mauro Otto de Cavalcanti Mello Filho**

Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Instituição: Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD-CNEN)

Endereço: Av. Maracanã 229, Maracanã, CEP: 20271-110, Rio de Janeiro - RJ

E-mail: maurootto@cefet-rj.br

### **RESUMO**

A logística tem alta relevância em toda a cadeia de valor criada em torno de um produto. Assim, fazendo parte destas cadeias estão os terminais portuários. O setor portuário brasileiro apresenta-se como o segundo mais importante, após apenas do setor rodoviário, quando analisado o sistema de transporte nacional. Dentro deste contexto, um dos motores essenciais para a prosperidade econômica é o comércio internacional e consequentemente o adequado controle e administração do movimento internacional de mercadorias. Para tanto, mostra-se necessário que as administrações aduaneiras proporcionem maior segurança à cadeia logística global, visando contribuir para o desenvolvimento socioeconômico, assegurando a arrecadação de impostos, taxas e a facilitação comercial. Atentos a esta realidade, em se tratando do setor portuário, o comércio internacional obrigou o estabelecimento de novas políticas de controle sobre veículos, cargas e pessoas, visando: a proteção da integridade física das instalações portuárias e navios atracados; da saúde e bem estar das pessoas e residentes; assim como, do meio ambiente dos países de destino das embarcações que viajam pelo mundo. Estas políticas culminaram em tratados internacionais sobre segurança portuária, como o da Organização Internacional Marítima (OIM), onde o Brasil é signatário. Estudos apontam que ainda existindo os recursos financeiros, assim como a existência de tecnologia para o cumprimento das exigências do OMI, os planos de segurança portuária somente tem condição de serem executados com eficácia, se for utilizada mão de obra qualificada através de treinamentos específicos. Idealmente profissionais de segurança responsáveis pela a inspeção não intrusiva de veículos, contêineres, cargas e bagagens deveriam receber capacitação profissional em equipamentos reais, contendo diferentes tipos de objetos, incluindo materiais proibidos ou perigosos, aprendendo desta forma a reconhecer as imagens resultantes da inspeção destes objetos. Na prática isto não se mostra plenamente viável, devido as limitações existentes na metodologias tradicionais de treinamento. Por isso, mostra-se relevante o uso de modernas ferramentas computacionais

TBC (Treinamento Baseado em Computador), tendo em vista que por simulação computacional é permitido replicar este processo de treinamento, eliminando as restrições das técnicas tradicionais, permitindo uma capacitação efetiva, de alta qualidade, dentro de um curto espaço de tempo e com elevados padrões de confiabilidade.

**Palavras-chave:** cadeia logística, segurança portuária, terrorismo, ameaça, raios X, TBC (treinamento baseado em computador).

## ABSTRACT

Logistics has high relevance across the value chain created around a product and part of that value chain are the port terminals. The Brazilian port sector is considered to be the second most important, after the only road sector, when analyzing the national transportation system. Within this context, one of the key drivers to economic prosperity is international trade and consequently the proper control and management of the movement of international goods. In order to achieve this control and management it is necessary that Customs administrations is able to provide greater security to this element of the supply chain in order to contribute to the socioeconomic development of its society by ensuring the smooth running of trade facilitation and the collection of taxes this brings. Aware of this reality, in the case of the port sector, international trade forced the establishment of new control policies on vehicles, cargo and people. The aim of the new policies were threefold: the protection of the physical integrity of the port facilities and ships at berth; the health and well being of people and residents; the protection of the environment of the destination countries of the ships traveling the world with their goods. These policies culminated in international treaties on port security which were implemented by organisations such as the International Maritime Organization (IMO), of which Brazil is a signatory. Studies have shown that even if there are financial resources and technology available to fulfil the requirements of the IMO, the security plans of ports only can only be executed effectively by employing a workforce which has received high quality training. With this in mind, ideally, all security professionals responsible for non-intrusive inspection of vehicles, containers, cargo and baggage should receive professional training which reflects real equipment and includes as large a variety of types of objects, including prohibited or dangerous materials, as possible in order to acquire the skills needed to recognize the images which may result from the inspection of these objects in an operational environment. In practice this is extremely difficult to achieve due to the limits which are inherent within traditional training methodologies. Therefore the use of Computer Based Training (CBT) as a training tool becomes essential in order to negate the restrictions which hinder the effectiveness of those, traditional, training methods. Modern software can and does have the ability to deliver high quality training in relatively short amounts of time and to a reliable standard.

**Keywords:** logistics chain, port security, terrorism, threat, X-rays, CBT (computer based training).

## 1 INTRODUÇÃO

A logística e a infraestrutura de transportes são fatores primordiais no desempenho socioeconômico de uma região. Basta uma análise comparativa da infraestrutura de

transportes de um país com outro, que se tem uma definição clara do país desenvolvido e do que está em desenvolvimento (Nascimento e Silva, 2012).

