

Projeto: “Reaproveitamento de água de chuva”.

Equipe:

Edson Ricardo de Oliveira	FFCLRP
Danilo Oliveira Vassimon	SEF/RP
Thiago Bernardo Cavassani	FFCLRP
Dr. Valdir Roberto Balbo (Pesquisador Responsável)	FFCLRP
Prof. Dr. Wagner Ferraresi De Giovanni	FFCLRP

Resumo:

O município de Ribeirão Preto é hoje o oitavo mais populoso do Estado de São Paulo e utiliza, para abastecimento municipal, água subterrânea oriunda exclusivamente do Aquífero Guarani. No entanto, em estudo realizado pela Agência Nacional das Águas, o aquífero não será suficiente para suprir a demanda da cidade por água até 2015, exigindo do município outras fontes deste importante recurso. Segundo o DAEE, o consumo é 13 vezes maior que o volume de recarga. Dessa forma, passa a ser responsabilidade de entidades públicas e privadas o uso sustentável deste escasso recurso. O projeto proposto pretende manter a USP no compromisso com o uso racional de água a partir do reaproveitamento de água pluvial na purificação de águas para laboratórios didáticos. Sabe-se que o uso de águas pluviais é um importante fator na redução de custos de produção e manutenção de sistemas de purificação de água. Tendo em vista o montante de água desmineralizada utilizada em laboratórios didáticos do DQ-FFCLRP (mais de 8000L/mês) e o latente esgotamento de fontes de água para abastecimento público de Ribeirão Preto, o armazenamento e uso sustentável de águas pluviais na produção de água purificada passam a ser uma opção mais barata, consciente e responsável para aplicações em laboratórios de ensino e pesquisa. Estima-se que o uso de água pluvial para processo de desmineralização pode produzir um litro d'água por menos de U\$\$ 0,01, evidenciando uma economia importante e um enorme ganho ambiental pelo reuso de água não tratada. Este projeto pretende beneficiar um grande número de usuários dos cursos de graduação de química nas aulas experimentais, atendendo os cursos de Licenciatura, Bacharelado, Biotecnologia, Forense, além de outros Dep. como Física Médica e Biologia, num total de mais de 400 usuários anualmente.

1) Introdução

Ribeirão Preto é o principal município e também polo de sua microrregião, situado na região nordeste do Estado de São Paulo. Com elevado índice de desenvolvimento humano (IDH), a região é responsável por uma importante participação na composição de renda dos ramos agroindustriais e comerciais do Estado paulista, merecendo destaque ao liderar mundialmente produção de cana-de-açúcar, álcool e açúcar; além de representar a maior produção estadual de leite e derivados [1].

Além de sua relevância no setor produtivo, a região de Ribeirão Preto atrai grande número de pessoas também pelas oportunidades de ensino superior e centros de pesquisa. Com uma população majoritariamente urbana (97%), este centro regional observou sua população dobrar nos últimos 30 anos, saltando de 317 mil habitantes na década de 80 para a estimativa de 620 mil em 2012 [2]. Com estes números, a cidade torna-se o oitavo maior município paulista em população absoluta.

Um problema latente com a enorme demanda populacional, geralmente associada ao seu crescimento não planejado, é o oferecimento suficiente de infraestrutura básica à sua população, em especial água potável. A falta deste recurso básico já é, infelizmente, uma realidade em Ribeirão Preto. Os noticiários registraram recentemente [3-4] a aprovação de um pré-projeto pela Prefeitura Municipal em conjunto com uma Comissão Especial de Estudos (CEE) que prevê a captação de água do Rio Pardo como alternativa para o abastecimento público de Ribeirão Preto.

O fornecimento de água para o município e outros da região é realizado exclusivamente por extração de água subterrânea, do aquífero Guarani. A captação é executada por bombas de poços artesianos que no passado operavam em 50 metros e hoje alcança a incrível marca de 200 metros, denunciando um esgotamento destes recurso. Segundo estudos da Agência Nacional das Águas, divulgados pela imprensa, o Aquífero Guarani que atualmente abastece o município poderá não ser suficiente para a população local a partir de 2015, tornando-se necessário a captação de água do Rio Pardo para abastecimento da população.

