

UTILIZAÇÃO DO REAGENTE NEGRO DE ERIOCROMO T NAS FISCALIZAÇÕES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS VEICULARES

Wilton Filgueiras de Paula*, Paulo Henrique Demarchi**

Polícia Rodoviária Federal

wilton.filgueiras@prf.gov.br, paulo.demarchi@prf.gov.br

Resumo

Para atender os novos limites de emissões de poluentes, a indústria de veículos automotores desenvolveu o sistema SCR - Selective Catalytic Reduction para reduzir a emissão de NOx por veículos ciclo Diesel. Esse sistema, conhecido como pós tratamento, foi implantado nos veículos fabricados a partir de 2012 para atender a fase P-7 do Proconve. Essa inovação utiliza um fluido chamado ARLA 32 que é uma solução de 32,5% de ureia de alta pureza dissolvida em água desmineralizada.

Com o objetivo de reduzir custos, empresas e caminhoneiros burlam o sistema de várias formas, sendo as principais adicionando água na solução ou produzindo o ARLA ade forma artesanal com ureia agrícola e água comum. Essas atitudes são ilegais, ocorrendo em infração de trânsito, infração ambiental e crime, tipificado na Lei de Crimes Ambientais 9.605/98.

A utilização do reagente Negro de Eriocromo T na identificação destes ilícitos auxilia os órgãos de fiscalização policiais e ambientais no combate a essa modalidade, de forma simples, de fácil realização e baixo custo, privilegiando a manutenção da qualidade de vida.

Palavras-chave: Arla 32. Poluentes. Negro de Eriocromo. Fiscalização. Proconve.

Introdução

Atualmente, é crescente a taxa de motorização no Brasil, seja pelo incentivo à produção e consumo de veículos, pela crescente urbanização, ou ainda, pela crescente utilização do transporte de cargas no modal rodoviário. Este fato coloca os veículos automotores como grandes fontes de emissões de poluentes na atmosfera, o que desperta no poder público, a necessidade de adoção de medidas atenuadoras destes impactos. Assim, em 06 de maio de 1986, a Resolução nº 18 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), coordenado pelo IBAMA, e que veio definir os primeiros limites de emissão para veículos. Em 15 de julho de 1989, o CONAMA, através da Resolução nº 05, criou o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), para viabilizar o crescimento econômico do país com responsabilidade ambiental, limitando os níveis de emissão de poluentes atmosféricos.

Passados 30 anos da criação do PROCONVE, é possível notar a expressiva redução dos níveis de emissões praticados, aproximadamente 90%, em comparação dos limites atuais com os dos anos 80. Existe uma expressiva redução dos valores das emissões atmosféricas dos veículos novos, mas em contrapartida, ainda existe uma frota antiga e poluidora em plena atividade. Mesmo contando com o sucesso da implantação do PROCONVE, ainda existem também pessoas que criam mecanismos e fórmulas para burlar as especificações deste programa, em detrimento daquele meio ambiente que todos anseiam.

Este trabalho propõe preencher esta lacuna que existe na fiscalização das emissões atmosféricas, tornando mais fácil a identificação de falsificação do produto Arla 32, que foi implementado na Fase 7 do PROCONVE. Este composto é formado por 32,5% de ureia de alta pureza em água desmineralizada, com o objetivo de reduzir a emissão de óxidos de nitrogênio em veículos pesados ciclo diesel.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é demonstrar a confiabilidade e a viabilidade técnica, prática e econômica da utilização do indicador Negro de Eriocromo T nos procedimentos de fiscalização da aplicação do produto Arla 32 nos veículos ciclo diesel

fabricados a partir do ano de 2012, em atendimento a Fase P 7 do PROCONVE, que implantou o sistema SCR para estes veículos objetivando o atendimento aos parâmetros das emissões de NO_x.

A utilização do indicador Negro de Eriocromo preenche uma lacuna existente na fiscalização, inibindo a continuidade das fraudes, privilegiando o meio ambiente.