A logística tem alta relevância em toda a cadeia de valor criada em torno de um produto. Assim, fazendo parte destas cadeias estão os terminais portuários. Lacerda (2005) afirma que o setor portuário brasileiro apresenta-se como o segundo mais importante, após apenas do setor rodoviário, quando analisado o sistema de transporte nacional.

Dentro deste contexto, um dos motores essenciais para a prosperidade econômica é o comércio internacional e conseqüentemente o adequado controle e administração do movimento internacional de mercadorias. Para tanto, mostra-se necessário que as administrações aduaneiras proporcionem maior segurança à cadeia logística global, visando contribuir para o desenvolvimento socioeconômico, assegurando a arrecadação de impostos, taxas e a facilitação comercial. No que tange ao setor portuário, a armazenagem, manuseio e controle dos produtos são componentes importantes e essenciais do sistema logístico. A logística tem se tornado fundamental como estratégica na conquista e predomínio de mercados.

Neste sentido, a Organização Mundial de Aduanas (OMA) que conta com a participação de 166 administrações aduaneiras e que representa 99 por cento do comércio global, estabeleceu uma estrutura destinada a proteger e a facilitar o comércio internacional, chamada de Estrutura OMA. Esta estrutura estabeleceu princípios e padrões de segurança que devem ser minimamente implementados pelos Membros da OMA. Sem dúvida, um dos agentes motivadores que fomentou o desenvolvimento destes padrões deveu-se aos eventos terroristas ocorridos em setembro de 2001 em território americano. Para tanto, cada administração aduaneira deverá estabelecer parcerias com o setor privado com o objetivo de fazê-lo participar das medidas destinadas a garantir a segurança da cadeia logística internacional.

A seguinte declaração, retirada das Diretrizes de Alto Nível para Acordos de Cooperação entre Membros da OMA e o Setor Privado para Reforçar a Segurança da Cadeia Logística e Facilitar o Fluxo de Comércio Internacional, resume a relação que deve existir entre as aduanas e as empresas para agregar mais segurança ao comércio internacional:

*"Na medida em que as aduanas podem confiar em seus parceiros da comunidade comercial para avaliar e lidar com as ameaças dirigidas à sua própria cadeia logística e a enfrentá-las, os riscos com os quais se confrontam*

*as aduanas serão reduzidos. Portanto, as empresas que demonstram uma vontade concreta de melhorar a segurança da cadeia logística devem obter vantagens. A minimização do risco conseguida dessa maneira ajuda as aduanas a exercerem suas funções em matéria de segurança e permite a facilitação do comércio legítimo."*

Diante desta declaração fica evidente que a relação entre as aduanas e o setor privado deve estar fundamentada na confiabilidade de seus processos. Para tanto, a Estrutura OMA prevê que a segurança da cadeia logística deve estar pautada no atendimento a critérios comprovadamente seguros, a saber: a avaliação de ameaças; a existência de um plano de segurança adequado às ameaças identificadas; a existência de um plano de comunicação; a existência de medidas e procedimentos destinados a evitar que mercadorias ilícitas ou desacompanhadas de documentos entrem na cadeia logística internacional; a segurança física de prédios, armazéns ou locais utilizados para o carregamento e a armazenagem de mercadorias; a segurança de contêineres, cargas e outros meios de transporte; a seleção rigorosa de pessoal; e a segurança dos sistemas de informação.

No Brasil a segurança no comércio internacional está muito afeta a aspectos econômicos tributários, tendo um foco maior no combate aos crimes à economia brasileira, tais como: contrabando, descaminho, pirataria e contrafação. Segundo o Portal G1 (2013), estes crimes dão um prejuízo de cerca R\$ 100 bilhões por ano ao Brasil, perdem em faturamento apenas para o narcotráfico e para o tráfico internacional de pessoas. Segundo declaração de Bernadi (2013):

*"onde entra o contrabando, entra cigarro, drogas e armas. E, o que antes era um crime fiscal passa a ser um crime contra vida"*

Verifica-se que mesmo com as ações de repressão com reforço de fiscalização nas fronteiras, nos portos e aeroportos a entrada ilegal de produtos estrangeiros ainda é grande, criando impactos severos a sociedade brasileira. Isto denota que se faz necessário a implementação de tecnologias e capacitação de profissionais, visando promover a melhoria contínua das ações de repressão.

O tratamento da segurança no comércio internacional, no Brasil, precisa ser também observado pelo aspecto de eventos terroristas, considerando que o sistema de comércio mundial é vulnerável a tais eventos e que certamente prejudicam severamente a economia global como um todo. Há fortes evidências que esta postura deve-se pelo fato do Brasil, declaradamente, não ter sido alvo de atentados terroristas, guerras ou conflitos

raciais. O fato de não ter havido estes eventos, pode influenciar a falta de cultura de segurança no país. Num mundo globalizado e sendo o Brasil sede de grandes eventos como a Copa do Mundo e as Olimpíadas, são primordiais a pro atividade e medidas de prevenção de atentados terroristas que podem utilizar-se dos meios de transporte de carga entre países. Além deste cenário, deve ser considerado que diversas empresas estrangeiras possuem bases instaladas no Brasil, trazendo consigo a possibilidade de que atentados ou eventos terroristas não ocorram em seus países de origem.

