



BOAS PRÁTICAS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA DE REUSO EM MARINAS



www.observatoriodasmetroles.net.br/pesquisas-om-gestao-das-aguas/

São Paulo

2024

Autor: Mario W. Bandeira
Colaboradores: Ernesto Giglio (UNIP)
Marisa Roitman (CETESB)



ELABORADO PARA CÂMARA DE MARINAS E MEIO AMBIENTE – FÓRUM NÁUTICO PAULISTA



INTRODUÇÃO

- A água é um recurso essencial à vida e sobrevivência dos seres vivos.
- Desde 2016 o Brasil conta com um Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.
- **A lavagem de um barco pode consumir mais de 900 litros de água.**
- O recurso hídrico é de suma importância ao desenvolvimento social, econômico e ambiental.
- Uma mangueira tradicional gasta em média de 20 a 30 litros de água por minuto e uma lavadora pressurizada gasta apenas **5 litros por minuto**.
- Água é um recurso esgotável, com grande parte da reserva de água doce do planeta poluída, ou com ameaça de poluição. Os principais fatores que levam à essa degradação são o crescimento da população, com contaminação do esgoto, derivados de petróleo, fertilizantes e bactérias, o que provoca crise no abastecimento e na qualidade da água potável.
- A viabilidade do uso de água da chuva para usos básicos resultará na diminuição do uso de água potável fornecida pelas companhias de saneamento, de captação e de custos.
- Apesar de o Planeta Terra possuir a maior parte de sua superfície coberta por água, segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 97,5% da água no planeta é salgada e a água doce corresponde a 2,5%.
- Aproximadamente 70% da água doce está nas calotas polares e 30% está presente nos continentes. No entanto, menos que 1% da água dos continentes está diretamente acessível ao uso humano, o que corresponde a 0,007% do total de água na terra. Além disso, grande parte da água disponível em fontes superficiais encontra-se com sua qualidade deteriorada.
- Para amenizar o problema da escassez hídrica, muitos países, inclusive o Brasil, além de incentivarem programas de combate ao desperdício buscam a utilização de fontes alternativas de água, como o reuso das águas servidas e o aproveitamento da água da chuva, onde esta última alternativa destaca-se por ser economicamente viável e pela possibilidade de constituir fonte para diversos usos, desde que realizado tratamento adequado para utilização.

FORNECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL EM MARINAS

- As marinas consomem grande quantidade de água, tanto para consumo humano como nas lavagens de embarcações e saneamento básico.
- Nem todas estruturas náuticas estão localizadas próximas a cidades e com isto, não contam com o abastecimento urbano de água, assim como captação de esgotos. Nestes casos, pode-se captar água de um poço ou corpo d'água onde é necessário realizar uma análise físico-química e microbiológica para se verificar quais as alternativas de tratamento além da necessidade de se obter uma outorga do uso desta água junto aos órgãos ambientais.
- Métodos eficazes para o tratamento da água de captação são:
 - 1) Ozonização:** adição de oxigênio em uma quantidade maior do que o comum por meio de uma injeção de ozônio, que é capaz de purificar a água e promover, inclusive, desintoxicação.
 - 2) Cloração,** que consiste em adicionar solução de hipoclorito de sódio à água para gerar cloro residual livre, inativando microorganismos patogênicos. Equipamentos como bombas dosadoras e cloradores de pastilha são comumente utilizados nesse processo.
 - 3) Filtros de areia e carvão ativado** que são eficazes. Além disso, é possível utilizar clorador e ozônio para clarear águas de poço artesianos. No entanto, devemos mencionar que o tratamento adequado das águas subterrâneas, ricas em metais, é fundamental para garantir a qualidade da água para consumo humano.



RECOMENDAÇÕES PARA O FORNECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL EM MARINAS

- Devem existir pontos de fornecimento de água potável, em determinados locais da marina tais como: vaga molhada, bebedouros, cozinha/lanchonete.
- As tubulações e mangueiras de fornecimento de água potável devem ter qualidade aprovada pelo Ministério da Saúde (*que não transmitem odor, cor e sujeira*), de forma a evitar contaminação.
- Mangueiras devem ser colocadas de forma a não obstruir as passagens.
- A pressão suficiente para manter um fluxo que encha completamente uma mangueira de 13 mm de diâmetro interno quando ¼ de todas as torneiras ou mangueiras estiverem totalmente abertas.
- Por razões de economia, deverá ser proibida lavagem contínua do convés de embarcações.
- As mangueiras devem ter sistema de controle de desperdícios (*aspersor com gatilho ou outro*).
- Devem ser informados aos proprietários de vagas molhadas sobre restrições de consumo e o uso consciente de água.