Discussão Teórica

Sistema SCR

O sistema *SCR* - Selective Catalytic Reduction (Redução Catalítica Seletiva, em português) foi uma solução encontrada pela indústria automobilística de veículos ciclo diesel pesados para se adequar para a Fase P7 do PROCONVE (Resolução 403/08 Conama), implantada em 2012, em que o limite para emissão de NO_x foi reduzido de 3,50 g/KW.h para 2,00 g/KW.h.

Essa tecnologia não é inovadora, praticamente foi adaptada da legislação europeia, que implantou o SCR quando lançou em 2008 a *Fase EURO 5* do programa veicular de redução de poluentes europeu. Essa tecnologia atualmente é encontrada na grande maioria dos veículos pesados comercializados no Brasil após 2012, e é também conhecida como sistema de pós-tratamento de NO_x, pois visa fazer a redução do poluente após a saída da câmara de combustão, já no catalisador.

Praticamente o sistema SCR espargue o Arla 32 nos gases expelidos pelo motor quando o sensor de NO_x do veículo identifica a emissão de elevado índice de óxidos de nitrogênio. Esses gases, junto com o Arla pulverizado, entram no catalisador e assim os óxidos de nitrogênio, altamente agressivos à saúde humana e ao meio ambiente são convertidos em nitrogênio e vapor de água que são inofensivos.

O Arla 32 é armazenado em um tanque próprio e como não é considerado tóxico ou perigoso, pode ser comercializado a granel ou em galões para que o próprio motorista complete o reservatório quando necessário. O consumo de Arla equivale a, aproximadamente, 4% a 5% do consumo de diesel, e esse consumo varia de acordo com a marca e modelo do veículo e o percurso que está sendo percorrido.

Arla 32

Arla é a abreviação de Agente Redutor Líquido de Óxidos de Nitrogênio (Nox), já o número 32 refere-se ao nível de concentração de ureia na solução (32,5%) em água desmineralizada.

O Arla atua diretamente nos sistemas de exaustão visando a redução dos óxidos de nitrogênio, convertendo- os em nitrogênio e vapor de água.

O Arla 32 foi introduzido no mercado brasileiro com base na Instrução Normativa (IN) nº 23 de 11 de julho de 2009 do Ibama. Essa IN especifica as características físico-químicas do Arla e define suas propriedades e os limites máximos das substâncias encontradas nessa solução, como o cálcio e magnésio que é de 0,5 mg/kg. Na tabela 01, são apresentadas as especificações do Arla 32, conforme previsto na Instrução Normativa 23 do Ibama. Estas especificações, quando atendidas, garantem os resultados da redução catalítica do NOx nas emissões, e também contribui para a preservação do equipamento.

Tabela 01: Especificações do Arla 32 – IN 23/2009 do Ibama

ESPECIFICAÇÕES	VALORES
Ureia	31,8 a 33,2 % por peso
Alcalinidade como NH ₃	Máximo 0,2 % por peso
Biureto	Máximo 0,3 % por peso
Insolúveis	Máximo 20 mg/kg
Aldeído	Máximo 5 mg/kg
Fosfato (PO ₄ -3)	Máximo 0,5 mg/kg
Alumínio	Máximo 0,5 mg/kg
Cálcio	Máximo 0,5 mg/kg
Ferro	Máximo 0,5 mg/kg
Cobre	Máximo 0,2 mg/kg
Zinco	Máximo 0,2 mg/kg
Cromo	Máximo 0,2 mg/kg
Níquel	Máximo 0,2 mg/kg
Magnésio	Máximo 0,5 mg/kg
Sódio	Máximo 0,5 mg/kg
Potássio	Máximo 0,5 mg/kg
Densidade a 20°C	1087.0 a 1093.0 kg/m ³
Índice de refração a 20°C	1,3814 a 1,3843

O uso de uma solução fora das especificações preconizadas na IN 23 do Ibama faz com que a conversão de óxidos de nitrogênio (NOx) para nitrogênio (N₂) e vapor de água seja ineficiente, além de danificar seriamente o sistema SCR, fazendo com que o veículo ultrapasse os limites de emissões definido pelo PROCONVE, em virtude da

deposição de minerais e outros contaminantes no catalizador. Em seguida é apresentada a imagem da fabricante de catalisadores *Tuper S/A* de um catalisador que utilizou Arla 32 adulterado. Esse componente danificado compromete inclusive a redução de outros poluentes controlados pela legislação, visto que ele ficou inapropriado para o uso.



