

# O REÚSO DE ÁGUA EM CENTRO DE TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIOS

*Fernando B. Mainier<sup>1</sup>  
Severino J. Correia Neto<sup>2</sup>  
Luciane P. C. Monteiro<sup>3</sup>*

**Resumo:** A água deverá tornar-se, ao longo do século XXI, um recurso natural tão importante e disputado do ponto de vista econômico, social, ambiental e político, da mesma forma, que o carvão e o petróleo ocuparam o cenário na economia mundial, social e política ao longo dos últimos 150 anos. No Brasil, a produção de petróleo offshore obriga o treinamento contínuo de pessoal no combate a incêndios em instalações petrolíferas. O Centro de Treinamento, objeto deste trabalho, treina anualmente mais de 7.000 pessoas gerando, conseqüentemente, um consumo elevado de água. No passado esta água era proveniente de uma reserva natural e atualmente o reúso, através de tecnologias simplificadas reduz a demanda sobre esses mananciais de água visando o combate ao desperdício. O presente trabalho avaliou numa visão crítica os processos de reúso de uma maneira geral e mais precisamente em Centro de Treinamento de Combate a Incêndio onde o treinamento consome considerado volume de água como agente extintor. Desta forma, é fundamental pensar e praticar o reúso da água. Isto remete à necessidade precípua de poupar, reduzir, reciclar e desenvolver processos de reúso que não venham na contramão da sociedade, ou seja, estejam baseadas nos princípios da precaução, considerando a possibilidade de contaminações de ordem química e microbiológica presentes nos efluentes.

**Palavras-chave:** reúso, contaminações, princípio da precaução, treinamento, incêndio.

**Abstract:** The water should become, over the century, a natural resource so important and disputed point of view of economic, social, environmental and political, in the same way that coal and oil occupied the scenario in the global economy, social and policy over the past 150 years. In Brazil, offshore oil production requires the continuous training of personnel in fighting fires in oil installations. Training Center, an object of this work, annually trains over 7,000 people generating hence a high intake of water. In the past this water came from a nature reserve and is now reusing, using simplified technology reduces the demand on these water sources is aimed at combating waste. This study evaluated a critical processes for reuse in general and more specifically in the Training Center Fire Fighting training consumes considered where the volume of water as the extinguishing agent. Thus, it is critical thinking and practice water reuse. This brings major duty of the need to save, reduce, recycle and reuse to develop processes that are not going against the grain of society, ie they are based on the precautionary principle, considering the possibility of occurrences of contamination from a chemical and microbiological present in the effluents.

**Keywords:** reuse, contaminants, precautionary principle, training, fire.

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, mainier@nitnet.com.

<sup>2</sup> LATEC,, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, neto.severino@uol.com.br

<sup>3</sup> Departamento de Eng. Química, UFF – lucianemonteiro@predialnet.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

Na ótica de Machado [1] a água tornar-se-á, com efeito, um recurso estratégico central para o desenvolvimento e a qualidade de vida de grande parte dos países, em especial para o Brasil e na visão de Braga et al. [2] os recursos hídricos podem ser em utilizados de várias maneiras, atendendo as diversas atividades industriais, sociais, agrícolas, etc. em que o homem é o ator principal.

Desta forma o progressivo aumento da demanda de água doce é função do aumento da população, das áreas de agriculturas irrigadas e do uso da água nos diversos segmentos industriais. Por outro lado, também devem ser somados a este cenário, o mau uso, o desperdício e as contaminações de todos os tipos que acabam gerando, conseqüentemente, a redução e a deterioração gradual da qualidade da água. Tais fatos ou fenômenos resultam em disputas acerca dos usos, conflitos, divergências de opiniões e de interesses, dissensões entre os mais diversos atores sociais, falta de acordo e vontade política, além de consideráveis polêmicas a respeito da definição mais adequada para o termo recursos hídricos.

Em relação ao Brasil, na visão crítica de Rebouças et al. [3], o que falta não é propriamente a água, mas sim um padrão cultural que agregue ética e melhore a eficiência de desempenho político dos governos, das sociedades organizadas lato sensu, das ações públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento econômico em geral da água doce, em particular.