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE CHUVA PARA REUSO

- As águas de chuva são classificadas hoje pela legislação brasileira como esgoto, pois ela usualmente vem dos telhados, dos pisos e outros.
- Como “solvente universal”, vai carreando todo tipo de impurezas, dissolvidas, suspensas, ou simplesmente arrastadas mecanicamente para um corpo d’água ou à uma captação para Tratamento de Água.
- Para uso na higiene humana, regas e lavagens, a água deve passar por filtração e tratamento. Esta utilização é especialmente indicada para ambientes como condomínios, indústrias e marinas.

IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM MARINAS

Os sistemas de aproveitamento de água de chuva consistem na captação, filtragem e armazenamento da água de telhados e pisos, para posterior utilização em lavagens, sanitários, combate a incêndio, lavanderia e regas entre outros.

- A captação e o reuso das águas pluviais é sustentável.
- O aproveitamento da água da chuva é uma das principais alternativas para a redução da escassez hídrica, conservação dos lençóis freáticos e para a colaboração no sistema de drenagem. Dessa forma, várias formas e sistemas de captação de água pluvial fortalecem a responsabilidade ambiental e social de cada usuário junto ao meio ambiente.
- A água da chuva não pode ser utilizada para consumo humano (água de beber).

REUSO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM MARINAS

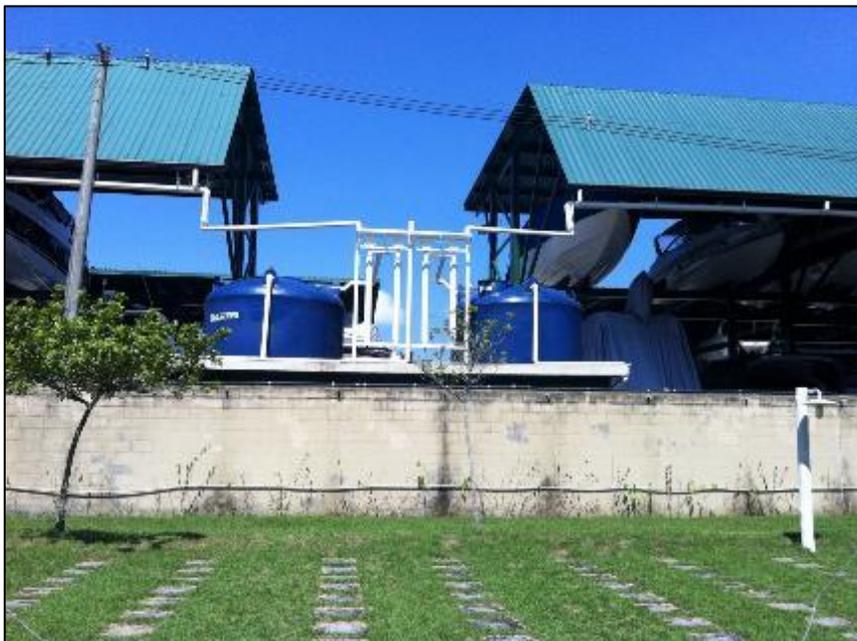
- A água de chuva armazenada implica em uma expressiva economia no gasto de água de uma marina.
- Para a coleta da água da chuva é necessária à instalação de condutores, grelhas, dispositivos para filtragem e reservatório de armazenamento da água.
- A captação em telhados também possibilita que, na maioria dos casos, a água atinja o reservatório de armazenamento por gravidade, o que facilita o projeto.
- O tipo e a necessidade de tratamento das águas pluviais dependerão da qualidade da água coletada e do seu uso final. Assim recomenda-se principalmente uma filtração simples, e um procedimento denominado de autolimpeza da água da chuva.

CISTERNA: reservatório de armazenamento para a água.

Este reservatório tem a função de reter e acumular a água captada pelo telhado, que é conduzida pelo sistema através da calha para filtragem e armazenada, ficando protegida da luz e do calor e pode ser bombeada para uma caixa d'água superior, podendo abastecer por gravidade o banheiro, a lavanderia etc. O uso de cisternas é economicamente viável, por ser uma alternativa de baixo custo e eficaz como mecanismo de preservação e conservação deste recurso natural.