Os custos estimados para realizar esta operação podem ultrapassar R\$ 630 milhões, sendo necessária a instalação de uma nova infraestrutura de captação, tratamento e distribuição desse recurso natural, que obviamente criará ônus a ser rateado pelos usuários.

Dessa forma, é impreterível aos cidadãos e também as instituições públicas e privadas do município executarem ações que minimizem o uso de água potável, praticando o reuso sustentável e promovendo a difusão de práticas de sucesso que envolvam este importante recurso. Neste sentido, a captação de água de chuva e seu uso para fim não potável é uma alternativa simples e de baixo custo para a diminuição de demanda da água tratada. Em regiões

nas quais os índices pluviométricos são satisfatórios, como em Ribeirão Preto, esta prática pode reduzir drasticamente o uso deste recurso.

Mais importante que o armazenamento de águas pluviais, é o potencial uso destes recursos em atividades que promovam uma mitigação do consumo de água potável, tão escassa no município de Ribeirão Preto. Diferentemente do município de São Paulo que editou lei obrigando empreendimentos com área impermeabilizada maior que 500m² a armazenarem águas pluviais no intuito de minimizar inundações [5], muitos municípios de médio e grande porte não possuem legislação referente a este tema. Dessa forma, a prática de armazenamento e reuso de águas não é disseminada e, em certo ponto, desconhecida.

Para usos residenciais, as águas pluviais captadas podem ser reutilizadas em irrigação de jardins e hortas, abastecimento de piscina e lavagem de pisos e automóveis, além de menos comumente utilizados em água de descarga sanitária.

Além destes usos, a Universidade tem como função estimular o ensino e a pesquisa, que possuem utilidades especiais para este importante recurso natural. Na grande área da saúde e ciências, em especial a Química, a demanda por água purificada é bastante grande em seus laboratórios didáticos e centros de pesquisa.

A água é, sem dúvida, o solvente mais utilizado em qualquer laboratório químico e sua obtenção e seu processo de purificação ocorre, em geral, a custos de grande desperdício de recursos e de forma onerosa. Até hoje em alguns laboratórios químicos, a obtenção de água purificada é realizada por destilação simples, utilizando-se equipamentos de porte médio que aquecia a água tratada até sua ebulição, resfriando em um condensador com fluxo de água fria constante e recolhendo-se o vapor de água já purificado. Neste sistema, ainda comercializado por empresas de equipamento para laboratório, estima-se que para cada litro de água destilada obtido, desperdiça-se, em média, de 30 a 40 litros de água potável. [6-7].

Além deste enorme custo ambiental, há os custos associado ao gasto energético para aquecimento até a vaporização deste líquido, que dispensa grande consumo de energia elétrica. A inquietação pelo desperdício de água em sistemas de purificação é bastante grande pelos seus usuários há algum tempo, haja visto notas técnicas em revistas especializadas e comunicações em congresso que tratam de alternativas no intuito minimizar o desperdício deste tão escasso bem na produção de água desmineralizada pelo sistema tradicional [idem]

Um sistema que atualmente é amplamente utilizado para substituir os destiladores em laboratórios de análises química na purificação de água é constituído basicamente por resinas de troca iônica. Compostas por uma coluna de polímeros carregados positivamente e outra,

separada, carregada negativamente; estas resinas são capazes de reter íons presentes na água, como Sódio, Fluor, Cloro, Magnésio, Carbonato, Sulfato entre outros, conforme figura 1.