Para muitas pessoas, no Brasil, a escassez de água não é vista como uma ameaça, pelo fato do país dispor de uma das maiores bacias hidrográficas do mundo. Porém, deve-se considerar que as principais reservas de água doce estão nos rios da Bacia Amazônica, muito longe dos grandes centros urbanos e a qualidade de água que efetivamente abastece as maiores cidades do país estão se degradando com muita rapidez.

Segundo Mainier [4] é comum ver algumas cidades onde a qualidade da água é questionável, pois não existem tratamentos de água potável e nem de esgotos, não há distribuição de água encanada e, conseqüentemente, as valas negras afloram e proliferam por toda parte. A população local fica a deriva, obrigando-a a procura de água em poços rasos, riachos e açudes que de certa forma, acabam recebendo cargas poluidoras. E ainda, completa,

que a água não tratada tem sido apontada como responsável, direta e indiretamente, pelas altas taxas de ocupação dos leitos dos hospitais públicos, embora a ignorância, a pobreza, a desnutrição e a falta de saneamento básico estejam associadas a este cenário.

O reúso de água já vem sendo amplamente empregado na indústria, principalmente em torres de resfriamento, caldeiras, construção civil, irrigação de áreas verdes e em alguns processos industriais onde a utilização de água com menor padrão de qualidade não ocasione maiores problemas. Desta forma, o reúso de água para fins não potáveis deve ser considerado como a primeira opção para o reúso na visão de Mierzwa & Hespagnol [5].

Uma das alternativas para integrar as atividades de reúso que pode ser considerada é a utilização da água de rejeito de um processo produtivo, que necessita de uma água com maior qualidade, em outro processo que possa utilizar uma água com menor qualidade. Esta alternativa se mostra ambientalmente correta, entretanto, continua incorporando impurezas aos corpos receptores de água.

A alternativa mais interessante é o reúso da água em um ciclo fechado; isto é, após o uso da água em uma atividade qualquer, que resulta na incorporação de impurezas, tornar a obter uma água com qualidade inicial, utilizando um processo de tratamento adequado.

Do ponto de vista ambiental a água de reúso é uma opção correta, já que contribui para diminuição da captação e conseqüente redução nas vazões de lançamento de efluentes. Entretanto, para que possa ser utilizada deve-se levar em conta a questão da saúde pública. Existem padrões para reúso em alguns países do mundo que fazem do reúso de água para fins não potáveis, uma prática habitual. Entretanto, no Brasil, estas práticas são ainda incipientes.

O Brasil tem a sua disposição um grande trunfo, porém, medidas concretas e coerentes precisam ser adotadas, evidenciando não só a soberania sobre os recursos hídricos nacionais como igualmente o estabelecimento de políticas públicas e privadas que beneficiem o conjunto da população brasileira.

Hoje, na categoria de áreas com escassez de água, existem 26 países que abrigam 262 milhões de pessoas. Agravante é o fato de que a popula-

ção está crescendo mais rapidamente onde é mais aguda a falta de água. No Oriente Médio, 9 entre 14 países vivem em condições de escassez, seis dos quais devem duplicar sua população dentro de 25 anos (Figura 1).



**Figura 1** – Falta d'água no Oriente médio

Fonte: O globo, 2005

Em algumas regiões brasileiras, a escassez de água, principalmente, no Nordeste, em certas regiões do ano, é sempre recorrente. Geralmente, ocorre devido às condições climáticas associadas à falta de planejamento público. Ora os açudes (reservas d'água) estão cheios de água doce que servem a população local, tanto para usar como água potável ou para outras atividades como a de lavar roupa (Figura 2).

Nestas regiões onde não possui água encanada é comum ver o transporte de água ora sendo transportada na cabeça até por crianças ou em carroças conforme mostram, respectivamente, as Figuras 3 e 4.



**Figura 2** – Vista do açude (reserva de água doce)



**Figura 3** – Carregamento de água



**Figura 4** – Carregamento de água em carroças

Devido à sazonalidade climática, também, é comum encontrar os açudes completamente secos como mostra a Figura 5, trazendo sérios problemas de falta d'água a essas populações sofridas.



