



A IMPORTÂNCIA DO REÚSO DE ÁGUA EM CENTROS DE TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO

Severino Joaquim Correia Neto (UFF)

neto.severino@uol.com.br

Fernando B. Mainier (UFF)

mainier@nitnet.com.br

Luciane P. C. Monteiro (UFF)

lucianemonteiro@predialnet.com.br

O consumo de água doce no mundo tem crescido, vertiginosamente, em função do aumento da população nas áreas urbanas, da irrigação no agro-negócio e do uso de água nos processamentos industriais, gerando, conseqüentemente efluentes sanitários e industriais. 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 ocorrências de contaminações de ordem química e microbiológica presentes nos efluentes. O presente trabalho avaliou numa visão crítica os processos de reúso de uma maneira geral e mais precisamente em Centros de Treinamento de Combate a Incêndio onde o treinamento consome considerado volume de água como agente extintor. As tecnologias simples e criativas desenvolvidas comprovam o sucesso do reúso da água no combate ao desperdício

Palavras-chaves: reúso, contaminações, princípio da precaução, incêndio

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a opinião de conceituados especialistas em questões ambientais, 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, quanto foi o carvão e o petróleo para economia mundial ao longo dos últimos 150 anos. (MACHADO, 2004)

O ciclo hidrológico apresentado na Figura 1 é dos modelos propostos para identificar o ciclo de água do planeta, nele é representado a interdependência e o movimento contínuo das águas nas fases sólida, líquida e gasosa. Evidentemente, a fase de maior interesse é a líquida, o que é fundamental para o uso e para satisfazer as necessidades do homem e de todos os outros organismos, sejam animais e vegetais.

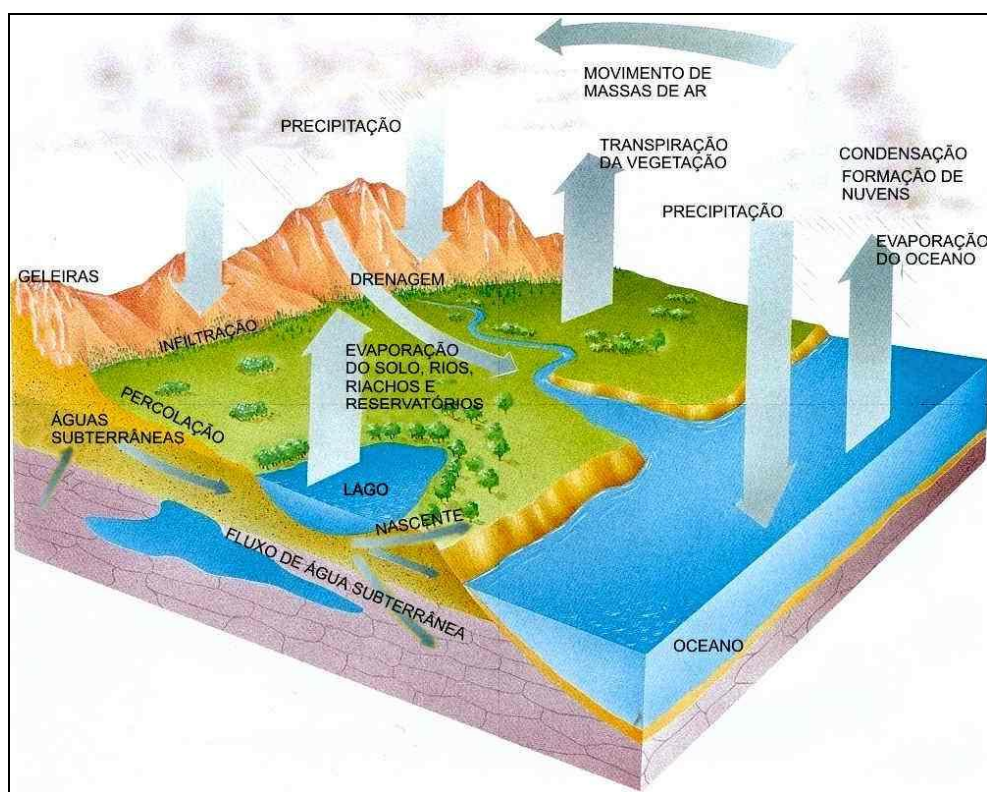


Figura 1 – Componentes do ciclo hidrológico da água, fonte: Tundisi, 2005

Os componentes do ciclo hidrológico segundo Tundisi (2005) são:

- Precipitação: água adicionada à superfície da terra a partir da atmosfera, podendo ser líquida (chuva) ou sólida (neve ou gelo);
- Evaporação: processo de transformação da água líquida para fase gasosa (vapor d'água). A maior parte da evaporação se dá a partir dos oceanos; nos lagos, rios e represas onde também ocorre a evaporação;

- Transpiração: processo de perda de vapor d'água pelas plantas, o qual entra na atmosfera;
- Infiltração: processo pelo qual a água é absorvida pelo solo.
- Percolação: processo pelo qual a água entra no solo e nas formações rochosas até o lençol freático;
- Drenagem: movimento de deslocamento da água nas superfícies, durante a precipitação.

Até o final dos anos 80, acreditava-se que o ciclo hidrológico no planeta era fechado, ou seja, que a quantidade total de água permanecerá sempre a mesma desde o início da terra. Nenhuma água entraria no planeta Terra a partir do espaço exterior, e nenhuma água o deixaria. Descobertas recentes, entretanto, sugerem que “bolas de neve” de 20 a 40 toneladas, denominada pelos cientistas de “pequenos cometas”, provenientes de outras regiões do sistema solar podem atingir a atmosfera da terra. As chuvas de “bolas de neve” vaporizam-se quando se aproximam da atmosfera e podem ter acrescentado três trilhões de toneladas (volume = $3 \times 10^6 \text{ km}^3$) de água em 10.000 anos. A velocidade do ciclo hidrológico varia de uma era geológica para outra, assim com a soma total de águas doces e marinhas, ou seja, a água no planeta está relacionada aos ciclos da vida (TUNDISI, 2005).

De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas) um terço da população mundial enfrenta a escassez de água em razão de falhas de gerenciamento das fontes e o aumento no uso de água principalmente pela agricultura. A falta de água está aumentando mais rápido do que se esperava, com a agricultura sendo responsável por 80% do consumo mundial (ONU, 2006).

O uso global de água cresceu seis vezes nos últimos cem anos e deve dobrar até 2050 em razão principalmente da cultura de irrigação. Das espécies existentes na Terra, o ser humano é quem mais utiliza água doce disponível, chegando aos dias atuais à cerca de 54% do total acessível e, seguindo a tendência atual nos próximos 25 anos a humanidade absorverá 90% da água doce disponível, restando somente 10% para os demais habitantes do nosso planeta. (PLANETA ORGÂNICO, 2006).

Segundo Machado (2004) 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 ótica de Braga et al. (2007) os recursos hídricos podem ser utilizados de várias maneiras, atendendo as diversas atividades industriais, sociais, agrícolas, etc. desenvolvidas pelo homem.

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 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. (2006), 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, da sociedade organizada *lato sensu*, das ações públicas e

privadas, promotoras do desenvolvimento econômico em geral da sua 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 Planeta. 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 (1999) 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.

Nas regiões áridas onde a água é um fator limitante para o desenvolvimento da agricultura por irrigação, para os segmentos industriais e as atividades urbano-sociais, o reúso da água torna-se uma perspectiva atraente do ponto de vista técnico, econômico e de uma política pública de sustentabilidade.

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 (MIERZWA & HESPANHOL, 2002).