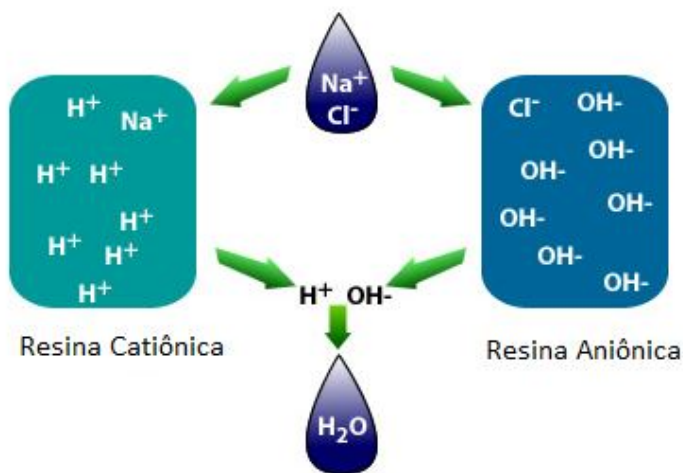


Figura 1: Representação de desmineralização de água por colunas de troca iônica. Créditos da imagem: <http://www.tdsmeter.com>

É interessante notar que a retirada destes íons da água promove a liberação de uma molécula de água com subproduto da reação.

Adicionalmente a este conjunto de colunas, é instalada uma coluna de carvão ativado, cuja função é absorver permanentemente compostos orgânicos presentes na água, isentando-a de qualquer contaminação para a produção de água desmineralizada.

Portanto, o uso de colunas de troca iônica na produção de água purificada para laboratórios de análises químicas representa uma diminuição de custos em médio prazo quando comparado ao uso de sistemas convencionais, uma vez que não utiliza de aquecimento do líquido; além de evidenciar um enorme ganho ambiental, pois não há desperdício de recurso no processo de desmineralização da água. Outra vantagem do uso de colunas deste tipo é seu baixo custo de manutenção, uma vez que utiliza apenas ácido clorídrico diluído e hidróxido de sódio também diluído na regeneração destas colunas, num processo fácil, rápido e de grande eficiência na recomposição dos polímeros para novas aplicações.

A utilização de colunas de troca iônica é mais vantajosa, portanto, na desmineralização de águas que contenham menores níveis de contaminação por eletrólitos (íons positivos e negativos presentes na água) e também compostos orgânicos. Na prática, quanto menor a dureza

da água que alimenta o sistema de purificação, maior é a vida útil destas colunas e, portanto, menor gasto com regeneração e limpeza do sistema. No entanto, para alimentar sistemas deste tipo, normalmente usa-se água tratada disponibilizada na rede municipal, que inclui a cloração para a desinfecção destes corpos d'água e também a fluoretação para manutenção da saúde bucal [8]. A adição destes componentes à água acaba por promover maior inserção de íons na água, o que acarreta uma diminuição na capacidade de produção das colunas de troca iônica em sua desmineralização, incorrendo em aumento de custo no processo de obtenção de água purificada para fins analíticos.

Com a possível utilização de água do Rio Pardo para a manutenção do abastecimento de Ribeirão Preto, muito provavelmente será necessário etapas adicionais de limpeza de água para disponibilização ao público, que contam geralmente com precipitação de sólidos através de adição de cloreto Férrico e Cal, adicionando mais compostos à água potável e dificultando o processo de desmineralização.

O uso de água com menor incidência de eletrólitos é desejável para o processo de desmineralização. Uma fonte de água limpa para este fim pode ser conseguida pela captação de corpos pluviais, seu bombeamento para reservatórios próprios e sua posterior purificação. Segundo Anecchini [9], em seu estudo de Mestrado, o aproveitamento de água de chuva com o descarte dos primeiros milímetros de água recolhido pode ser considerado ótimo para armazenamento e reutilização para fins não potáveis, atendendo às exigências físico-químicas mínimas para ser classificadas como água de reuso segundo orientações da NBR 13.969/97.

Portanto, o reuso de água de chuvas em processos de purificação de águas para laboratórios de análises químicas é um importante fator na redução de custos de produção e manutenção do sistema. Além disso, tendo em vista o montante de água desmineralizada utilizada em laboratórios de grande porte e o latente esgotamento desta fonte de água para abastecimento público da cidade de Ribeirão Preto, o armazenamento e uso sustentável de águas pluviais na produção de água purificada passam a ser uma opção mais barata, consciente e responsável para aplicações em laboratórios químicos.

2) Justificativa

O município de Ribeirão Preto tem índice pluviométrico que em torno de 1400 mm ao ano, que vem ao longo dos anos causando inundações e grandes danos ao patrimônio público e privado em decorrência da grande impermeabilização do solo com a crescente expansão imobiliária.