**Figura 5** – Aspecto do açude seco

Não restam dúvidas que a utilização do reúso de água é sempre uma proposta de alternativas, entretanto, é fundamental que as premissas de seu novo uso tem que estar atrelado aos princípios da precaução, considerando a possibilidade sempre

presente das contaminações sejam de metais pesados, produtos orgânicos altamente tóxicos ou de microrganismos.

Objetiva-se neste trabalho mostrar a importância do reúso de água em instalações de treinamento de combate a incêndios onde o consumo de água é muito grande e destacar que o princípio da precaução deve ser sempre uma premissa fundamental que regule o reúso de águas nos diversos segmentos da sociedade.

## 2. METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido a partir de revisão bibliográfica do reúso de água em vários segmentos, elaborada a partir de livros, artigos de periódicos, legislação e normas nacionais e internacionais. A avaliação e validação do estudo foram efetuadas nas instalações de um centro de treinamento de combate a incêndios que visa o treinamento de pessoal para trabalhar em diversos segmentos das unidades petrolíferas *onshore* e *offshore*.

Os objetivos do estudo visam:

- Chamar atenção de profissionais, consultores de SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde), gestores públicos e privados, para a necessidade de integrar o reúso da água à prática nacional, entretanto, dentro dos princípios da precaução visando à preservação do homem e do meio ambiente;
- Mostrar que um processo de tratamento simplificado de água de reúso para centros de treinamento de combate a incêndio não implica em manutenção sofisticada e onerosa.

## 3. UMA VISÃO CRÍTICA DO REUSO DE ÁGUA E O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

Com base na Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental [6] o reúso de água pode ser classificado em reúso potável (direto e indireto) e reúso não potável.

O Reúso Potável Direto compreende o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, sendo diretamente reutilizado no sistema água potável, desde que esteja em conformidade com as normas de qualidade de água potável. O Reúso Potável Indireto compreende os casos em que o esgoto, após tratamento, é disposto nas águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purifi-

cação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

O Reúso Não Potável apresenta um potencial de reutilização muito amplo e diversificado. Por não exigir níveis elevados de tratamento, vem se tornando um processo viável economicamente e, conseqüentemente, com rápido desenvolvimento. Em função da diversidade de uso, pode ser classificado em função da sua utilização, direta ou indireta, tais como:

- para fins agrícolas: o objetivo principal dessa prática é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais, entre outras, plantas não alimentícias, pastagens, forrageiras, além de ser aplicável para dessecação de animais;
- para fins industriais: abrange os diversos usos industriais tais como: refrigeração, águas de processo, água de incêndio, utilidades, etc.;
- para fins recreacionais: reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais recreacionais, etc.;
- para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carreados, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem;
- para fins domésticos: são considerados nestes casos de reúso de água para rega de jardim, descarga sanitária que é utilizado em grandes edifícios;
- para aquicultura: consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se nutrientes presentes nos efluentes tratados;
- para recarga de aquífero subterrâneo: é a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta através de injeção sob pressão, ou de forma indireta utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas a montante.

Na ótica de Hespanhol [7] são destacadas três aplicações potenciais de reúso não potável da água: urbano, agrícola e industrial. Os usos urbanos não potáveis envolvem riscos menores e

devem ser considerados como a primeira opção de reúso na área urbana. Entretanto, cuidados especiais devem ser tomados quando ocorre contato direto do público com água reutilizada. Os maiores potenciais desse processo são os que empregam esgotos tratados para:

- Irrigação de áreas ajardinadas em edifícios públicos, residenciais e industriais;
- Sistemas decorativos aquáticos tais como fontes e chafarizes;
- Reserva de água de proteção de combate a incêndio;
- Descarga sanitária em banheiros públicos, edifícios comerciais e industriais;
- Lavagem de ruas, trens e ônibus públicos.

As idéias e discussões sobre as preocupações da sociedade com a ética, com meio ambiente em particular com os recursos hídricos, com os riscos de contaminações e incertezas das aplicações tecnológicas e são bases do princípio da precaução que começaram na década de 1970.