Figura 1 - Modelo de Catalizador danificado – Fonte: Tuper S/A

Indicador Negro de Eriocromo T – NET

O Indicador Negro de Eriocromo T - NET é um dos mais antigos e mais usados indicadores de complexação. É usado exclusivamente na faixa de pH entre 7 e 11 onde a forma azul do indicador predomina na ausência de íons metálicos. Embora o Negro de Eriocromo T forme complexos vermelhos com aproximadamente 30 metais, somente poucos desses complexos tem a estabilidade necessária para permitir uma mudança de cor apropriada no ponto final de uma titulação direta com o EDTA. O indicador é usado mais frequentemente na titulação direta de Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} e Pb^{2+} .

Íons como Al^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} e Ni^{2+} formam complexos tão estáveis com o Negro de Eriocromo T que impedem a ocorrência da reação do ponto final. Esses íons “bloqueiam” o indicador e devem estar ausentes ou quimicamente mascarados quando o

Negro de Eriocromo T é usado como indicador. Em solução o Negro de Eriocromo T é lentamente oxidado pelo oxigênio dissolvido.

O Negro de Eriocromo é largamente utilizado para identificação da dureza da água, que é uma propriedade relacionada com a concentração de íons solubilizados de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}).

A dureza da água é determinada por titulação via úmida, e os resultados são representados em concentração de carbonato de cálcio (CaCO_3).

Esse resultado classifica a água em: muito mole (0 a 70 mg/L); branda (70 – 135 mg/L); média dureza (135 – 200 mg/L); dura (200 – 350 mg/L); e muito dura (acima de 350 mg/L). Normalmente, as águas utilizadas para abastecimento público possuem uma dureza (Ca /Mg) na ordem de 20 a 50 ppm, o que pode variar muito em função da região. Águas com dureza menores que 5 ppm são relativamente raras, e neste contexto, a utilização do Negro de Eriocromo T na fiscalização de Arla adulterado ganha muita credibilidade, pois, pequenas concentrações de cálcio e magnésio presentes no produto, remetem para a fabricação do Arla com água de torneira ou de fontes naturais.

A fiscalização do Arla utilizando o Negro de Eriocromo, vem completar o processo, haja vista que o simples aparecimento da cor avermelhada, indica, de forma clara e direta a presença de algumas substâncias que tem seu limite máximo preconizado na IN 23/2009 do Ibama, e este procedimento, aliado ao uso do refratômetro que indica a concentração de ureia no Arla, torna a fiscalização completa e eficiente.

Cabe ressaltar também, além da facilidade de execução do procedimento de teste, o baixo custo de operação. Um frasco com 50 ml do indicador tem um preço médio de R\$14,00 (quatorze reais), e, considerando que para cada teste serão utilizados 02 (duas gotas), e considerando também, conforme convenção da Anvisa, que cada ml possui 20 gotas, podemos inferir que cada teste tem um custo de manutenção de apenas 3 centavos.

Metodologia

Objetivando obter a metodologia que expressa as principais e mais comuns situações de adulterações do Arla 32, foram realizados preparos distintos de soluções, como se segue:

- Solução de Arla 32 preparada em laboratório utilizando ureia em grau industrial e água desmineralizada;
- Solução de Arla 32 preparada em laboratório utilizando ureia em grau industrial e água de torneira;
- Solução de Arla 32 preparada em laboratório utilizando ureia agrícola e água desmineralizada;
- Solução de Arla 32 preparada em laboratório utilizando ureia agrícola e água de torneira;
- Água desmineralizada;
- Água de torneira com dureza de 30 ppm;
- Solução de Arla 32 preparada em laboratório utilizando ureia em grau industrial e água desmineralizada, diluída em 50% com água de torneira;
- Solução de Arla 32 preparada em laboratório utilizando ureia em grau industrial e água desmineralizada, diluída em 10% com água de torneira.