Tabela 1 - Índice Pluviométrico (mm) nos Anos 2000 a 2007/Mensal Ribeirão Preto/SP

Ano/Mês	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
2000	353,6	326,2	180,3	0,2	0,9	0,2	26,4	44,2	80,6	17,8	140,8	258,6
2001	69,2	85,0	114,6	39,2	70,8	2,0	2,8	28,6	39,0	84,8	132,2	95,6
2002	223,4	226,0	120,0	6,6	32,6	0,0	2,2	51,4	39,2	72,8	166,0	246,4
2003	448,6	119,0	72,4	102,1	53,6	0,2	13,0	6,8	19,4	31,0	145,8	124,4
2004	288,0	432,0	90,4	163,8	111,4	45,6	15,0	0,0	10,2	128,4	163,6	437,6
2005	488,6	50,2	147,6	39,6	97,0	33,0	35,2	0,0	86,4	59,4	177,2	29,2
2006	140,4	324,2	179,0	59,4	1,6	0,0	8,2	0,2	35,6	180,0	215,5	289,1
2007	469,9	87,2	117,7	15,2	98,6	1,7	65,7	0	3	49,4	125,4	179,6

Fonte: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (Ribeirão Preto); Estação Meteorológica da UNAERP.

O Campus da USP de Ribeirão Preto vem contribuindo para amenizar os problemas de acúmulo de águas pluviais pela sua vasta área verde, incluindo uma mata nativa, áreas de contenção de águas pluviais construídas pela prefeitura do campus (PUSP), utilização de pisos não impermeabilizantes em suas novas construções, como calçamentos e estacionamentos; e também pela captação de águas de chuva para reuso, a exemplo da Faculdade de Farmácia (FCFRP) e Escola de Educação Física (EEFERP).

A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) possui vários prédios com ótimo potencial de captação de água fluvial, no entanto apenas as edificações mais novas possuem telhados com tubulação para rede pluvial pronta, que torna a captação para cisternas muito mais simples e menos onerosa.

Especificamente no Departamento de Química desta Faculdade, há um bloco de laboratórios (Figuras 2) que é utilizado para a execução de aulas experimentais de graduação, denominado bloco 10. Este prédio possui ótimo potencial na construção de um sistema de captação de águas pluviais, uma vez que não possui em suas redondezas vegetação de grande porte, possuindo direcionamento da rede pluvial convergente para uma única caixa de inspeção e possuindo uma grande área de telhado útil na captação de chuva, com cerca de 490 m².

Utilizando-se dos dados fornecidos pelo IAC (Tabela 1) e estimando para a área de captação de água pluvial neste bloco, nos meses de maior precipitação, o montante recolhido poderia ultrapassar a marca de a 180 m³ (ou 180.000 litros) e na média mensal (110 mm) cerca de mais de 50 m³ ou 50.000 litros de água.



Figura 2: Fotografia do bloco Didático (bloco 10) do Departamento de Química-FFCLRP. Destaque para grande área de captação de água, área disponível para alocação de cisterna e ausência de vegetação de grande porte nas adjacências.

Neste mesmo bloco, há um sistema de purificação de água através de colunas de troca iônica, o qual atualmente utiliza-se da água da rede para alimentação. Em média, é utilizado **8.000 litros de água desmineralizada mensalmente neste prédio**, que contempla 6 laboratórios didáticos. Nestes laboratórios são realizadas atividades experimentais das disciplinas regulares e optativas previstas na grade dos cursos de Bacharelado em Química e Licenciatura em Química, além de atender dois outros cursos de outros Departamentos desta Faculdade, a saber: Bacharelado em Física Médica e também Licenciatura em Biologia.

No total, estes laboratórios atendem as atividades didáticas experimentais de mais de 20 docentes e ao menos 11 técnicos e especialistas de laboratório do Departamento de Química. Além disso, esta infraestrutura atende a necessidade de outros laboratórios de pesquisa que não possuem sistema de purificação de água, o que justifica o montante utilizado mensalmente.