RECOMENDAÇÕES PARA A CAPATÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

- No momento do projeto devemos conhecer o índice pluviométrico da região, pois o mesmo reflete a distribuição do volume da chuva ao longo do ano e sua regularidade.
- O aproveitamento da água da chuva caracteriza-se pela facilidade da composição do sistema, devido à simplificação do tratamento, fato este que implica na redução dos custos de implantação e manutenção.



Imagens - Marina Costabella (Angra dos Reis-RJ) – foto Mario Bandeira



VOLUME DO RESERVATÓRIO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

O dimensionamento de um reservatório para captação de águas pluviais, é geralmente realizado através da aplicação de modelos. Existem vários modelos que podem ser utilizados para esse fim, embora a maioria deles siga a mesma sistemática: utilizam séries históricas de chuva, a demanda a ser atendida, a área de captação, o coeficiente de escoamento superficial e a eficiência requerida para o sistema como dados de entrada e têm como resultado os volumes de armazenamento associados a uma ou mais probabilidades de falha do sistema.

Entre os métodos que podem ser adotados para o cálculo desse reservatório, o mais utilizado é o de “**Rippel**” por apresentar a vantagem de ser flexível com relação aos dados de entrada para o cálculo.

Segundo Plinio Tomaz (2003), a utilização deste método pode ser feita de duas maneiras: analiticamente ou graficamente. Os principais fatores que influenciam no cálculo são: a área do telhado, a quantidade de água necessária para atender a demanda e a definição do tipo de reservatório que será utilizado em termos de custos, recursos e métodos construtivos.

Utilizam-se como dados de entrada: a precipitação média mensal, a demanda mensal constante ou variável, a área de coleta e o coeficiente de Runoff (*perda de água por evaporação, vazamentos, lavagem do telhado, etc.*); e são fornecidos após os cálculos: o volume de chuva mensal, o volume de chuva mensal acumulado, o volume de chuva menos a demanda e o volume do reservatório. O volume do reservatório de água de chuva é o volume adquirido na somatória da diferença negativa do volume de chuva e da demanda. É possível também calcular a porcentagem de confiança do sistema e a porcentagem de falha do sistema.

PRINCIPAIS FONTES DE ÁGUA PARA REUSO

- Água cinza (*chuveiros e pias*);
- Água pluvial (*chuva*);
- Água de drenagem de terrenos;
- Água de reuso da concessionária (*esgoto sanitário tratado*);
- Captação direta (*captação de nascentes ou corpos d'água*);
- Águas subterrâneas (*poços*)

Tipos de Reuso mais indicados

- Reuso indireto planejado da água:

No reuso indireto planejado os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada para serem utilizadas de maneira controlada e atendam ao requisito de qualidade do reuso objetivado.

- Reuso direto planejado das águas:

Os efluentes, após tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência e indicado ao uso em marinas.



EXIGÊNCIAS PARA A CAPTAÇÃO E USO DE ÁGUA PLUVIAL OU DE POÇOS ARTESIANOS

Apresentar projeto com dados do uso deste recurso considerando:

- Informações sobre o volume estimado da captação;
- Projeto do sistema de captação, considerando o volume das cisternas e seus filtros
- Apresentação da interpretação dos resultados dos testes: de bombeamento (*quando for o caso*), da característica (*turbidez e outros*);
- Cópia da ART (Anotação de Responsabilidade técnica) do responsável;
- Cópia da carteira de identidade profissional do responsável técnico;
- Descrição do sistema de tratamento auferido na captação da água (*filtração, cloração, ...*)
- Identificação dos pontos de água de reuso;
- Informações de finalidade de uso da água do poço para lavagens, regas e higiene humana;
- Declaração de químico quanto à qualidade da água para as finalidades de uso, conforme Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

RECOMENDAÇÕES PARA A GESTÃO DE ÁGUAS EM MARINAS

- Todo “piso da área operacional” da estrutura náutica deve ser impermeabilizado, dotados de grelhas com caimento direcionado à caixas de sedimentação e posteriormente a um sistema separador de água e óleo (SAO), para evitar que contaminantes derivados de petróleo atinjam o corpo d’água.
- Águas pluviais podem ser lançadas no corpo d’água, desde que passem por caixas de sedimentação para evitar o assoreamento.
- As caixas de sedimentação assim como as caixas separadoras de água e óleo devem ser limpas periodicamente por pessoal habilitado à função e seus resíduos segregados em recipientes adequados para disposição apropriada.
- Manter áreas verdes onde não exista tráfego de veículos para que a percolação da água de chuva atinja e abasteça o lençol freático.
- Recolher diariamente todo resíduo do piso, dos flutuantes existentes na área molhada e das margens da marina, fazer segregação / separação conforme tipo de resíduo e dispensar no local apropriado da marina para posterior destino final apropriado.

