



## SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO DE INSPEÇÕES DE PRODUTOS PERIGOSOS

*Raphael Machado, Charles Prado, Flávio Moraes, Tiago Oliveira, Leonardo Ribeiro,  
Davidson Boccardo, Tiago Nascimento, Guilherme Pedrosa, Luiz Fernando Rust*

Inmetro, Rio de Janeiro, Brasil,

{rcmachado,cbprado,fpmoraes,tdoliveira,lcribeiro,drboccardo,tmnascimento,gcpedrosa,lfrust}@inmetro.gov.br

**Resumo:** O presente artigo descreve um modelo de um sistema de acompanhamento das inspeções realizadas nos organismos de avaliação da conformidade acreditados para a inspeção de equipamentos rodoviários que transportam produtos perigosos à granel. O acompanhamento proposto baseia-se na geração de um conjunto de evidências da execução de etapas de uma inspeção e na posterior “verificação da plausibilidade” do conjunto de evidências geradas. Tal verificação de plausibilidade buscará, com base em informações geográficas, temporais e de processamento de imagens, identificar se o conjunto dessas evidências é consistente. Com base na análise das evidências geradas, será possível verificar se dada inspeção ocorreu, se foi conduzida corretamente, e se o parecer final foi apropriado.

**Palavras chave:** avaliação da conformidade, acreditação, inspeção, produtos perigosos.

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a responsabilidade pelo programa de avaliação da conformidade (inspeção) de veículos e equipamentos rodoviários para o transporte de produtos perigosos [2,3] à granel é atribuída ao Inmetro através do Decreto nº 96.044 de 18 de maio de 1988.

Historicamente, a inspeção de tais veículos/equipamentos era feita em transportadoras, expedidores ou embarcadores de produtos perigosos o que dificultava a rastreabilidade dos registros das inspeções e, conseqüentemente com pouco acompanhamento por parte do Poder Público. Com o regulamento baixado através da Portaria Inmetro 91 de 2009, iniciou-se uma nova fase neste programa. Através desta Portaria, foi determinado que toda inspeção seja conduzida em um *Local de Inspeção* próprio de um organismo de inspeção acreditado pela.

O novo Regulamento representou um enorme avanço no transporte de produtos perigosos; entretanto, existem indícios de que grande parte das inspeções no país ainda é realizada fora dos Locais de Inspeção, de maneira incorreta, incompleta, ou nem mesmo seja realizada. Desta forma, o aumento na confiabilidade das inspeções realizadas no país passa, obrigatoriamente, por um acompanhamento mais próximo destas inspeções pelo Poder Público.

No presente trabalho, propomos um modelo de acompanhamento *a posteriori* de inspeções. A idéia central do modelo proposto é a geração, por parte do organismo de inspeção, de um conjunto de evidências da realização de uma inspeção, com a subsequente análise de tais evidências pelo Inmetro. As evidências geradas serão compostas por um conjunto de imagens, informações geográficas e informações temporais, todas assinadas digitalmente, de

maneira a se rastrear o equipamento gerador de tais evidências e garantir a integridade destas evidências. O Inmetro terá a responsabilidade de analisar todas as evidências de cada inspeção, buscando eventuais inconsistências que porventura comprometam a confiabilidade de que determinada inspeção tenha sido executada corretamente. Eventuais desvios cometidos por organismos de inspeção acarretarão em punições, tais como suspensões ou cancelamentos de creditações.

### 2. EVIDÊNCIAS DE UMA INSPEÇÃO

As evidências da realização de uma inspeção serão um conjunto de imagens associadas a informações geográficas e temporais. Estas evidências serão geradas por câmeras e filmadoras digitais associadas a dispositivos GPS. Além disso, toda evidência será assinada digitalmente pelo próprio equipamento que a gerou (câmera e filmadora) de modo a garantir-se a origem e a integridade de tais evidências.

Câmeras digitais: o principal gerador de evidências será uma câmera digital dotada de dispositivo GPS e mecanismos de assinatura digital. Tal câmera será utilizada para registrar, em fotografia, a execução de diversos marcos ao longo do processo de inspeção. Tais marcos são ditos *marcos rastreáveis*, pois o instante e o local de sua execução pode ser identificado através das evidências geradas.

Filmadoras digitais serão usadas como geradoras secundárias de evidências - que são as filmagens das inspeções - que devem ser armazenadas para posterior consulta, pelo Inmetro, de modo a esclarecer eventuais dúvidas sobre uma inspeção específica. Assim como as câmeras digitais, as filmadoras digitais serão dotadas de dispositivo GPS e mecanismos de assinatura digital

### 3. VERIFICAÇÃO DE PLAUSIBILIDADE

Toda inspeção conduzida por um organismo de inspeção deverá ser comunicada ao Inmetro, juntamente com seu conjunto de evidências. O Inmetro irá receber os dados de uma inspeção e analisá-los, buscando verificar a sua consistência. Tal processo é denominado *verificação de plausibilidade*, e fará uso das informações de imagem, dados geográficos e temporais.

O núcleo do processo de verificação de plausibilidade é um modelo discreto que identifica um conjunto de atividades atômicas associadas a cada processo de inspeção, assim como restrições internas e externas de cada atividade. É restrição interna de uma atividade, por exemplo, a sua duração mínima. São restrições externas entre atividades  $X$  e  $Y$ , por exemplo, o fato de que  $X$  e  $Y$  não podem ser

executadas simultaneamente, ou ainda, o fato de que  $X$  deve ser executada antes de  $Y$ .