O Princípio da Precaução cunhado por volta de 1992, foi objeto de um seminário realizado na França no ano 2000, onde sua aplicação foi discutida em diversas áreas, além da saúde e do ambiente, como a comunicação social e o direito. Esse Princípio não é uma nova criação, mas sim o amadurecimento de uma idéia antiga e, alguns pontos de sua definição que mereciam ser mais debatidos pela sociedade [8].

Na ótica de Goldim [8], o Princípio da Precaução não deve ser encarado como um obstáculo às atividades assistenciais, comerciais, industriais e principalmente, de pesquisa. É uma proposta atual e necessária como uma forma de resguardar os legítimos interesses de cada pessoa em particular e da sociedade como um todo. O Princípio da Precaução é fundamental para a abordagem de questões tão atuais e importantes como a produção de alimentos transgênicos e a clonagem de seres humanos. Ou seja, reconhecer a existência da possibilidade da ocorrência de danos e a necessidade de sua avaliação com base nos conhecimentos científicos e nas metodologias já disponíveis, e ao mesmo tempo deve ser caracterizado como um grande desafio que está sendo feito a toda comunidade científica mundial.

Na visão de Shaw & Schwartz [9], o Princípio da Precaução é fundamental para a elaboração das políticas ambientais, principalmente, quando

relacionadas à agricultura, pois é um elemento-chave de vários acordos ambientais multilaterais; em particular, é uma parte fundamental do Protocolo de Cartagena sobre biossegurança. À luz das incertezas científicas sobre como lidar com uma infinidade de preocupações relacionadas com a saúde, a segurança e o ambiente, ou seja, os governos estão procurando alinhar medidas cautelares para abordar as questões locais e globais.

Ainda com respeito ao Princípio da Precaução, este é a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados. Este princípio afirma que a ausência da certeza científica formal, a existência de um risco de um dano sério ou irreversível requer a implementação de medidas que possam prever esse dano.

Na ótica de Baron et al. [10], os impactos sociais, econômicos e ambientais das práticas utilizadas no desenvolvimento de recursos de água e as perspectivas inevitáveis da escassez de água no mundo estão levando as mudanças para um novo paradigma na gestão dos recursos hídricos. A nova abordagem incorpora os princípios da sustentabilidade, da ética ambiental e da participação da sociedade. A gestão dos recursos hídricos sustentáveis enfatiza que os sistemas de uso e tratamento da água devem estar atrelados visando a atender, de maneira equilibrada e confiável, às necessidades de água das gerações presentes e futuras.

Ainda, segundo Mainier [11] deve ser estimulada e articulada a integração dos órgãos ambientais, de saúde e de industrialização com a Sociedade Organizada no sentido de estabelecer normas e procedimentos, visando garantir uma real qualidade de vida e reavaliar e reestruturar os projetos industriais, de tal forma, que os efeitos ambientais, sociais, econômicos e políticos sejam identificados na fase de planejamento do projeto, antes que as decisões de implantações sejam adotadas. Daí a necessidade de desenvolver uma consciência técnica crítica, que deve ser construída na sociedade, principalmente, na Universidade, visando o entendimento das rotas de fabricação dos produtos e dos contaminantes gerados e/ou agregados durante o processamento industrial, com vista à preservação ambiental.

Braga et al. [2] destacam que os sistemas de reúso planejados e administrados, adequadamente, trazem benefícios ambientais e de condições de saúde suportado nos seguintes pontos:

- Evita a descarga de esgotos nos rios;
- Preserva os aquíferos onde pode haver intrusão de cunha salina;
- Pode ser usado para aumentar a produção de alimentos, conseqüentemente, elevando os níveis de saúde e qualidade de vida e as condições sociais e populacionais associadas aos esquemas de reúso.

Por outro lado, a impossibilidade de identificar e quantificar, adequadamente, a enorme quantidade de compostos de alto risco, particularmente, micropoluentes orgânicos presentes em efluentes industriais, e a água proveniente de mananciais que recebem esses efluentes, aleatoriamente, é sempre difícil e perigoso utilizar o reúso para fins de água potável. No caso do reúso de esgotos sanitários tem sido bastante usado na irrigação da agricultura, entretanto, deve ser alertado para os riscos inerentes dos esgotos com relação aos contaminantes orgânicos e inorgânicos que colocam em risco os produtos agrícolas produzidos [2].