IMPORTANTE!!

Não jogar óleo na água!!! (*1 litro de óleo pode contaminar até 25 mil litros de água*).

“O uso da água deve ser consciente e sua qualidade é fundamental ao setor e ao planeta”

PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA REUSO

Água de Reuso Classe 1

- descarga de bacias sanitárias; lavagem de pisos; fins ornamentais (chafarizes, espelho de água, etc.); lavagem de roupas; lavagem de veículos;

Água de Reuso Classe 2

- lavagem de agregados; preparação de concreto; compactação do solo; controle de poeira.

Água de Reuso Classe 3

- irrigação de áreas verdes; regas de jardim;

Água de Reuso Classe 4

- resfriamento de equipamentos de ar condicionado (*torres de resfriamento*)

OBS.: Todos atendem ao uso para combate a incêndios

Classe	Usos Preponderantes
1	<ul style="list-style-type: none"> • Lavagem de carros; e • Outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins; • Manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Reúso nas descargas dos vasos sanitários.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagem para gado; e • Outros cultivos através de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual.

Tabelas com critérios de qualidade da água para reúso de acordo com seus usos

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Turbidez (UT)	< 5	< 5	< 10	-
CTer (NMP/100 mL)	< 200	< 500	< 500	< 5000
SDT (mg/L)	< 200	-	-	-
pH	Entre 6,0 e 8,0	-	-	-
Cloro residual (mg/L)	Entre 0,5 e 1,5	> 0,5	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-	-	-	2,0
CTer: coliformes termotolerantes pH: potencial hidrogeniônico SDT: Sólidos Dissolvidos Totais				

Tabela com parâmetros mínimos exigíveis para águas de reúso

CONSIDERAM-SE AS SEGUINTE CATEGORIAS DE ÁGUA DE REUSO:

Classe A - Reuso Irrestrito Não Potável - onde o acesso ao público é irrestrito, como jardins, descargas sanitárias, ar condicionado, reserva de proteção à incêndios, limpeza de ruas e pavimentos, usos na construção civil e lavagem de embarcações.

Classe B - Reuso Restrito Não Potável - atende aos padrões de qualidade para sua categoria, onde o acesso ao público é controlado ou restrito por barreiras físicas ou institucionais, como usos paisagísticos, abatimento de poeira, usos na construção e combate à incêndios. Não é indicado para limpeza interna.



www.enfoquevisual.com.br



www.useepulari.com.br

Imagens ilustrativas de sinalização de água de reúso

As recomendações apresentadas neste documento, também vêm ao encontro de buscarmos “soluções baseadas na natureza” (SbN) que está ligada a Economia Verde e atingir os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), ajudando a mitigar problemas urgentes, como a escassez hídrica, o avanço do nível do mar entre outros.



Fontes e Referências:

Lei Nº 9.433 /1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Portaria MMA 150/2016 – Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, elaborado pelo Governo Federal (*em conjunto Sociedade Civil, setor privado e governos estaduais*), promove a gestão/redução do risco climático, bem como a melhora nos índices de vulnerabilidade no país com medidas de adaptação baseada em Ecossistemas.

Lei 9.984/2000 -Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

Projeto de Lei - PL 2451/2020 - Dispõe sobre o reuso de água para fins não potáveis em novas edificações públicas federais. privadas e dá outras providências.

Lei 14.546, de 04/04/2023 (*Altera a Lei nº 11.445, de 5/01/07 Lei do Saneamento Básico*) - estabelece medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas de chuva e de reuso não potável das águas cinzas em novas edificações e em atividades paisagísticas, agrícolas, florestais e industriais. As águas cinzas já podem ser utilizadas em chuveiros, pias, tanques e máquinas de lavar.

Norma ABNT NBR 13969/1997 - Aborda o tratamento de resíduos aquosos sob diversos aspectos, e um desses é o local de utilização da água de reuso.