Atentos a esta realidade, em se tratando do setor portuário, o comércio internacional obrigou o estabelecimento de novas políticas de controle sobre veículos, cargas e pessoas, visando: a proteção da integridade física das instalações portuárias e navios atracados; da saúde e bem estar das pessoas e residentes; assim como, do meio ambiente dos países de destino das embarcações que viajam pelo mundo.

Estas políticas culminaram em tratados internacionais sobre segurança portuária, como o da Organização Internacional Marítima (IMO), onde o Brasil é signatário. De acordo com Russo Filho (2006), todos os portos brasileiros e instalações portuárias já estão desenvolvendo sistemas para o controle de acesso de pessoas, veículos e cargas e suas dependências, para atender as exigências do IMO. Além disso, portarias da Secretaria da Receita Federal Brasileira, instituem e disciplinam o emprego de equipamentos de raios X e de raios gama de grande porte, bem como aparelhos de detecção de radiação.

Fica evidenciado o esforço dos órgãos competentes no Brasil para cumprir com as exigências do IMO na detecção de ameaças, dentre elas podemos citar a aquisição de equipamentos de inspeção não intrusiva para a melhoria da segurança portuária. No entanto em atendimento ao que preconiza a Estrutura OMA deve ser ressaltado que é muito relevante a seleção de pessoas adequadas para a identificação das ameaças, a qualificação e requalificação dos profissionais envolvidos com a segurança, visando à operação dos equipamentos.

Segundo Russo Filho (2006), mesmo que existam os recursos financeiros disponíveis e a existência de tecnologia para o cumprimento das exigências do IMO, os planos de segurança portuária somente têm condição de serem executados com eficácia empregando mão de obra qualificada através de treinamentos específicos.

A especificidade relatada Russo Filho (2006), aponta para a complexidade existente na formação destes profissionais. Idealmente profissionais de segurança responsáveis pela a inspeção não intrusiva de veículos, containers, cargas e bagagens que

deveriam receber capacitação profissional em equipamentos reais, contendo diferentes tipos de objetos, incluindo materiais proibidos ou perigosos, aprendendo desta forma a reconhecer as imagens resultantes da inspeção destes objetos. Na prática isto não se mostra plenamente viável. Por isso mostra-se relevante o uso de ferramentas computacionais TBC (Treinamento Baseado em Computador), tendo em vista que por simulação computacional é permitido replicar este processo de treinamento.

Visando explorar mais sobre o emprego desta tecnologia na capacitação profissional na área não intrusiva, este artigo teórico está dividido em cinco seções, sendo esta primeira introdutória. Na sequência a Seção 2 analisa brevemente o estado da arte dos acordos internacionais da área de segurança portuária. Na Seção 3 serão abordados conceitos sobre as tecnologias de inspeção não intrusiva adotada na segurança portuária; a Seção 4 apresenta o princípio de funcionamento da ferramenta de treinamento TBC aplicada a inspeção não intrusiva; a Seção 5 sintetiza as conclusões do trabalho.

## **2 ESTADO DA ARTE DOS ACORDOS INTERNACIONAIS INERENTES A SEGURANÇA PORTUÁRIA**

Dentro do contexto do comércio internacional, as administrações aduaneiras precisam adotar medidas contínuas de segurança e planos de melhoria contínua com a relevância necessária para atender as exigências dos acordos internacionais entre os países signatários, principalmente aqueles mais vulneráveis aos ataques terroristas. Neste sentido, são os principais acordos internacionais na área portuária onde o Brasil é signatário:

1. *Organização Internacional Marítima (IMO)*, através do Código Internacional sobre Segurança das Instalações Portuárias e Navios (ISPS-Code), tem por objetivo estabelecer regras de conduta sobre a segurança através de medidas preventivas em relação à ocorrência de incidentes que venham a comprometer a integridade das instalações portuárias, embarcações, pessoas e meio ambiente.
2. *“Container Security Initiative” (CSI)* é um programa de prevenção instituído pela *“Custom and Border Protection” (CBP)*, órgão do governo americano, tem por objetivo prevenir a utilização, por parte de terroristas de contêineres de carga marítima, provenientes de qualquer porto do mundo com destino aos Estados Unidos da América.
3. *Estrutura de padrão OMA*, em linhas gerais tem por objetivo certificar de

modo governamental empresas de logística de embalagem e transporte nacional e internacional na cadeia de suprimentos do comércio entre nações, desde que os critérios da estrutura OMA sejam atendidos (conforme citado da seção introdutória).