A implantação de um sistema de captação de água pluvial em cisternas, bombeamento para reservatório elevado através de uso de bombas d'água alimentada com energia solar e sistema de desinfecção para armazenamento por longos períodos, permitirá ao Departamento de

Química deixar de utilizar um dos recursos mais importantes de nosso planeta em grande parte de suas atividades didáticas: a água potável.

Enquanto o uso de um sistema convencional de desmineralização de água consome um montante inadmissível deste recurso para produção (em torno de 40 litros desperdiçado para cada litro produzido), um sistema simples de colunas de troca iônica produz água purificada praticamente sem desperdício. A utilização de um sistema de captação de águas pluviais e seu uso na alimentação deste aparato pode reduzir o custo para menos de US\$ 0,01 por litro de água desmineralizado produzido [10]. Tendo em mente que apenas o prédio didático do Departamento de Química da FFCLRP prédio consome em média 8.000 litros mensais de água purificada, podemos ter uma dimensão do benefício que os laboratórios daquele espaço, alunos e funcionários poderão usufruir.

A título de comparação, se nenhum sistema de purificação estivesse ali instalado, a compra de água purificada custaria, em média, US\$ 0,7 por litro; um valor restritivo ao volume de água necessária para a manutenção dos laboratórios em questão.

O uso da água pluvial apresenta vantagens enormes em relação à água da rede pública para o processo de purificação. Enquanto a água da rede do Campus apresenta condutividade elétrica em torno de 75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, águas pluviais, depois de descartada os primeiros volumes de chuva, apresentam valores de condutividade entre 5 a 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Isto implica que as resinas de troca iônica seriam regeneradas uma vez a cada sete anos. Atualmente, estas colunas são regeneradas anualmente, ou até mesmo 2 vezes ao ano dependendo do ritmo de utilização e também das variações da qualidade da água disponibilizada na rede.

Além do uso principal na alimentação do sistema de desmineralização de água para uso em análises químicas, o reservatório de água subterrâneo com capacidade para 50 mil litros é capaz de fornecer água não potável para outros fins. Serão instalados no mínimo dois pontos para fornecimento de água na irrigação dos jardins adjacentes ao prédio, tão quanto para a limpeza dos pisos e janelas dos blocos 9 e 10. Este processo, que utiliza enormes quantidades de água potável, poderá ser repensado com a utilização de água pluvial armazenada na cisterna e imprópria para consumo.

Atualmente, o sistema de purificação deste prédio é alimentado pela rede municipal, composta por água extraída do Aquífero Guarani. A utilização deste recurso, no aspecto financeiro, tem custo menor que a água superficial por razões óbvias: proximidade do local de consumo, alta qualidade e não exigindo de tratamentos adicionais para o consumo. Porém, a projeção futura para a cidade de Ribeirão Preto não é das melhores. A partir de 2015 a água subterrânea não será suficiente para todos.

A utilização da água de chuva é uma solução racional e viável. Poderia ter um uso mais intenso ou amplo se as edificações fossem preparadas para tal, por exemplo: possibilitando também uma rede de água pluvial para as descargas dos banheiros. Enquanto uma caixa acoplada de um vaso sanitário consome cerca de 9 litros por vez, uma pessoa não consome este volume em uma semana para se hidratar.

Este projeto, se aprovado, vem a contemplar vários aspectos importantes no que diz respeito ao uso sustentável dos recursos hídricos: reduz significativamente o consumo de água da rede do Campus, conseqüentemente o consumo de energia elétrica para bombeamento da água subterrânea aos pontos de consumo; reduz o custo e os insumos da produção de água deionizada; minimiza o problema de inundação da cidade ao acumular água pluvial e, por fim, auxilia na criação e difusão de uma cultura e filosofia de usos de recursos de forma mais sustentável.

3) Materiais e métodos

Os materiais envolvidos no projeto são: 2 cisterna subterrânea de 25 m³ de poliéster reforçada com fibra de vidro, filtro de água, bomba d'água (kit bomba solar), caixa d'água de 1500 litros, sistema UV de esterilização, tubos e conexões de PVC, cimento, areia, ferro, trilho de laje, laje, concreto usinado.