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 população 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. No Oriente

Médio, a retirada excessiva de água dos aquíferos subterrâneos provoca a intrusão da salinidade do oceano, que contamina a água do subsolo.

Em algumas regiões brasileiras, a escassez de água, principalmente, em certas regiões do ano, é sempre recorrente. Geralmente, ocorre devido às condições climáticas associadas à falta de planejamento público. Ora os açudes estão cheios de água que servem a população local, tanto para usar como água potável ou para outras atividades como a de lavar roupa. Devido à sazonalidade climática, também, é comum encontrar os açudes secos. A falta de água constante já faz parte do cenário do cotidiano e o transporte de água em galões é comum em vilarejos e periferias de algumas cidades brasileiras. A Figura 3, a seguir, é uma sequência fotográfica desses fatos.



Figura 3 – Sequência fotográfica mostrando aspectos do cenário da água em certas regiões brasileiras.

2. METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica, elaborada a partir de livros, artigos de periódicos, legislação e normas nacionais e internacionais, cujas fontes de consulta incluem as páginas eletrônicas confiáveis, através de organizações nacionais e internacionais, compreendendo órgãos oficiais, instituições não oficiais de renomada credibilidade e empresas, visou abordar os programas de reúso de água, experiências

nacionais e internacionais sobre o reúso urbano de água não potável, levantamento de conceitos, legislações existentes e projetos de pesquisas nesta área.

Além disso, a avaliação e validação do estudo visando o reúso de água foram efetuadas nas instalações de um centro de treinamento de combate a incêndios que visa o treinamento de pessoal para operar nos diversos segmentos das unidades petrolíferas onshore e offshore e conseqüentemente alcançar os seguintes objetivos:

- 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;
- Estudar o processo de tratamento simplificado de água de reúso para centros de treinamento de combate a incêndio que não implique em manutenção sofisticada e onerosa.

3. DEFINIÇÕES, CLASSIFICAÇÕES E FORMAS DE REÚSO DE ÁGUA

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 1992) classificou o reúso de água em duas grandes categorias: potável e não potável.

- **Reúso potável**

- Reúso potável direto: o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema água potável.
- Reúso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

- **Reúso não potável**

Este tipo de reúso apresenta um potencial 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:

- Reúso não potável 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 dessedentação de animais;
- Reúso não potável para fins industriais: abrange os diversos usos industriais tais como: refrigeração, águas de processo, utilidades, etc.;
- Reúso não potável para fins recreacionais: reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais recreacionais, etc;

- Reúso não potável 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.
- Reúso não potável para fins domésticos: são considerados nestes casos de reúso de água para rega de jardim, descarga sanitária que é utilizado em grandes edifícios;
- Reúso não potável 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;
- Reúso não potável 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 visão de Asano et al (2007), a água recuperada é definida como um efluente, convenientemente, tratado numa Estação de Tratamento para uma determinada reutilização da água pretendida. Além disso, a reutilização da água diretamente requer a existência de um sistema de bombeamento ou de outras facilidades de transporte para o fornecimento da água.

A reutilização indireta é realizada através da descarga de um efluente para receber água para absorção ou diluição, esta água de reciclagem, normalmente, é utilizada para um uso específico e de certa forma para um usuário definido. Ou seja, o efluente é novamente capturado e ao ser redirecionado volta para esse regime de utilização. Neste contexto, a reciclagem de água, predominantemente, é praticada na indústria.

Na visão crítica de Hespanhol (2002) 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.

4. PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO APLICADO AO REÚSO DA ÁGUA

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 começaram na década de 1970.

A definição do princípio da precaução usado na Terceira Conferência do Mar do Norte, em 1990, foi proposta para tomar medidas visando impactos potencialmente prejudiciais de substâncias que são persistentes, tóxicas e susceptíveis de bioacumulação

mesmo quando não há provas científicas para provar umnexo de causalidade entre as emissões e os prováveis efeitos (HARREMOËS et al., 2001).