A solução indicadora de Negro de Eriocromo T foi produzida conforme formulação abaixo:

- 0,5033 g de Negro de Eriocromo t;
- 5,0 ml de Etanol PA;
- 15,0 ml de Trietanolamina.

A solução de Arla 32 Padrão foi produzida conforme formulação abaixo:

- Pesou-se 32,5 g de ureia grau industrial;
- Pesou-se 67,5 g de água desmineralizada;
- A ureia foi diluída na água em um erlenmeyer com agitação manual.

A solução de Arla 32 adulterada (Experimento 01) foi produzida conforme formulação abaixo:

- Pesou-se 32,5 g de ureia grau industrial;
- Pesou-se 67,5 g de água de torneira;
- A ureia foi diluída na água em um erlenmeyer com agitação manual.

A solução de Arla 32 adulterada (Experimento 02) foi produzida conforme formulação abaixo:

- Pesou-se 32,5 g de ureia agrícola;
- Pesou-se 67,5 g de água desmineralizada;
- A ureia foi diluída na água em um erlenmeyer com agitação manual.

A solução de Arla 32 adulterada (Experimento 03) foi produzida conforme formulação abaixo:

- Pesou-se 32,5 g de ureia agrícola;
- Pesou-se 67,5 g de água de torneira;
- A ureia foi diluída na água em um erlenmeyer com agitação manual.

A solução de Arla 32 adulterada (Experimento 05) foi produzida conforme formulação abaixo:

- Pesou-se 100 g da solução de Arla Padrão;
- Pesou-se 100 g de água de torneira;
- Misturou-se a água de torneira na solução de Arla Padrão em um erlenmeyer com agitação manual.

A solução de água acrescida de dureza de cálcio e magnésio (Experimento 06) foi produzida adicionando quantidades suficientes de solução padrão de 100 ppm de dureza (Ca/Mg) em água desmineralizada, até se obter a concentração desejada.

A solução de Arla 32 adulterada (Experimento 07) foi produzida conforme formulação abaixo:

- Pesou-se 100 g da solução de Arla Padrão;
- Pesou-se 10 g de água de torneira;
- Misturou-se a água de torneira na solução de Arla Padrão em um erlenmeyer com agitação manual.

Os itens a seguir detalham a metodologia utilizada em cada experimento, onde foram utilizados 50 ml da solução a ser experimentada com a adição de duas (02) gotas da solução indicadora de Negro de Eriocromo T.

Experimento 01

O primeiro experimento objetivou fazer uma avaliação da utilização do indicador em uma situação comum de adulteração, onde o falsificador utiliza água de torneira para fabricação do Arla 32. Muitas vezes este processo de fabricação clandestina é realizado sem o acompanhamento de um profissional qualificado, e é realizado pela própria transportadora, ou então por empresas não credenciadas/registradas no Inmetro e Ibama para desenvolvimento da atividade. Foram utilizadas as seguintes amostras:

- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água desmineralizada;
- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água de torneira.

Experimento 02

O segundo experimento objetivou fazer uma avaliação do indicador face à utilização de ureia agrícola, contudo, utilizando água desmineralizada na adulteração. Esta situação não é muito comum, no entanto, avalia a possibilidade de contaminantes de cálcio e magnésio na ureia agrícola utilizada na agricultura. Foram utilizadas as seguintes amostras:

- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água desmineralizada;
- Solução de Arla 32 preparada com ureia agrícola e água de desmineralizada.