Entretanto, pouco se sabe a respeito do potencial contaminante que tal sistema pode produzir sobre o lençol de água subterrâneo. Diversos tipos de patógenos são encontrados em efluentes domésticos como bactérias, protozoários, helmintos e, mais recentemente, vírus. A presença de vírus entéricos no meio ambiente representa um grande risco à saúde da população, uma vez que estes são eliminados em grande quantidade nas fezes pelos indivíduos infectados, atingindo números em torno de  $10^8$  a  $10^{11}$  partículas por grama de fezes. Já foram detectados diversos tipos de vírus em esgotos domésticos sendo pertencentes ao gênero *Enterovirus*, tais como, poliovírus, coxsackievírus e echovírus [12].

Mehnert [12] conclui que a desinfecção adequada de esgotos deve ser sempre realizada, pois, as pesquisas mostram a facilidade de percolação da água contaminada de vírus entéricos humanos no solo, principalmente, nas irrigações com efluentes domésticos. Tais situações de uso inadequado causam apreensões nos sistemas de saúde pública e nos alimentos produzidos por essas lavouras.

Em alguns países, observam-se cada vez mais grupos de cientistas empenhados em encontrar uma solução conciliatória para a inevitável escassez de água, cuja insuficiência para atender um número crescente de consumidores é extremamente relevante e, nesse sentido, tecnologias de

tratamento que permitem a reutilização de água despontam em todo o mundo.

O reúso reduz a demanda sobre mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior (água bruta). Essa prática, atualmente muito debatida, no mundo acadêmico e tecnológico, posta em evidência e que já é utilizada em muitos países, é baseada no conceito de substituição de fontes. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico como é o caso de um sistema de treinamento em combate a incêndio, objeto do presente trabalho.

Dessa forma, grandes volumes de água potável e água bruta podem ser poupados pelo reúso quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade.

#### **4. A UTILIZAÇÃO DA FILOSOFIA DO REÚSO DE ÁGUA NO CENTRO DE TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO**

O Centro de Treinamento Combate a Incêndios visa atender as necessidades básicas de segurança industrial das empresas do segmento petróleo e afins com base nas exigências contidas nas normas ABNT NBR 14276 [13], DPC NORMAM 24 [14] e outros Diplomas Legais, que preconizam a necessidade de padronização da atividade de treinamento de combate a incêndio, por meio de brigadas que sejam básicas, intermediárias e avançadas, com conhecimento, habilidade e atitudes necessárias ao controle e prevenção de um eventual sinistro. É necessário orientar as equipes mediante a um treinamento que contemple, entre outros conteúdos, a prática da utilização dos métodos de abafamento, resfriamento e isolamento mediante o uso do agente extintor: água.

Considerando que a água é o agente extintor gasta-se por exercícios de combate a incêndios um grande volume de água. No passado a água era proveniente de uma lagoa localizada numa reserva natural conforme mostra a Figura 6, localizada no município de Rio das Ostras, cerca de 170 km da cidade do Rio de Janeiro.

No passado, o uso da água, o seu desperdício e o descarte não eram pontos de discussão na agenda ambiental, entretanto, em virtude das leis

ambientais mais severas a retirada de água da lagoa de Jurubatiba não pode ser considerada uma opção válida. Portanto, o reúso da água tornou-se uma opção lógica e coerente com as filosofias ambientais.



Figura 6 – Lagoa de Jurubatiba em reserva natural

A avaliação e validação do estudo quanto ao reúso de água foi realizado no Centro de Treinamento de Combate a Incêndios (Sampling Planejamento SA), ocupando uma área de 17.000 m<sup>2</sup> e localizado no município de Rio das Ostras (Rio de Janeiro, RJ).