O Princípio da Precaução também em 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 (GOLDIM, 2002).

Na ótica de Goldim (2002), 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 (2005), 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.

O Princípio da Precaução é usado em diversos acordos multilaterais e políticas internas para tomar medidas proativas em resposta aos graves riscos de danos ambientais. É importante, também considerar que essas medidas podem incluir restrições ao comércio de bens e de serviços, tais como, substâncias que empobrecem a camada de ozônio, contaminações de carne bovina, Organismos Geneticamente Modificados (OGM), passam a ser, direta ou indiretamente, barreiras protecionistas, criando obstáculos ao comércio mundial. Em grande parte, essas preocupações fazem parte da agenda da Organização Mundial do Comércio (OMC) na era da globalização, onde a liberalização do comércio é visualizada como englobando não só as regiões fronteiriças nacionais, mas também focado nas normas internacionais que zelam pelas as relações de saúde-meio ambiente-segurança (SHAW & SCHWARTZ, 2005).

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. (2006) 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 (1999a) 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 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. (2007) 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 coloquem em risco os produtos agrícolas produzidos (BRAGA et al. 2007).

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 (MEHNERT, 2003).

Mehnert (2003) 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 sistema 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.

5 O REÚSO DE ÁGUA NO CENTRO DE TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO

A avaliação quanto ao reúso de água foi realizado no Centro de Treinamento de Combate a Incêndios (Sampling Planejamento SA) localizado no município de Rio das Ostras (RJ), ocupando uma área de 17.000 m². Este Centro foi construído visando atender as necessidades das empresas do segmento petróleo e afins com base nas exigências contidas nas normas NBR 14276 (ABNT, 2006), NORMAM 24 (DPC, 2009) 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; faz-se mister 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.

Para atender a referida exigência legal, é necessário que se faça em conformidade com a NBR 14.277/05 (ABNT, 2005) que estabelece as condições para necessárias para as instalações e equipamentos para treinamento de combate a incêndio.

Este projeto, que atende ao disposto na NBR 14.277/05 (ABNT, 2005), está dimensionado para uma demanda de 50 (cinquenta) alunos/dia. O combustível principal usado no campo é o GLP (Gás Liquefeito do Petróleo), sendo que o projeto das Instalações internas das tubulações usadas para distribuição do combustível atende ao disposto na NBR 14.750 (ABNT, 2001). Ainda sobre o sistema de GLP a tancagem será proporcional usando como reservatório um contentor P 500 (capacidade de 500Kg).

Para suportar as atividades operacionais do centro de treinamento, a área edificada é composta pelas seguintes instalações: casa de compressores de bomba, casa de combate a incêndio, sala de higienização de EPI (equipamento de proteção individual) e EPR (equipamento de proteção respiratória), copa-cozinha, sala de distribuição de EPI e EPR, vestiários feminino e masculino, recepção e sala de coordenação, depósito de extintores, casa de controle, enfermaria e guarita.

O fluxograma das instalações da Sampling Planejamento é apresentado na Figura 4, constando, essencialmente, a área de treinamento com os referidos obstáculos (maracanã, helicóptero, sistema de processos, casa de máquinas), a reserva de incêndio (castelo de água de 40.000 L) e o sistema de reúso, objeto do presente estudo.