4. *Mercosul*, estes são acordos bilaterais existentes com países da América do Sul com objetivos econômicos e diplomáticos. No que trata a área aduaneira no aspecto segurança, visa a adoção de medidas, similares as preconizadas na Estrutura OMA, para controle da cadeia logística de transporte rodoviária e ferroviária com países que fazem fronteira terrestre com Brasil.

5. *Megaports*, é um programa desenvolvido e patrocinado pelos E.U.A, que consiste na instalação de portais detectores de radiação em portos marítimos do mundo, visando o controle e prevenção de transporte de materiais que possam ser utilizados para produção de armas nucleares.

Em todos estes acordos, fica evidente a preocupação mundial em atendimento aos requisitos de segurança que visam a preservação da vida humana e do meio ambiente. Haja vista que segundo o artigo III da Declaração dos Direitos Humanos:

*“Toda pessoa tem direito à vida, à liberdade e à segurança pessoal”.*

Segundo a estrutura OMA se faz necessário a avaliação de ameaças e a existência de um plano de segurança adequado às ameaças identificadas. A definição de ameaça difere em função da área do conhecimento logo, buscando apoio no setor aeroportuário, entende-se que ameaça é a quantificação da probabilidade ou possibilidade de um ataque contra um alvo específico, (AVSEC, 2009), o que se mostra aderente ao setor portuário.

Deve ser ressaltado que este plano é um documento vivo, este deve contemplar sistemas de acompanhamento e progresso destas ameaças, como também a pronta resposta, mecanismos de disseminação e atualização dos *stakeholders*, principalmente os profissionais de segurança atuantes nos *check-points* que lidam com tecnologias e equipamentos para a detecção das ameaças. Neste sentido, podemos citar ameaças que podem comprometer a segurança no setor portuário (ISPS-Code):

1. Danos às instalações portuárias e aos navios por explosivos, incêndio criminoso, sabotagem ou vandalismo;
2. Sequestro ou captura do navio ou de pessoas a bordo;
3. Adulteração de cargas e componentes essenciais à instalação portuária;

4. Acesso ou uso não autorizado das instalações portuárias e navios;
5. Tráfico de armas ou equipamentos, incluindo armas de destruição em massa;
6. Uso do navio para transportar pessoas e/ou objetos que causem ou possam comprometer a segurança;
7. Uso do próprio navio como uma arma ou meio de causar danos ou destruição;
8. Bloqueio de acessos dos portos, aproximações indevidas ou eventos similares;
9. Ataque de origem nuclear, radiológico, biológico ou químico, devendo ser observado que estas ameaças podem ser utilizadas de forma múltipla ou simultânea.

Diante do exposto, são justificáveis os investimentos na aquisição de tecnologias, melhoria de processos e a qualificação das pessoas que lidam com a segurança. Muitas tecnologias podem ser utilizadas para a implementação dos planos de segurança portuária, mas o artigo irá contemplar as tecnologias de inspeção não intrusiva empregando radiações ionizantes por Raios X.

A Receita Federal Brasileira, através de portarias e instruções normativas, em conformidade com os acordos internacionais estabeleceu que as inspeções não intrusivas empregando Raios X ou Raios Gama serão adotadas nos portos. Além disso, estabeleceu os requisitos mínimos obrigatórios para estes equipamentos através do “Ato Declaratório Executivo COANA nº 27, de 22 de dezembro de 2010”.

### **3 SISTEMAS DE INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA ADOTADOS NAS INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS BRASILEIRAS**

Os sistemas de inspeção não invasiva empregando radiações ionizantes nas instalações portuárias prevê a vistoria de veículos e unidades de carga, cargas e bagagens. Na área portuária a nomenclatura dada a estes equipamentos são “*scanners*”. A Figura 1 mostra exemplos de aplicação *scanners* por Raios X na área portuária.

Figura 1: Aplicação de *scanners* para inspeção não intrusiva na área portuária  
(a) Scanner para Inspeção Não Intrusiva de Veículos