Norma ABNT NBR 15527/2007: fornece os requisitos de projeto para captação, condução, armazenamento, bombeamento, instalações prediais, manutenção e qualidade da água de acordo com a utilização prevista.

Legislação Estadual (SP)

- **Decreto 8.468, de 8/09/76** - Aprova o regulamento da Lei nº 997 de 31/05/76, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

- **Decreto 45.805, de 15/05/01** - Institui o Programa Estadual de Uso Racional de Água Potável, que determina uma redução de 20% no consumo de água nas edificações e unidades públicas.

- **Resolução SRHSO 31, de 15/05/01** - Determina a adoção de medidas e ações tecnológicas, visando o atendimento da meta estabelecida para o Uso Racional da Água.

- **Decreto 48.138, de 7/10/03** - Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso da água no âmbito do Estado de São Paulo.

- **Decreto nº 50.667, de 30/03/06** regulamenta a Lei nº 12.183, de 29/12/05 - Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo.

- **Lei 12.526, de 2/01/07** - Estabelece normas para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais (e redução do consumo de água).

- **Deliberação CRH nº 156, de 11/12/13** – Estabelece diretrizes para reuso direto de água não potável, proveniente de “ETE’s” de sistemas públicos para fins urbanos e dá outras providências, no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

- **Portaria DAEE nº 2.069, 19/09/14** – Disciplina a utilização de recursos hídricos provenientes de rebaixamento de lençol freático em edificações e obras de construção.

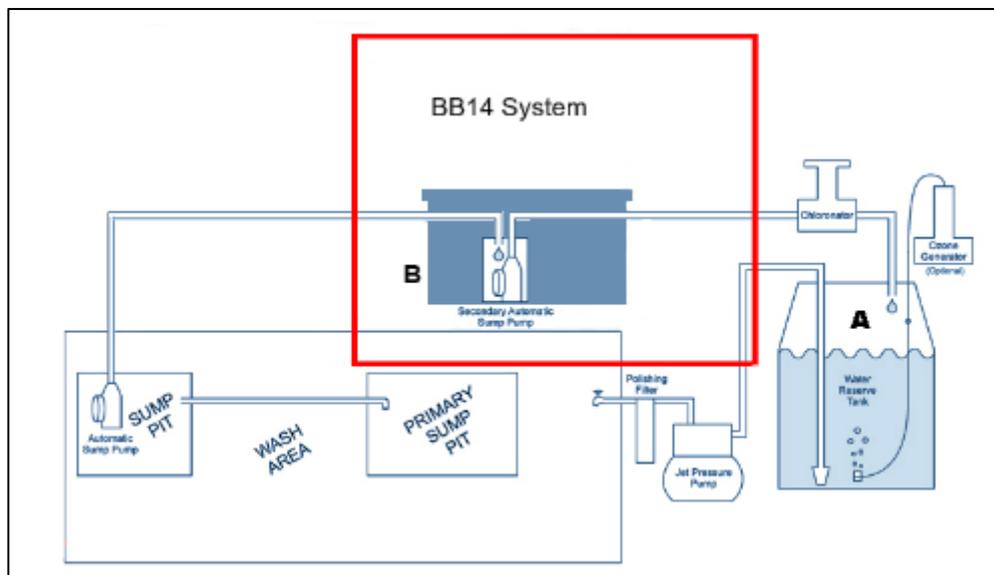
- **Portaria DAEE nº 2.434, de 10/10/14** – Disciplina a utilização de recursos hídricos subterrâneos provenientes de processo de remediação em áreas contaminadas.

- **Resolução Conjunta SES/SIMA Nº 01, de 13/02/2020** - Disciplina o reuso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas.

- **Plínio Tomaz**: “Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis”. Ed. Navegar, 2003.

ANEXO

DESENHO ESQUEMÁTICO DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS



<https://www.ultimatewasher.com/marina-water-recycle-system.html>

**MANUTENÇÃO RECOMENDADA DE EQUIPAMENTOS DO SISTEMA
(água de reuso)**

Devem ser realizadas a inspeção e manutenção periódica de todos os componentes do sistema. Convém realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva de acordo com recomendações da Tabela 2 ou de acordo com necessidades especificadas em projeto.

Tabela 2 – Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Calhas ^a	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral, limpeza quando necessário.
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando necessário
^a Além da limpeza, deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial mosquitos.	

Fonte: ABNT/NBR 15527/2007