O fluxograma das instalações deste Centro de Treinamento é apresentado na Figura 7, constando, essencialmente, a área de treinamento com os referidos obstáculos de treinamento. O “maracanã” representa uma área circular de fogo, o “helicóptero” representa um helicóptero em chamas pousando no heliporto, enquanto, o “sistema de processos” e a “casa de máquinas” objetivam representar as condições reais de fogo nas instalações de uma plataforma de petróleo.

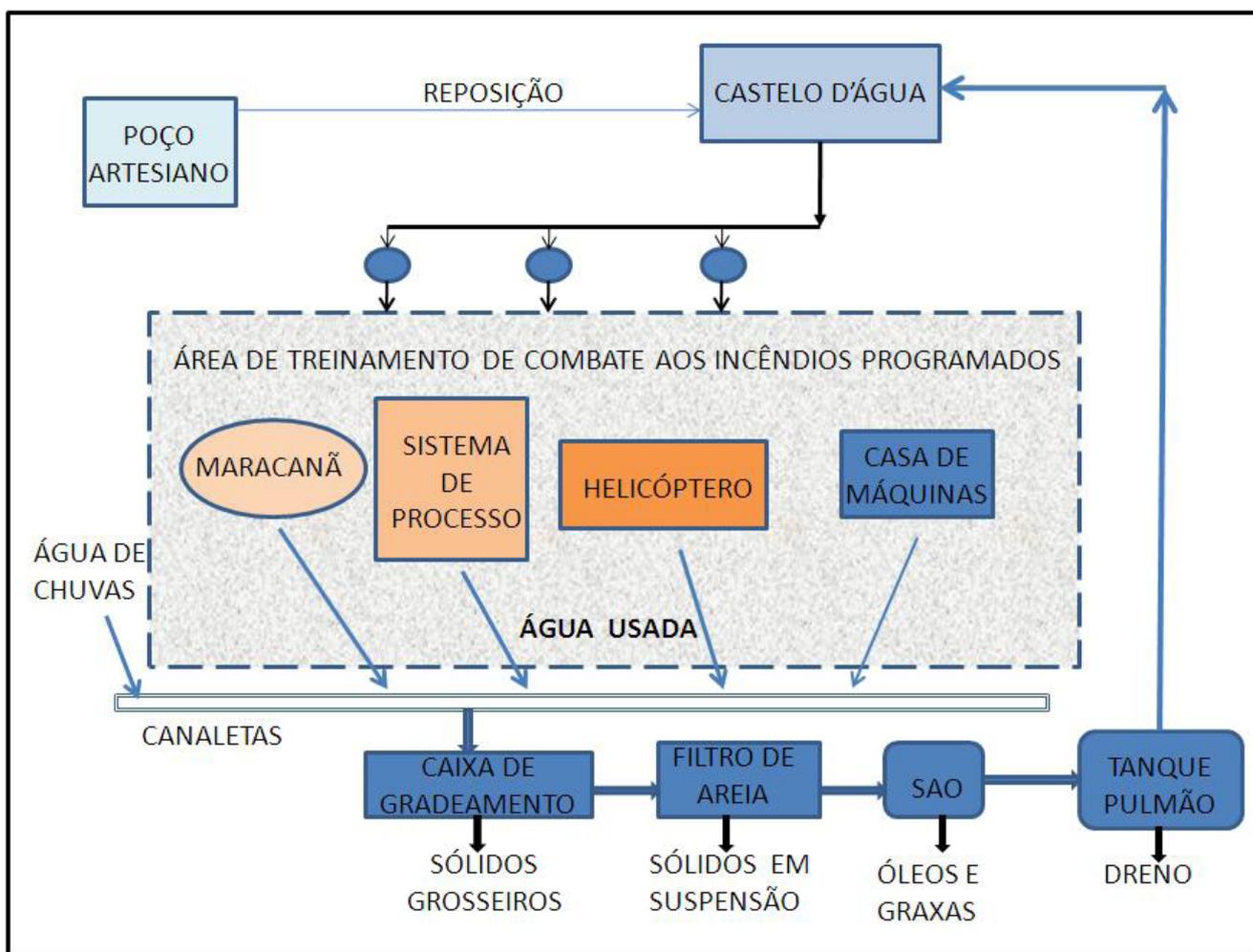


Figura 7 – Fluxograma da instalação do Centro de Treinamento de Combate a Incêndios

A água utilizada neste centro e nos exercícios programados é proveniente de um poço artesiano que alimenta o castelo d'água, bem como também utiliza a coleta das águas de chuva que vazam para as canaletas conforme mostra, a seguir, a Figura 8.