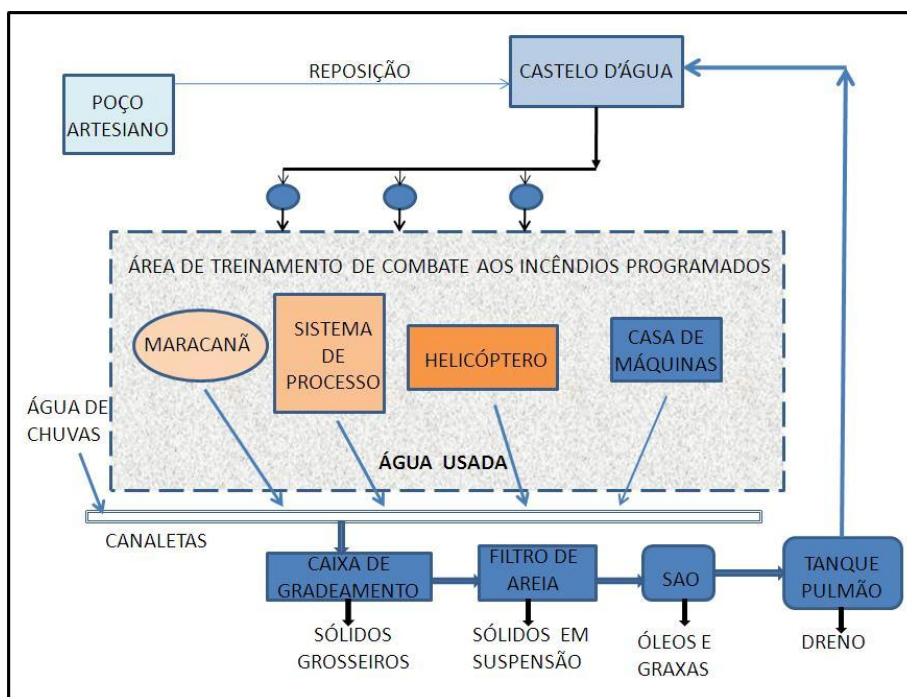


Figura 4 – Fluxograma da instalação de combate a incêndio de Rio das Ostras

A água utilizada neste centro e nos exercícios programados é proveniente de um poço artesiano que alimenta o castelo d'água, bem como das águas de chuva que vazam para as canaletas conforme mostra a Figura 5.



Figura 5 – Visão do centro de treinamento com destaque para o castelo d'água e as canaletas para recolhimento de água; fonte: Sampling Planejamento

A Figura 6 ilustra o local onde ocorrem os exercícios práticos 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: maracanã, helicóptero, sistema de processo e casa de máquina.