Fonte: Rapiscan, 2013

(b) Unidades Móveis para Inspeção Não Intrusiva de pacotes e embalagens



Fonte: Portal Beach&Co, 2013

(c) Scanner para a inspeção Não Intrusiva de Carga e Paletes



Fonte: Gilardoni, 2014

(d) Scanner para Inspeção não intrusiva de bagagens



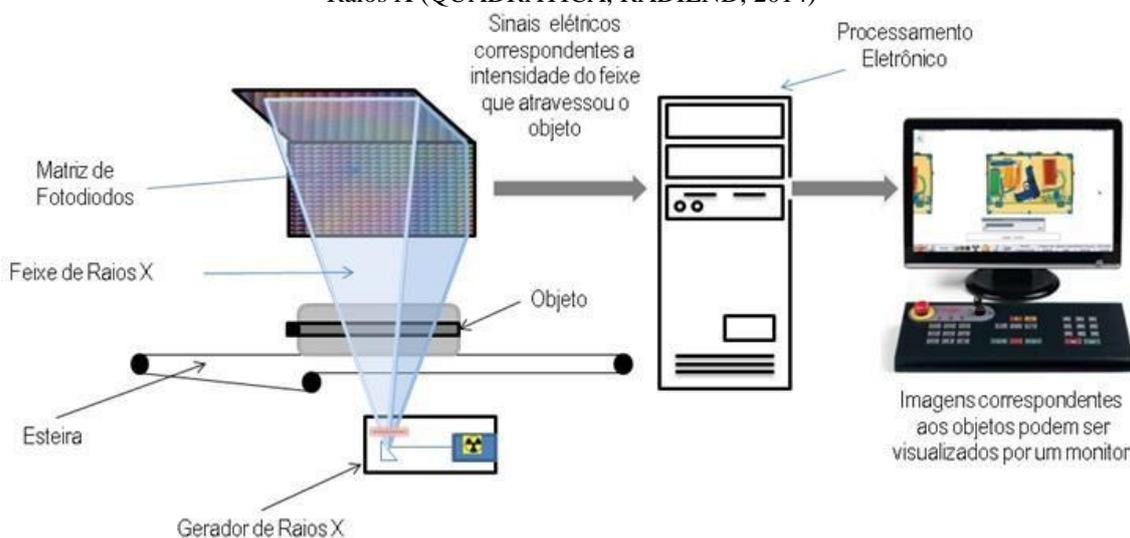
Fonte: Smitts, 2014

Na área de segurança o emprego de “*scanners*”, além de possibilitar a detecção da existência de armas de destruição em massa e de drogas dentro dos contêineres, incrementa um maior rigor nos controles aduaneiros, no combate ao contrabando, ao descaminho, à pirataria e à contrafação, bem como auxilia na verificação dos indícios de ocorrência de infração à legislação, tais como a elaboração de despacho com falsa declaração de conteúdo (RUSSO FILHO, 2006). Segundo a declaração de Cleiton Alves, inspetor-chefe da alfândega de Santos, dada ao portal ao portal Beach & Co, o emprego de scanner permite uma inspeção mais precisa e rápida:

*“Temos apreendido muita arma escondida em microondas, televisões e computadores (fuzis, H-47 e outras armas de grosso calibre). Agora, com essa tecnologia, não será mais necessário desmontar o aparelho, simplesmente passamos o escâner”*

O princípio de funcionamento dos *scanners* basicamente é dependente de uma fonte emissora de radiação ionizante (Raios X ou Raios Gama), um sistema de detecção e um sistema de visualização. Na Figura 2 é apresentada uma imagem ilustrativa do princípio de funcionamento do *scanner*.

Figura 2: Imagem ilustrativa do funcionamento interno de uma máquina de inspeção de bagagem por Raios X (QUADRATICA, RADIEND, 2014)



Na Figura 2 a intensidade dos Raios X que atravessam a bagagem irá depender da densidade e do número atômico dos objetos contidos na mesma. Estes raios com diferentes intensidades sensibilizam a matriz de fotodiodos e são convertidos em sinais elétricos correspondentes a imagem. Estes sinais são processados

computacionalmente, onde são geradas imagens que podem ser visualizadas num monitor de vídeo (BESERRA, 2012).

De acordo com o comando do operador estas imagens podem ser visualizadas segundo classificações específicas, tendo em vista que o profissional escolha o modo de visualização que o permita uma maior precisão na identificação de objetos proibidos ou perigosos. Através de algoritmos específicos, o sistema computacional pode classificar as imagens referentes aos objetos inspecionados segundo grupo de materiais.

Nas máquinas de inspeção não intrusiva empregando Raios X, quando é selecionado o modo de visualização colorido, os materiais são classificados da seguinte forma: orgânicos (laranja), metálicos (azul), inorgânicos não metálicos (verde). Além disso, outras funções também podem ser adotadas para maior precisão na identificação das ameaças, como filtros (ASTM F792, 2008). Na Figura 3 são apresentados os modos de visualização disponíveis em máquinas comerciais de inspeção não intrusiva (GILARDONI, 2014).



Na Figura 3 (a) tem-se a imagem colorida obtida pelos Raios X classificada por grupos de materiais, enquanto que na (b) tem-se um modo de visualização de imagem negativa, similar a uma radiografia, sendo que neste caso mostrando os objetos mais densos como mais claros e os objetos de densidade menor (tipicamente orgânicos e não metálicos) como mais escuros. Já na imagem (c) foi aplicado um filtro que permite visualizar somente os objetos de um específico grupo de materiais, neste caso orgânico.

A classificação de um objeto como proibido ou perigoso na inspeção não intrusiva por Raios X irá depender do ambiente, setor e políticas de segurança adotadas em determinado país. Na área aeroportuária brasileira, por exemplo, são seguidas as

instruções da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO- International Civil Aviation Organization), o que pode ser aderente ao setor portuário.