Figura 8 – Centro de Treinamento de Combate a Incêndios (Sampling Planejamento SA)

A Figura 9 ilustra o local onde ocorrem os exercícios práticos de combate aos incêndios provocados e identificam o separador de água e óleo (SAO) e as canaletas, bem como os obstáculos para o exercício de combate a incêndio, tais como: o “maracanã”, o “helicóptero”, o “sistema de processos” e a “casa de máquinas”.



Figura 10 – Obstáculos utilizados nos incêndios

A sequência fotográfica apresentada nas Figuras 11 a 15 mostra o cenário dos treinamentos de combate a incêndio nos diversos obstáculos de simulação, tais como; “maracanã”, “sistema de processos (flange e vaso)”, “helicóptero” e “casa de máquinas”, consubstanciando, o grande consumo de água nessas operações de treinamento de combate aos incêndios nos referidos obstáculos.



Figura 11 – Combate ao fogo no obstáculo Maracanã



Figura 12 – Queima de gás no sistema



Figura 13 – Combate ao incêndio no sistema



Figura 14 – Aspecto de aplicação de água no reator



Figura 15 – Combate ao fogo no obstáculo helicóptero

Conforme mostra o fluxograma da Figura 7, o sistema de reúso utilizado neste Centro de Treinamento consta, essencialmente, do seguinte fluxo;

- A água usada no combate aos incêndios vaza, juntamente, com a água de chuva para as canaletas conforme mostra a Figura 16;
- A água das canaletas segue para a caixa de gradeamento, onde ficam retidos os sólidos grosseiros;
- A seguir, a água passa pelo filtro de areia onde são retidos os sólidos em suspensão;
- A água, continuamente, flui para o sistema SAO (separação de água-óleo) onde é retida grande parte da borra oleosa que se forma na interação entre a água-óleo. No SAO, os efluentes que chegam em regime turbulento, são encaminhados dentro da caixa separadora ao regime laminar onde com velocidade de escoamento menor e com um tempo de retenção superior a 30 minutos, proporciona separação da água da maioria dos produtos oleosos.



Figura 16 – Vista das canaletas para recuperação da água

- Objetivando reter as partículas oleosas com diâmetro mínimo de 10  $\mu\text{m}$  são utilizadas placas coalescentes constituídas por um feixe de placas de PVC (Poli Cloreto de Vinila) inclinadas a um ângulo de 60°, para obtenção de efluente com teor máximo de 20 ppm de OG (Óleos e Graxas).
- A água, praticamente, sem óleo flui para o tanque pulmão (reúso) onde é bombeada para o castelo d'água.
- A água circulada, bem como, a água de reposição (do poço artesiano) é clorada para atingir os valores recomendados para desinfecção;
- O descarte da água de reúso só ocorre quando os odores e o aumento de microorganismos chegam ao ponto de saturação que desaconselham o seu uso. Dessa forma, a água de reúso é descartada para a estação de tratamento de esgotos.
- Quando a água é descartada ou por qualquer motivo há perda de volume no castelo a água de reposição do poço entra automaticamente.
- A borra oleosa retida no SAO é removida por um caminhão credenciado pelo órgão ambiental.
- A água é usada no sistema é monitorada por laboratório onde são feitas análises físico-químicas (pH, turbidez, cloreto, ferro total, alcalinidade, sódio, sólidos totais, condutividade e cloro residual) e análises bacteriológicas (Coliformes Totais, *Escheria Coli*).
- As análises da água mostram a necessidade de uma preocupação constante com a qualidade da água, principalmente, em relação à possibilidade de contaminações de caráter microbiológico, especialmente, nas contaminações por coliformes fecais e *escherichia coli*.
- Além disso, é fundamental que os teores de cloro residual sejam condizentes com os processos de desinfecção, portanto, os teores devem estar entre 0,2 a 0,5 mg de  $\text{Cl}_2/\text{L}$ .
- A tabela I apresenta o número de profissionais em treinamento e o consumo anual de água mostrando que o consumo é grande, entretanto, seria muito maior se toda água usada não fosse reusada. Estima-se, por ano, que o volume gasto de água bruta em outras unidades onde não é utilizado o sistema de reúso é da ordem de 100 a 300 vezes maior, ou seja, é um desperdício sem nenhuma necessidade.