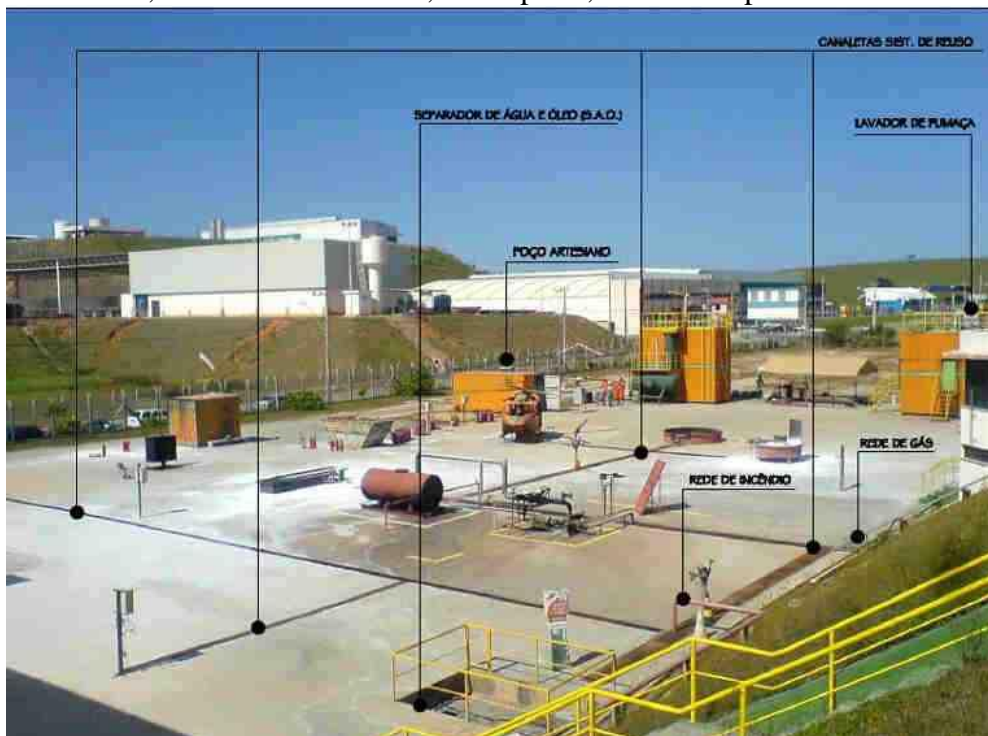


Figura 6 – Aspecto do campo de treinamento de combate a incêndio, fonte: Sampling Planejamento

A sequência fotográfica apresentada nas Figuras 7 a 10 mostram o cenário dos treinamentos de combate a incêndio nos diversos obstáculos de simulação, tais como; “maracanã”, “casa de máquinas”, “helicóptero” e “sistema de processos (flange e vaso)”, consubstanciando, o grande consumo de água nessas operações.



Figura 7 – Treinamento de combate ao incêndio no equipamento “maracanã”, fonte: Sampling Planejamento



Figura 8 – Vista do combate ao incêndio no obstáculo “casa de máquinas”, fonte: Sampling Planejamento



Figura 9- Vista do combate ao incêndio no obstáculo “sistema de processo”, fonte: Sampling Planejamento



Figura 10- Vista do combate ao incêndio no obstáculo “helicóptero”, fonte: Sampling Planejamento

Conforme mostra o fluxograma da Figura 4, o sistema de reúso 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 11.



Figura 11 – Canaletas por onde vaza a água de combate ao incêndio, fonte: Sampling Planejamento

A água das canaletas segue para a caixa de gradeamento, onde são 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, a maioria dos produtos oleosos se separa da água. Objetivando reter as partículas oleosas com diâmetro mínimo de 10 μm 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 massa oleosa retida no separador é concentrada em seu interior, pela ação da gravidade e pela capacidade de coalescência das placas, na superfície líquida da câmara primária e secundária, onde os óleos vão se acumulando e aumentando em espessura até serem recolhidos pelo vertedor em forma de calha, existentes na câmara secundária do SAO encaminhando a massa oleosa já separados, para a caixa de acúmulo de óleo, conforme, mostra a Figura 12.

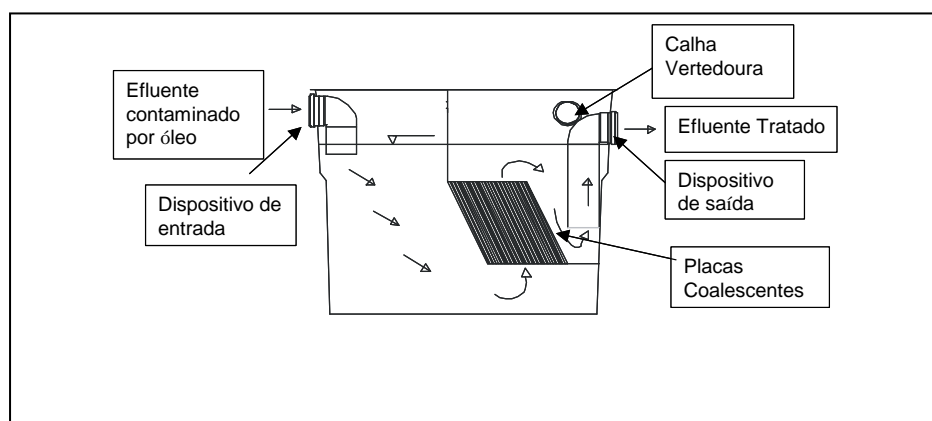


Figura 12 – Esquema do SAO (separador água-óleo).

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;

A água de reúso é circulada até o ponto de sua saturação, ou seja, quando há odores e o valor de microorganismos desaconselham 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 análise bacteriológicas (Coliformes Totais, Escheria Coli).