Além disso, os fabricantes de máquinas de Raios X comerciais produzem equipamentos segundo padrões reconhecidos internacionalmente, tendo em vista que é necessário manter a interoperabilidade técnica e a rastreabilidade, principalmente quanto ao que tange a qualidade das imagens. Normas específicas devem ser atendidas, pois norteiam a especificação de equipamentos, a aceitação de serviços e a capacitação de profissionais na identificação de ameaças.

Neste sentido, deve ser esclarecido que, mesmo dentro das normas, as imagens geradas pelo sistema de Raios X e funções de tratamento/visualização das imagens variam de um fabricante para outro. Portanto, neste segmento para eficácia na identificação das ameaças é imprescindível à qualificação dos operadores no equipamento que será utilizado na inspeção.

#### **4 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA DE TREINAMENTO BASEADO EM COMPUTADOR (TBC) APLICADA A INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA POR RAIOS X**

No mundo do trabalho temos que lidar com métodos, procedimentos e ferramentas para aumentar a produtividade e qualidade dos produtos e serviços prestados. Deste modo, a formação para o trabalho exige que as atividades de capacitação profissional sejam sinérgicas à velocidade e às realidades cotidianas do ambiente do trabalho. Em se tratando de segurança, mais especificamente, na identificação de ameaças por Raios X, é exigido que o operador em seja capaz de tomar decisões corretas e de forma rápida.

Segundo Chris Grey, diretor da Quadratica:uk, em declaração ao Portal Brasil Econômico (2014):

*"Um operador de Raios X deve ser capaz de analisar, em média, uma pessoa e sua bagagem em cinco segundos. Se não estiver bem treinado e não tiver confiança, certamente vai falhar em atingir essa meta"*

Mostra-se eficiente para a capacitação destes profissionais o emprego de técnicas e ferramentas de cunho cognitivo e adaptativo, tendo como objetivo o desenvolvimento da habilidade técnica da tomada de decisão, em segundos, na identificação das eventuais ameaças analisadas durante os processos de inspeção de veículos, cargas ou bagagens.

Os conceitos de aprendizagem cognitiva buscam compreender o modo particular do treinando em perceber uma informação durante o processo de aprendizagem. Enquanto que o adaptativo constitui um modelo capaz de promover a adaptação de conteúdos e recursos de ensino em função do perfil do treinando, ou seja, é possível adaptar os conteúdos e sugerir caminhos a serem seguidos pelos treinandos, tornando a interação personalizada ao conhecimento e aos interesses individuais de cada usuário (PALAZZO, 2002).

Agregado a estes conceitos, profissionais de segurança responsáveis pela a inspeção de veículos, cargas e bagagens por Raios X deveriam receber capacitação profissional em equipamentos reais e empregando contêineres contendo diferentes tipos de objetos incluindo materiais proibidos ou perigosos, aprendendo desta forma a reconhecer as imagens resultantes da inspeção destes objetos. Na prática isto não se mostra plenamente viável. No entanto, por simulação computacional é possível replicar este processo através de TBC.

Um sistema TBC, normalmente é composto por três partes:

1. *CAI (Computer Aided Instruction)*: que interage diretamente com o aluno para apresentar o conteúdo da lição correspondendo a um meio de instrução. Como exemplo, podemos citar um tipo de CAI muito relevante na formação de operadores de Raios X - a simulação computacional- , pois oferece maior interatividade e permite ao treinando construir seu próprio conhecimento.
2. *CMI (Computer Managed Instruction)*: realiza os testes, grava os resultados e informa o desempenho ao treinador e/ou ao treinando.
3. *CSLR (Computer Suported Learning Resources)*: contém os recursos utilizados pelo TBC (banco de dados, figuras, filmes etc.)

Diante da relevância do emprego das ferramentas TBC para a melhoria da segurança do setor portuário, a autora analisou os conteúdos das portarias e instruções normativas da Receita Federal Brasileira na área portuária. Neste sentido, não houve evidências do emprego de ferramentas TBC para simulação computacional de equipamentos de inspeção não intrusiva por Raios X para formação de profissionais nos *checkpoints* de inspeção, assim como instruções normativas ou resoluções referentes à estruturação de cursos de formação específicos para a operação não intrusiva por Raios X na área portuária.

A seguir serão apresentados os recursos de um TBC mundialmente difundido na capacitação de operadores de Raios X, o X-SCREEN<sup>®</sup>, onde seu emprego mostra-se

aderente e sinérgico ao que preconiza atualmente os acordos internacionais inerentes a segurança portuária (QUADRATICA, 2014).

#### 4.1 PRINCÍPIO GERAL DE FUNCIONAMENTO DO X-SCREEN®

O sistema TBC apresenta para o treinando uma série de imagens, que podem ser específicas de bagagens caracterizando os diversos tipos de ameaças, tais como objetos pontiagudos e cortantes, armas, bombas, explosivos, diferentes tipo de dispositivos explosivos improvisados (*IED- Improvised Explosive Device*). O X-SCREEN também explora o conceito de nenhuma ameaça, ameaça óbvia e possível ameaça, bem como incorpora a estratégia de elementos essenciais de um DEI (carga explosiva, detonador, fonte de energia e dispositivo de acionamento). O X-SCREEN através de um algoritmo computacional gera imagens equivalentes as obtidas em equipamentos de Raios X comerciais, inclusive, utilizando um painel de controle virtual idêntico de cada equipamento (QUADRATICA, 2014).