**Tabela 1** – Consumo de água nas operações de treinamento

Ano	Treinandos	Consumo de água (m <sup>3</sup> )
2006	1.716	40
2007	7.423	120
2008	6.912	120
2009	5.527	120

#### 4. CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado em Centro de Treinamento de Combate a Incêndios conclui-se que:

- A água de reuso é uma rota importante que deve ser usada nos diversos segmentos urbanos ou industriais, entretanto, seu uso deve estar atrelado aos critérios baseados nos princípios da precaução e no monitoramento contínuo de contaminações sejam por micropoluentes orgânicos tóxicos, microorganismos patogênicos e metais pesados tóxicos;
- A escassez de água, principalmente, nos grandes centros leva a utilização consciente do reuso de água sejam provenientes de esgotos sanitários ou de efluentes industriais;
- O reuso da água, consciente e coerente, é uma diretriz que deve ser construída nos projetos industriais;
- O reuso de água utilizada no Centro de Treinamento de Combate a Incêndios é uma opção tecnológica criativa e simples, pois reduz o descarte de água usada e não utiliza água proveniente de mananciais naturais protegidos por leis ambientais.

#### REFERÊNCIAS

- C. J. S. Machado, A importância do reuso de água doce para a política nacional de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail>, Acesso em 23/05/2010.
- B. Braga et al, Introdução à Engenharia Ambiental – o desafio do desenvolvimento sustentável, São Paulo: Pearson, Prentice Hall, 2007.
- A. C. Rebouças, B. Braga, J. G. Tundisi, Águas Doces no Brasil - Capital ecológico, uso e conservação/ organizadores, São Paulo: Escrituras Editora, 2006.
- F. B. Mainier, Uma visão crítica das rotas industriais de fabricação de produtos químicos utilizados nos tratamentos de água. Anais: 4º Congresso de Equipamento e Automação da Indústria Química, Associação Brasileira da Indústria Química (ABQUIM), 4/7 de maio, São Paulo, 1999, 9p.
- J. C. Mierzwa, I. Hespanhol, Reúso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental por vírus entéricos humanos, *Biológico*, São Paulo, v. 65, nº: 1/2, jan./dez., (2003), 19-21.
- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: São Paulo, 1992.
- I. Hespanhol, Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, nº: 4, out./dez., 2002, 75-95.
- J. R. Goldim, *O Princípio da Precaução*, RIO 92, abril/2002.
- S. Shaw, R. Schwartz, Trading Precaution: The Precautionary Principle and the WTO (World Trade Organization), United Nations University Institute of Advanced Studies (UNU-IAS), International Organizations Center Pacifico, Yokohama, Japão, 2005.
- J. S. Baron, et al.. *Meeting Ecological and Social Needs for Freshwater*, *Ecol. Appl.*, 12, 5, (2006), 1247–1260.
- F. B. Mainier, Tecnologias Limpas: um direito da sociedade. Anais: XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 99, Natal, Rio Grande do Norte, Organizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, ABENGE, 12/15 setembro, 1999, 7p.
- D. U. Mehnert, Reúso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental por vírus entéricos humanos, *Biológico*, São Paulo, v. 65, nº: 1/2, jan./dez., 2003, 19-21.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 14277:05, Instalações e equipamentos para treinamento de combate a incêndio, Rio de Janeiro, 2005
- DPC - DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS, MARINHA DO BRASIL, NORMAN – 24 (1ª revisão), Credenciamento de Instituições para Ministrar Cursos para Profissionais Não-Tripulantes e Tripulantes Não-Aquaviários, Portaria nº 129, 30 de setembro de 2009, 2009