Experimento 03

O terceiro experimento objetivou fazer uma avaliação da utilização do indicador Negro de Eriocromo T da situação mais comum de adulteração, onde se fabrica o produto utilizando todas as matérias primas em desacordo com a Instrução Normativa 23/09 do Ibama, ou seja, ureia agrícola e água de comum de torneira ou fonte natural. Esta

condição é extremamente danosa aos equipamentos que compõe o sistema SCR, e compromete a eficiência da redução do NOx. Foram utilizadas as seguintes amostras:

- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água desmineralizada;
- Solução de Arla 32 preparada com ureia agrícola e água de torneira.

Experimento 04

Este experimento compara a performance do indicador quando adicionado na água desmineralizada, conforme preconizado na IN 23/09 do Ibama, e quando adicionado na água da torneira que é comumente utilizada na adulteração. Foram utilizadas as seguintes amostras:

- Água desmineralizada;
- Água de torneira.

Experimento 05

O quinto experimento teve o objetivo de fazer uma avaliação do indicador quando se promove uma diluição do Arla 32 padrão com água de torneira. Este tipo de adulteração também é muito comum, uma vez que o adulterador pode apresentar a nota fiscal de compra do produto padrão, remetendo a adulteração para o fabricante ou vendedor do produto. Foram utilizadas as seguintes amostras:

- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água desmineralizada;
- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água desmineralizada, diluída em 50% com água de torneira (concentração de ureia final – 16,2%).

Experimento 06

O sexto experimento teve o objetivo de avaliar o indicador Negro de Eriocromo quando adicionado em água desmineralizada acrescida doses conhecidas de cálcio e magnésio nas concentrações de 2, 4, 6, 8 e 10 ppm. Foram utilizadas as seguintes amostras:

- Água desmineralizada;
- Água desmineralizada adicionada com 2 ppm de dureza de cálcio e magnésio;
- Água desmineralizada adicionada com 4 ppm de dureza de cálcio e magnésio;
- Água desmineralizada adicionada com 6 ppm de dureza de cálcio e magnésio;
- Água desmineralizada adicionada com 8 ppm de dureza de cálcio e magnésio;
- Água desmineralizada adicionada com 10 ppm de dureza de cálcio e magnésio.

Experimento 07

O sétimo experimento teve o objetivo de fazer uma avaliação do indicador quando se promove uma diluição do Arla 32 padrão, fabricado com água desmineralizada, com água de torneira, supostamente rica em sais de cálcio e magnésio. Foram utilizadas as seguintes amostras:

- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água desmineralizada;
- Solução de Arla 32 preparada com ureia em grau industrial e água desmineralizada, diluída em 10% com água de torneira (concentração de ureia final – 29,2%).

Resultados

O Negro de Ericocromo T é um indicador colorimétrico e, por isso, seus resultados podem ser avaliados facilmente pela visualização da coloração após a adição do indicador. A cor azul indica a ausência de sais de cálcio e magnésio, e a coloração avermelhada indica a presença destes sais. Na tabela 02 estão mostrados os resultados dos experimentos realizados, comprovando a confiabilidade da utilização do reagente nos procedimentos de fiscalização.

Tabela 02 – Resumo dos resultados

Experimento	Indicador	Soluções Testadas	Resultado Colorimétrico
Experimento 01	Solução de Negro de	Arla Padrão	Azul
		Solução de Arla preparada com ureia grau industrial e água de torneira	Avermelhado

Experimento 02	Eriocromo T 02 gotas	Arla Padrão	Azul
		Solução de Arla preparada com ureia agrícola e água desmineralizada	Avermelhado
Experimento 03		Arla Padrão	Azul
		Solução de Arla preparada com ureia agrícola e água de torneira	Avermelhado
Experimento 04		Água Desmineralizada	Azul
		Água de Torneira	Avermelhado
Experimento 05		Arla Padrão	Azul
		Arla Padrão diluído (50%) com água de torneira	Avermelhado
Experimento 06		Arla Padrão	Azul
		Água Desmineralizada + 2 ppm de cálcio e magnésio	Avermelhado
	Água Desmineralizada + 4 ppm de cálcio e magnésio	Avermelhado	
	Água Desmineralizada + 6 ppm de cálcio e magnésio	Avermelhado	
	Água Desmineralizada + 8 ppm de cálcio e magnésio	Avermelhado	
	Água Desmineralizada + 10 ppm de cálcio e magnésio	Avermelhado	
Experimento 07	Arla Padrão	Azul	
	Arla Padrão diluído (10%) com água de torneira	Ligeiramente Avermelhado	