Uma imagem fotográfica de cada bagagem e dos objetos nela contidos é disponibilizada, assim o treinando pode comparar a imagem obtida pelos raios X com a imagem fotográfica dos objetos que foram escaneados. O treinando é avaliado pelas decisões que toma analisando as imagens propostas pelo simulador e cada decisão é registrada gerando relatórios e análises. Na Figura 4 é apresentada uma tela do sistema, onde é mostrado um veículo visto pelos Raios X e a fotografia do equipamento real.

Figura 4: TBC para inspeção de veículos



Fonte: QUADRATICA, 2014)

Conforme observado na Figura 5 e 6 este TBC também pode ser aplicado para inspeção de cargas e bagagens.

Figura 5: TBC para inspeção de paletes

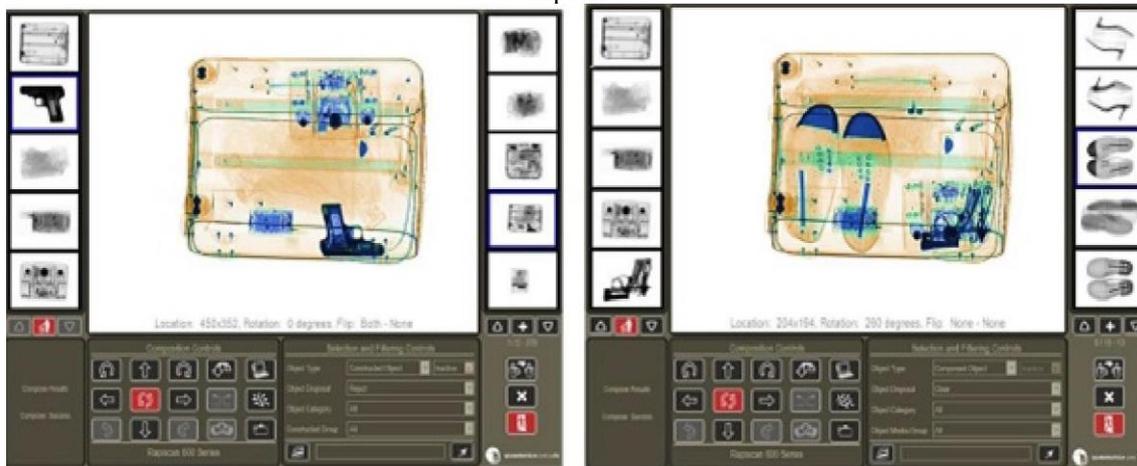


Fonte: QUADRATICA, 2014)

#### 4.2 BANCO DE IMAGENS E CRIAÇÃO AUTOMÁTICA DE OBJETOS

O X-SCREEN é capaz de combinar além de 400 diferentes malas, bagagens, mochilas e contendo 3000 objetos dos quais são 700 ameaças, podendo ainda ser criados milhões de diferentes composições para atender as mais diferentes e específicas necessidades de treinamento. O X-SCREEN permite a criação automática de uma biblioteca de bagagens combinando os vários objetos disponíveis de acordo com critérios definidos pelos instrutores de forma a atender as necessidades específicas de cada treinando e/ou cada treinamento. Após a criação automática das bagagens, critérios de avaliação podem ser editados considerando o os objetivos de cada treinamento.

Figura 6: Imagem da mesma bagagem com diferente disposição dos objetos e adição de um par de sapatos



Fonte: QUADRATICA, 2014

#### 4.3 SIMULAÇÃO DE DIFERENTES EQUIPAMENTOS

As imagens geradas pelo X-SCREEN são equivalentes às obtidas utilizando os diferentes modelos e marcas de equipamentos de raios X a serem utilizados pelos operadores e inspetores de raios X. O painel de controle de cada equipamento é

reproduzido fielmente pelo software de forma que o treinando possa selecionar e utilizar os mesmos comandos e funções presentes num equipamento de raios X real, como pode ser visto na Figura 7. Ainda na Figura 7, pode-se verificar que a imagem da mesma bagagem simulada por diferentes equipamentos podem apresentar a classificação dos objetos em gradação de cores diferentes. Isto denota a relevância da capacitação dos profissionais nos equipamentos que efetivamente serão utilizados no ambiente real de inspeção.