Para a escavação da cavidade onde serão alocadas as cisternas, será utilizada uma retroescavadeira, num total estimado de 8 horas de trabalho. A terra removida em decorrência da escavação será aproveitada no próprio local para nivelamento do terreno e posterior aterramento das cisternas. Será construída uma base no fundo da cavidade no intuito de proporcionar maior sustentação das cisternas (recomendação do fabricante) quando completas em seu nível máximo, composta de malha de ferro e concreto de espessura de 10 cm. Em seguida, esse concreto deve ficar, ao menos, uma semana estático para secagem, num processo conhecido como cura.

O aterramento das cisternas deverá ser de forma simultânea com seu enchimento para que não corra o risco de deformação das estruturas de poliéster. Neste processo, enquanto as cisternas são cheias com água, uma mistura de areia e cimento é adicionada em volta da estrutura na proporção de 7:1 e posteriormente aterrada.

É importante que seja construída uma laje de proteção sobre a cisterna contra choque mecânicos da superfície, espaço este que pode ser dedicado à instalação de quiosque com mesa e bancos e permitido apenas o trânsito leve.

Em termos práticos e sucintamente, a água precipitada na cobertura do prédio didático do Departamento de Química (bloco 10) será conduzida por uma canaleta até reservatório de 500

litros. Este reservatório de coleta dos primeiros milímetros de água de chuva contém bastante material particulado carregado pelas gotículas de chuva, além de material orgânico como fragmentos de galhos, folhas e excrementos de aves que se utilizam daquele espaço. Esta primeira água de chuva com elevada condutividade elétrica, não é indicada para reuso como água desmineralizada, uma vez que despenderia mais recursos para sua purificação e, em princípio, contém altos níveis de coliformes totais que poderiam inviabilizar sua armazenagem por longos períodos. Portanto, este primeiro volume de água será descartado.

O restante do volume é conduzido para um filtro autolimpante e, finalmente, para as cisternas subterrâneas. O bombeamento desta água para reservatórios de 1500 litros no alto do prédio será realizado a partir de kits solares (células fotovoltaicas, drivers e bomba). Já comercialmente disponíveis e com preços acessíveis, estes sistemas contam com bomba d'água e painel solar de fácil instalação e grande capacidade de elevação de água (6000 litros/dia). Antes de ser armazenada, a água oriunda da cisterna passará por um por um filtro de 10 μm para retirada de qualquer material particulado e por um sistema de esterilização realizada pela utilização de lâmpadas de emissão de ultra violeta, alimentado pelas mesmas células fotovoltaicas do kit solar. Por fim, a água deste reservatório será direcionada para as colunas de troca iônica que fornecem água desmineralizada para todos os laboratórios do prédio.