As análises da água mostram a necessidade de uma preocupação constante com a qualidade da água, principalmente, em relação a 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 Cl_2/L .

A tabela I apresenta o número de treinandos 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 I Consumo de água nos treinamentos de combate a incêndios

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

O uso de gás GLP em vez de óleo diesel tem reduzido drasticamente o teor de borra oleosa quando comparados com sistemas antigos de combate aos incêndios. O que revela uma menor contaminação da água.

5. CONCLUSÕES

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

- A água de reúso 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 reúso de água sejam provenientes de esgotos sanitários ou de efluentes industriais.
- O reúso 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.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: São Paulo, 1992;
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 14277:05, Instalações e equipamentos para treinamento de combate a incêndio, Rio de Janeiro, 2005
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 14276, Brigada de incêndio, Rio de Janeiro, 2006;

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 14750, equipamento de proteção respiratória – Respirador de linha de ar comprimido com capuz, para uso em operações de jateamento, Rio de Janeiro, 2001;

ASANO, T. FRANKLIN L., BURTON, F. L., LEVERENZ, H. L., TSUCHIHASHI, R., TCHOBANOGLIOUS, G., Water Reuse Issues, Technologies, and Applications, New York: The McGraw-Hill, 2007.

BARON, J. S., POFF, N. L., ANGERMEIER, P. L., DAHM, C. N., GLEICK, P.H., HAIRSTON, N. G., JACKSON, R. B., JOHNSTON, C. A. , RICHTER, B. D. STEINMAN, A.D. Meeting Ecological and Social Needs for Freshwater, *Ecol. Appl.*, 12, 5, 2006, p.1247–1260.

BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental – o desafio do desenvolvimento sustentável, São Paulo: Pearson, Prentice Hall, 2007.

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

GOLDIM, José Roberto, O Princípio da Precaução, RIO 92, abril/2002.

HARREMOËS, P., GEE, D., MACGARVIN, M., STIRLING, A., KEYS, J., WYNNE, B., VAZ, S. G. (eds.), Late Lessons from Early Warnings: the Precautionary Principle 1896–2000, *Environmental Issue Report*, nº: 22, European Environment Agency, Copenhagen, Dinamarca, 2001.

HESPANHOL, I. . *Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, nº: 4, p. 75-95, out./dez. 2002.

MACHADO, Carlos Jose Saldanha. *Artigo: A importância do reúso de água doce para a política nacional de recursos hídricos*. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail>, Acesso em 23/05/2009.

MAINIER, F. B. Tecnologias Limpas: um direito da sociedade. Anais (CD-Rom): 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, 1999a, 7p.

MAINIER, F. B. 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, 1999b, 9p.

MEHNERT, D. U. Reuso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental por vírus entéricos humanos, *Biológico*, São Paulo, v. 65, nº: 1/2, p.19-21, jan./dez., 2003.

MIERZWA, J C.; HESPANHOL, I. Programa para o gerenciamento de água e efluentes nas indústrias visando o uso racional e o reúso. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 4, nº: 1/2, p/11-15, Jan./Jun. 2002.

ONU. Organização das Nações Unidas. Meio Ambiente. Conferência de Estocolmo. Paulo Nogueira Neto. Disponível em: <http://www.mre.gov.br>.> Acessado em Março de 2009.

PLANETA ORGÂNICO. Disponível em: www.planetaorganico.com.br Acesso em: Maio de 2008.

REBOUÇAS, A.C, BRAGA, B., TUNDISI, J. G. (Org.). Águas Doces no Brasil - Capital ecológico, uso e conservação/ organizadores, São Paulo: Escrituras Editora, 2006

SHAW, S, & SCHWARTZ, R., 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.

TUNDISI, J. G., *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*. São Paulo: Editora Rima, 2005, 248p.