Comentários e discussão

A discussão específica de cada experimento é apresentada nos itens a seguir:

Experimento 01 - O experimento 01 objetivou verificar preliminarmente se o NET seria capaz de identificar uma adulteração de solução Arla feita com água de bica. Os resultados mostraram grande diferença na coloração das duas soluções testadas, conforme pode ser observado na Figura 1. Nela, a solução de Arla preparada com água desmineralizada e, portanto, adequada, apresentou-se azul, enquanto que a solução preparada com água de bica ficou avermelhada, haja vista a presença de sais de cálcio e magnésio na água da torneira, perfazendo uma dureza média de 20 ppm.



Figura 2 – Resultado visual do experimento 01 – Solução Arla Padrão (cor azul) e solução Arla preparada com água de torneira (cor avermelhada).

Experimento 02 – Este experimento objetivou avaliar se o indicador Negro de Eriocromo consegue diferenciar soluções de Arla fabricadas com ureia grau industrial e fabricadas com ureia agrícola. Para ambas as amostras foram utilizadas água desmineralizada. Neste experimento se conclui que a ureia agrícola utilizada possuía concentrações de cálcio e magnésio, ou até mesmo de zinco e chumbo, acima da especificação preconizada na IN 23/09 do Ibama – 0,5 ppm. Assim sendo, estes contaminantes foram evidenciados com a aplicação do indicador. Ressalta-se que não conseguimos identificar um padrão de quantitativo de “contaminantes” da ureia agrícola.



Figura 3 – Resultado visual do experimento 02 – Solução Arla Padrão (cor azul) e solução Arla preparada com ureia agrícola (cor avermelhada).

Experimento 03 – Este experimento objetivou simular a situação mais comum de adulteração que os falsificadores utilizam para fabricação do Arla 32, a ureia agrícola e a água de torneira, e os resultados comprovaram que o indicador foi eficaz, haja vista a predominância da cor azul no Arla Padrão e a cor avermelhada no Arla falsificado. A riqueza de sais de cálcio e magnésio normalmente presentes em água de torneira ou de fontes naturais, fica evidenciada pela coloração avermelhada. Este produto quando utilizado em veículos que possuem o sistema SCR, tem a tendência de favorecer a deposição destes minerais no catalizador, diminuindo sua eficiência e reduzindo a vida útil.



Figura 4 – Resultado visual do experimento 03 – Solução Arla Padrão (cor azul) e solução Arla preparada com água de torneira e ureia agrícola (cor avermelhada).

Experimento 04 – Este experimento tinha o objetivo de demonstrar a eficiência do indicador Negro de Eriocromo face a uma substância completamente isenta de sais de cálcio e magnésio – Água desmineralizada (cor azul) e também face a uma substância sabidamente rica em sais de cálcio e magnésio, com dureza em valores próximos de 20 ppm – Água de torneira (cor avermelhada).



Figura 5 – Resultado visual do experimento 04 – Água desmineralizada (cor azul) e Água de torneira (cor avermelhada)

Experimento 05 – Outra situação muito comum que é utilizada por caminhoneiros, baseia-se na diluição de um Arla Padrão com água de torneira. Este procedimento proporciona uma redução dos valores gastos no consumo de produto, direcionando a fiscalização para o fornecedor, haja vista que, é comum o adulterador apresentar a nota fiscal do compra do produto, se esquivando de qualquer responsabilidade. Os resultados deste experimento demonstram a eficiência do indicador Negro de Eriocromo nesta situação.



Figura 6 – Resultado visual do experimento 05 – Solução Arla Padrão (cor azul) e solução Arla padrão diluído 50% com água de torneira (cor avermelhada).