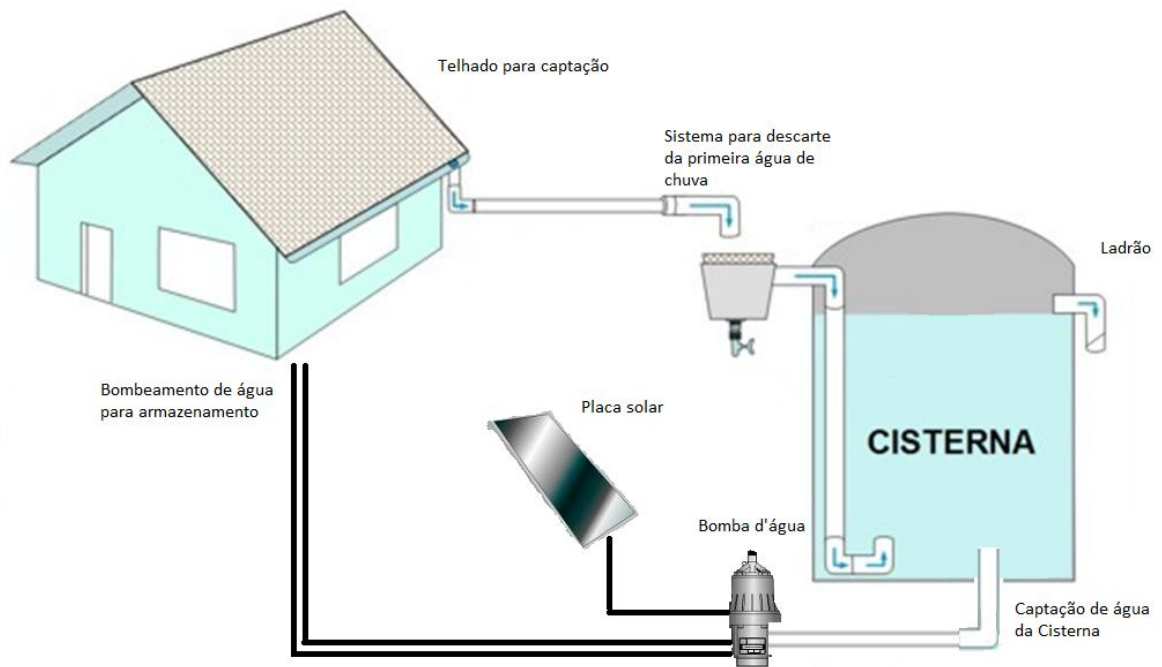


Figura 3: Sistema de captação de água de chuva e bombeamento solar para reservatório suspenso. Créditos da imagem: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica>.



Figura 4: Fotografia de um sistema desenvolvido no DQ-USP, constituído de colunas de troca iônica: Os números 1, 2 e 3 gravados nas colunas representam, respectivamente carvão ativado, resinas catiônicas e resinas aniônicas.

Portanto, para o desenvolvimento deste projeto pretende-se utilizar materiais comercialmente disponíveis, com durabilidade reconhecida e uma relação custo- benefício satisfatório a médio prazo, com o evidente ganho ambiental imediato a economizar, em média, 8.000 litros de água potável mensais.

4) Resultados Esperados

Com a implantação deste projeto espera-se em curto prazo uma economia mensal de mais de 8.000 litros de água potável pela reuso de águas pluviais na alimentação do sistema de purificação de águas nos laboratórios de ensino do DQ-FFCLRP. Além desse montante, ao

disponibilizar também a água pluvial para limpeza dos pisos e janelas do prédio e irrigação dos gramados, espera-se uma economia ainda maior desse recurso tão escasso no município de Ribeirão Preto.

Devido a algumas características inerentes do reuso de águas pluviais para sua desmineralização, como baixa concentração de sais e compostos orgânicos, as colunas utilizadas neste processo necessitará ser regeneradas menos vezes ao longo do período de uso, permitindo redução de materiais e economizando os valores referentes ao tratamento desse montante de água, o que, em médio prazo, espera-se recuperar os valores investidos na execução deste projeto.

Comprovadamente o gargalo na economia de água potável no Campus da USP está na limpeza dos prédios e no uso dos sanitários. Atividades que não necessitam de água mineral e, portanto, poderiam utilizar a água de chuva, menos nobre, proporcionando uma economia significativa de água potável e energia elétrica, evitando investimento na construção de novos reservatórios e perfuração de novos poços artesianos.

Como resultado de curto prazo, agrega valores e conceitos de sustentabilidade, proporcionando um diferencial aos alunos, que a médio e longo prazo, se tornarão agentes multiplicadores das práticas do uso racional, econômico e sustentável dos recursos naturais, em especial a água. Além disso, espera-se que o modelo de tratamento de água aqui proposto possa ser visto como referência para estes alunos que, em breve, **estarão** em postos de planejamento e decisão a respeito de modelos gerenciais de recursos naturais em empresas de grande porte, entidades e órgãos governamentais.