Figura 7: Imagem da mesma bagagem simulada em diferentes equipamentos de raios X



Fonte: QUADRATICA, 2014

#### 4.4 LIÇÕES FLEXÍVEIS E ADAPTATIVAS

As lições podem ser configuradas levando em consideração o nível de experiência e capacidade de cada indivíduo a ser treinado. Abaixo são apresentados os recursos que podem ser configurados nas lições:

1. *Feedback imediato*: para treinandos com pouca experiência é muito importante visualizar as fotos da bagagem e do seu conteúdo logo após a análise da imagem por raios X.
2. *Tomada de decisão*: a pontuação pode ser baseada na decisão tomada pelo treinando para cada imagem; na identificação dos objetos contidos na bagagem; na localização dos mesmos ou uma combinação destas informações.
3. *Tempo*: o tempo empregado para cada sessão pode ser utilizado para avaliar a velocidade na tomada de decisão.

4. *Acesso às lições*: pode ser impedido aos alunos de acessar lições sucessivas, caso o mesmo não tenha superado uma determinada pontuação na lição corrente.

5. *Nível de falha*: para inspetores experientes, por exemplo, é possível programar o sistema para que a pontuação destes seja automaticamente zerada para cada erro na avaliação de uma bagagem com ameaças.

Uma vez que o sistema tem suficientes informações sobre a capacidade de um treinando é possível gerar automaticamente lições com um conteúdo baseado nos resultados anteriores do próprio treinando. Estas lições no X-SCREEN são chamadas de adaptativas. Se por exemplo, os resultados anteriores sugerirem uma dificuldade na identificação de componentes de armas de fogo, as lições automaticamente reduzem o nível de dificuldade para este tipo de objeto, aumentando a ênfase para este tipo de ameaça nas próximas sessões.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de tecnologias em TBC para capacitação de profissionais na área de inspeção não intrusiva por Raios X na área portuária são justificáveis, tendo em vista que a segurança da cadeia logística das aduanas, principalmente, transcende a repressão ao contrabando, descaminho, pirataria e contrafação. Deve também contemplar a identificação de ameaças, visando mitigar eventos terroristas, como preconiza os acordos internacionais dos quais o Brasil é signatário.

Neste sentido, certamente, há evidências de que o Brasil vem adquirindo equipamentos de inspeção não intrusiva. No entanto, deve ser levado em conta propostas de melhoria contínua da capacitação profissional, principalmente, para os operadores de equipamentos de Raios X, dada a complexidade inerente a formação de profissionais para este segmento. Desta forma, estarão sendo envidados esforços para proteção da vida, do patrimônio e do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

1. ASTM F792 (2008) “Standard Practice for Evaluating the Imaging Performance of Security X-Ray Systems”.
2. Bernadi, L.(2013). Declaração do superintendente da Receita Federal em Santa Catarina e no Paraná. Disponível em <http://g1.globo.com/pr/oeste-sudoeste/noticia/2013/06/contrabando-cria-prejuizo-de-r-100-bilhoes-por-ano-no-brasil-diz-rf.html>, acessado em 17/04/2014.
3. Beserra, M.T.F.(2012). *Radioscopia aplicada à melhoria dos processos industriais de controle de qualidade na produção de calçados brasileiros*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
4. Campos, F.; Campos, G.; Rocha, A. R. Dez etapas para o desenvolvimento de software educativo do tipo hipermídia. Disponível em [http://phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong\\_1996/congresso\\_html/19/etapas.htm](http://phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong_1996/congresso_html/19/etapas.htm) acesso em 21 de abril de 2014.
5. ISPS-CODE. Disponível em <http://www.infrastructure.gov.au/transport/security/maritime/isps/index.aspx>, acessado em 19/04/2014.
6. Lacerda, S.M. “Investimentos nos Portos Brasileiros: Oportunidades da Concessão da Infra-Estrutura Portuária”. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 22, p. 297-315, set. 2005.
7. Nascimento, J, Silva, O. (2012) “Análise da logística e Infraestrutura de transporte de carga do pólo industrial de Manaus”. ABEPRO, Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção.
8. Palazzo, L. A. M. (2002) “Sistemas de Hipermídia Adaptativa”. In: Ingrid Jansch Porto. (Org.). XXI Jornada de Atualização em Informática - Livro Texto. Florianópolis: , 2002, v. 1, 287-325.
9. Russo Filho, A. (2006). *Comércio internacional, um modelo para segurança portuária de modernização da aduana brasileira*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
10. <http://www.receita.fazenda.gov.br/>, acessado em 18/04/2014.
11. <http://www.rapiscansystems.com/>, acessado em 22/04/2014.
12. <http://www.gilardoni.it/>, acessado em 22/04/2014.
13. <http://www.beachco.com.br/v2/porto/alta-tecnologia-a-servico-da-seguranca.html>, acessado em 22/04/2014.
14. [http://brasileconomico.ig.com.br/ultimas-noticias/demanda-atrai-empresas-de-seguranca-aeroportuaria\\_139717.html](http://brasileconomico.ig.com.br/ultimas-noticias/demanda-atrai-empresas-de-seguranca-aeroportuaria_139717.html), acessado em 20/03/2014.

15. <http://www.quadratica.co.uk/>, acessado em 25/04/2014.
16. <http://radiend.com.br/> , acessado em 25/04/2014