Experimento 06 – Este experimento teve o objetivo de avaliar comportamento do indicador Negro de Eriocromo em água desmineralizada enriquecida de sais de cálcio e magnésio nas concentrações de 2, 4, 6, 8 e 10 ppm. Os resultados comprovam a eficiência do indicador em concentrações superiores a 2 ppm de dureza, tornando a solução avermelhada após a adição do indicador.



Figura 7 – Resultado visual do experimento 06 – Solução Arla Padrão (cor azul) e solução de água desmineralizada enriquecida com diversas concentrações de sais de cálcio e magnésio (cor avermelhada).

Experimento 07 – Este experimento objetivou verificar a eficiência do indicador de Negro de Eriocromo quando uma amostra de Arla Padrão é diluída com 10% de água de torneira. Observa-se nos resultados que houve uma alteração na coloração azul predominante na solução completamente isenta de sais de cálcio e magnésio, que se apresenta ligeiramente avermelhada. Esta condição se explica pela baixa quantidade de sais presentes na solução diluída de Arla Padrão, que supomos estar entre 1,0 mg de cálcio e 1,0 mg de magnésio, haja vista que trabalhamos que água de torneira com dureza total (cálcio + magnésio) na ordem de 20 ppm.



Figura 8 – Resultado visual do experimento 07 – Solução Arla Padrão (cor azul) e solução Arla padrão diluído 10% com água de torneira (cor levemente avermelhada).

Conclusão

Os experimentos permitem concluir que o indicador Negro de Eriocromo T é adequado para identificar a adulteração de solução Arla 32, seja esta adulteração no processo de fabricação com água de torneira ou adulteração por processos de diluição com água de torneira. O indicador também pode ser eficaz na identificação de adulteração do Arla 32 em casos de fabricação do produto utilizando ureia agrícola, mesmo com a utilização de água desmineralizada, desde que haja “contaminantes” sensíveis ao indicador nesta matéria prima. Observa-se também que a utilização exagerada do indicador pode mascarar o resultado, uma vez que o indicador preparado possui a coloração azul, induzindo a erro o agente fiscalizador.

A facilidade, simplicidade e confiabilidade de utilização do indicador nos procedimentos de fiscalização, aliadas ao baixo investimento para aquisição e operacionalização, tornam o mecanismo de avaliação da qualidade do Arla 32 com o indicador Negro de Eriocromo T, um grande aliado para o combate aos ilícitos relacionados às adulterações mencionadas neste trabalho, contribuindo com maestria, para formação de uma cultura alicerçada na sustentabilidade, buscando assim, a harmoniosa convivência entre o homem, o desenvolvimento e o meio ambiente.

Bibliografia

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Institui, em caráter nacional, o PROGRAMA DE CONTROLE DA QUALIDADE DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES, PROCONVE. Resolução nº 18 de 6 de Maio de 1986, publicado no D.O.U de 17/06/1986.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a nova fase de exigência do programa de controle da qualidade do ar por veículos automotores, PROCONVE para veículos pesados novos (Fase P-7). Resolução nº 403 de 11 de Novembro de 2008, publicado no D.O.U de 12/11/2008.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. Dispõe sobre a especificação do Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo para aplicação nos veículos com motorização ciclo Diesel. Instrução Normativa nº 23 de 11 de Julho de 2009, publicado no D.O.U de 26/07/2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Departamento de Mudanças Climáticas. Gerência de Qualidade

do Ar. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, publicado em Janeiro de 2011.

Merck Millipore Corporation http://www.merckmillipore.com/BR/pt/product/Negro-de-eriocromo-T-%28C.I.-14645%29,MDA_CHEM-103170, Acesso em: 21/04/2016 - 18:00.

OLIVEIRA Ruy de, FERNANDES Carlos;
<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dureza.html>, Acesso em: 22/04/2016 - 01:00.

DUBENSKAYA L. O., LEVITSKAYA G. D.; Use of eriochrome black T for the polarographic determination of rare-earth metals; Journal of analytical chemistry (J. anal. chem.) ISSN 1061-9348 ; 1999, vol. 54, no7, p. 655-657.