5) Cronograma de execução

Atividade	Programação mensal após aprovação do projeto											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sondagem do terreno (histórico rocha a 6 metros de profundidade)	X	X										
Compra da cisterna, filtro, kit bombeamento solar, filtro		X	X									
3 Contratação da retroescavadeira para escavar o local de instalação, tubulação e conexões de PVC, caixa de 1500 litros, ferragens			X	X								
4 Acerto da profundidade, nivelamento, compactação do solo do fundo da vala, armação de ferro (7 dias)					X	X						
Escrita do Relatório Parcial (6 meses após início do projeto)						X						
3,5 m ³ de concreto usinado 25 MPa para laje do fundo (1 dia), aguardar 7 dias para cura							X					
Instalação da caixa de 1500 litro e linha hidráulica até cisterna							X					
Instalação das cisternas sobre a base e a interligação das cisternas							X					
Instalação das colunas (PVC 150 mm) em torno das cisternas e concretagem								X				
Início do enchimento com água e aterramento								X				
Instalação do filtro e término do aterramento e									X			
Montagem das caixas do radier das colunas de PVC de concreto.									X			
Concretagem do radier									X			
Montagem da laje sobre o radier									X			
Concretagem com 25 MPa (2 m ³)										X		

6) Orçamento (Planilha de custo) valores em reais

Item	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Total
1	Cisterna 25 m ³ Fibratec	2 peças	10.300,00	20.600,00
2	Filtro para água de chuva	1	1.950,00	1.950,00
3	Kit bombeamento solar	1	2.500,00	2.500,00
4	Filtro de 10 µm	1	250,00	250,00
5	Lâmpadas germicida	2	30,00	60,00
6	Cimento	50 sacos	20,00	1.000,00
7	Concreto 25 MPa	6 m ³	220,00	1.320,00
8	Areia grossa	10 m ³	330,00 (5m ³)	660,00
9	Tubos de PVC 3/4	10 barras	14,00	140,00
10	Tubos de PVC 150 mm	10 barras	94,00	940,00
11	Treliça de ferro	14	17,00	238,00
12	Laje piso	40 m ²	32,00	1.280,00
13	Tela de ferro	10 peças	31,00	310,00
14	Retroescavadeira	8 horas	90,00	720,00
15	Despesas com transporte (frete)		5.000,00	5.000,00
16	Mão de obra		4.000,00	4.000,00
17	Materiais elétricos		300,00	300,00
			Valor Total	41.068,00

7) Referências:

[1] Ribeirão Preto. Disponível em: <http://www.cidadespaulistas.com.br/prt/cnt/mp-principid-490.htm>. Acesso em 21/06/2013

[2] IBGE. **Estimativa da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1 de julho de 2012**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013.

[3] A Folha de São Paulo. **Cetesb aprova água do Rio Pardo para consumo em Ribeirão Preto**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/ribeiraopreto/2013/05/1277178-cetesb-aprova-agua-do-rio-pardo-para-consumo-em-ribeirao-preto.shtml>. Acesso em 20/06/2013

- [4] TIENGO, R. Daerp prevê custo de R\$ 630 milhões para captação de água do Rio Pardo. Portal G1. Disponível em <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2013/06/daerp-preve-custo-de-r-630-milhoes-para-captacao-de-agua-do-rio-pardo.html>. Acesso em 20/06/2013.
- [5] SÃO PAULO. Lei nº 13.276, de 4 de janeiro de 2002. **Diário Oficial do Município**, São Paulo, 5 jan. 2002
- [6] COSTA, D. M. A.; GRILO, J. A.; SANTOS, A. A. A. Concepção de uma unidade para destilação de água com reciclo do fluido refrigerante. In: I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica; 2006; Natal. Disponível em: http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20081020_084147_MM%20033.pdf. Acesso em 03/05/2013.
- [7] NEVES, C. A.; GUTZ, I. G. R.; LAGO, C. L. Automatização de um destilador d'água. **Química Nova**, n. 21, v. 5, 1998
- [8] DAERP. **Água**. Departamento de água e Esgoto de Ribeirão Preto. 2013. Disponível em: <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/daerp/i04agua.php> Acesso em 22/06/2013
- [9] ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- [10] BENDASSOLI, J. A.; TRIVELIN, P. C.; CARNEIRO JR, F. Sistema desmineralizador de água de alta eficiência e baixo custo, utilizando resinas trocadoras de íons. **Química Nova**, n. 19, v. 2, 1996.