Formalmente, um critério de plausibilidade pode ser representado pela seguinte coleção de conjuntos:

- um conjunto  $V$  de atividades (vértices);
- um conjunto  $E$  de pares não-ordenados de atividades (arestas não-direcionadas);
- um conjunto  $D$  de pares ordenados de atividades (arestas direcionadas);
- opcionalmente, um conjunto  $T$  de números inteiros com mesma cardinalidade que  $V$  (durações das atividades).

O conjunto  $V$  indica as atividades atômicas a serem realizadas em determinada inspeção. O conjunto  $E$  indica pares de atividades que não podem ser realizadas simultaneamente. O conjunto  $D$  indica pares de atividades que devem ser realizadas em determinada ordem:  $(v_1, v_2) \in D$  indica que  $v_1$  deve ser realizada antes de  $v_2$ . Finalmente o conjunto  $T$  indica a duração mínima de cada atividade. Verificar se o conjunto de evidências de uma inspeção é consistente equivale a verificar se uma dada coloração de grafos [1] é válida.

**Exemplo de modelo de plausibilidade.** No exemplo a seguir, apresentamos um modelo hipotético de critério de plausibilidade em um cenário de inspeção simplificado composto por cinco atividades:

- 1) Teste hidrostático
- 2) Teste pneumático
- 3) Teste de válvulas
- 4) Inspeção visual interna
- 5) Inspeção visual externa

Em nosso modelo, assumimos que as atividades 1, 2 e 4 devem ser executadas em momentos distintos. Além disso, a atividade 3 deve ser executada antes da atividade 2. Finalmente, observamos que não existem restrições quanto ao instante de execução da atividade 5. Os conjuntos  $V$ ,  $E$  e  $D$  podem ser representados na forma de um grafo, como mostrado na Figura 1:

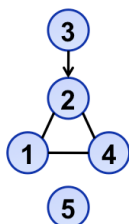


Fig. 1. Representação em grafo do modelo de plausibilidade

Adicionalmente, poder-se-ia definir tempos mínimos de execução de cada uma das cinco atividades.

A plausibilidade de execução de determinada inspeção está associada à inexistência de conflitos nos dados de execução desta inspeção quando estes dados são confrontados com o modelo de inspeção. Suponha, por exemplo, que determinada inspeção foi, supostamente, executada de acordo com as seguintes informações temporais:

- Teste hidrostático: 9:00-10:00;
- Teste pneumático: 10:00-11:00;
- Teste de válvulas: 9:00-9:30;
- Inspeção visual int.: 9:20-9:45;
- Inspeção visual ext.: 11:00-11:15;

O leitor poderá verificar que existe conflito entre os tempos de execução das atividades 1 e 4, que possuem interseção não-nula. Naturalmente, existe inconsistência nos dados da inspeção, já que a inspeção visual interna não poderia ocorrer no mesmo momento em que se executava o teste hidrostático, durante o qual o tanque fica cheio de água (e pressurizado).

#### 4. CRITÉRIOS ADICIONAIS DE PLAUSIBILIDADE

Além dos critérios descritos na Seção 3, outros dados poderão ser confrontados para aumentar o grau de confiabilidade em uma inspeção:

- confronto entre dados informados pelo organismo de inspeção e dados obtidos dos registros fotográficos através de processamento de imagens (identificação por OCR dos caracteres da placa do caminhão inspecionado, por exemplo);
- análises estatísticas dos dados de inspeção (número de inspeções por dia, número de aprovações, tempo de realização de uma inspeção etc.);
- restrições “extra-inspeção”, ou seja, a verificação de que atividades correspondentes **em inspeções diferentes** não poderiam ocorrer simultaneamente - exemplo, dois testes hidrostáticos simultâneos em um organismo que possui somente uma bomba.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia proposta busca o aumento da confiança nos processos de inspeção de produtos perigosos através da análise de evidências da execução destas inspeções. Embora o impacto nos processos de inspeção seja pequeno - a simples geração de um conjunto de imagens associadas a uma inspeção - entende-se que o aumento da confiabilidade no processo de inspeção será enorme, uma vez que a análise de tais evidências será automatizado, e que eventuais desvios de conduta serão punidos.

É importante observar que os próprios critérios de plausibilidade poderão - e deverão - evoluir, através da inclusão de novos critérios e da exclusão de critérios que levem a falso-positivos. Finalmente, observamos que o sistema proposto poderá, sem grandes alterações, evoluir para um sistema *online* que forneça confiabilidade *a priori*, ou seja, um sistema no qual a emissão de um certificado somente acontecerá após uma análise prévia, por parte do Inmetro, das evidências geradas por uma inspeção.

#### REFERÊNCIAS

- [1] R. Beigel, D. Eppstein. "3-coloring in time  $O(1.3289n)$ ", *Journal of Algorithms* 54 (2005) 168–204, doi:10.1016/j.jalgor.2004.06.008
- [2] Portaria INMETRO n.º 91, de 31 de março de 2009.
- [3] Portaria DENATRAN n.º 1, de 5 de fevereiro de 1998.