

Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo



PNV 2100 – Introdução à Engenharia

Otimização dos Gastos de água no Prédio da  
Engenharia Civil da Escola Politécnica

Professor Jorge Pimentel Cintra

São Paulo, Junho de 2009

# Integrantes

André Garnier Coutinho/ 6846085

André Shigueo Kiyota/ 6847808

Artur Freitas de Mendonça/ 6849501

Bruna Maria Cuozzo Zattar/ 6846071

Bruno de Pierri Tamura/ 6851720

Caio Luca Joppert/ 6851501

Cesar Seigo Moori/ 6849706

Christian Bonal Rayes/ 6848431

Douglas Keiji Minaki/ 6851693

Eduardo Chiaradia Gonzalo/ 6848365

Ennio Ryu Ota/ 6846752

Fernando Martinelli Ramacciotti/ 6849665

Gabriela Cãnfora/ 6886966

Gabriella El Khoury Ghanem/ 6846787

Gustavo Bitencourt Fagundes Yoneda/ 6851564

Gustavo Caravaggi Tenaglia/ 6851518

João Guilherme Bersani Calice/ 6849602

João Paulo Ferreira Nunes/ 6849794

Jonathan Mitsuo Jisaka/ 6848521

Lucas Fargoni Di Ianni/ 6846064

Marcelo Prieto Oliveira/ 6849578

Mário Henrique Mendonça Castilho/ 6848494

Mateus Bergamaschi Coles/ 4763562

Pedro Gehring Moura Neves/ 5456425

Sang Yeon Park/ 6851585

Tiago Lee/ 6520085

Victor Wolf/ 6849686

Vinícius Dessete Vilas Boas Fratucci/ 6846807

Vitor Tonzar Chaves/ 6848323

Yossef Sami El Didi/ 6913131

# Resumo Executivo

Este trabalho tem por objetivo estudar o andamento dos gastos de água no prédio da Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, bem como identificar onde há desperdícios e propor soluções para eliminá-los. Este trabalho será abordado em cinco itens: Jardins, Lagos e Limpeza; Sanitários; Laboratórios; Restaurante, Centro Acadêmico e Bebedouros; Encanamentos.

É de suma importância a realização de tal estudo, visto que a água, essencial para a manutenção da vida como conhecemos no planeta Terra, está se esgotando. Talvez sua falta não se dê dentro de algumas décadas, mas, se o consumo inconsciente da água perpetuar-se, poder-se-á esperar grandes crises e tensões em decorrência de sua escassez. Sendo assim, a humanidade deve se conscientizar e passar a economizar a água o quanto antes. Criar idéias para sanar grandes desperdícios, utilizar outras já existentes para poupar milhões de metros cúbicos e a adoção de ações que visam a diminuir o mau uso da água são tópicos que também devem ser postos em prioridade para evitar um futuro de grandes provações e até mesmo de grandes batalhas por este líquido tão precioso.

A primeira parte do trabalho foi realizada mediante várias visitas ao Prédio Paula Souza, para que fossem recolhidos dados e imagens sobre os tópicos a serem estudados. De extrema importância também foi a colaboração de professores e funcionários, que viabilizaram o acesso a áreas normalmente inacessíveis aos alunos, ou que proveram informações cruciais ao desenvolvimento do projeto. Outra parte importante foi a realização de pesquisas, com o objetivo de descobrir alternativas viáveis para reduzir o consumo de água no local. As imagens capturadas e os filmes produzidos durante as visitas ao prédio de Engenharia Civil ajudam a perceber como se dá o consumo de água no local, bem como onde há desperdícios. Eles também são úteis para identificar os locais de estudo, que, no caso deste trabalho, são relativamente dispersos.

Finalmente, depois de realizada a coleta de dados, verificou-se que há desperdícios na maioria das áreas e dos serviços estudados e, no caso dos lagos e jardins, um desequilíbrio entre economia e estética, como será apresentado mais a seguir. Tal resultado não impressiona, uma vez que, infelizmente, apesar de toda a preocupação com a água, ainda há inúmeras pessoas que provocam grandes desperdícios. Em uma análise mais profunda dos

dados recolhidos e da pesquisa realizada, serão expostos os principais pontos de mau uso da água, bem como alternativas para evitar essa má-utilização.

Já na segunda parte do trabalho, o que foi posto em foco foi a solução de problemas. Através de pesquisas e de, novamente, visitas aos locais de estudo, foram analisadas as melhores alternativas para que fossem sanados os problemas mostrados na primeira parte, e o objetivo primordial deste trabalho – a economia de água – fosse atingido. Assim, ao final, serão escolhidas, dentre todas as alternativas propostas na primeira parte, as melhores opções para evitar gastos desnecessários no Edifício Paula Souza.

Para realizar essas escolhas, foi usado o método das Matrizes de Pesos e Méritos, bem como foram definidos critérios (diferentes para cada fração do estudo) que irão se relacionar de forma diferente com cada proposta de solução. É claro que o que se visa em maior grau é à economia de água no prédio. Não obstante, não se pode por em prática uma solução economicamente inviável ou que proporcione extremo desconforto aos alunos, professores e funcionários que freqüentam diariamente o prédio. Assim, aos critérios também foram atribuídos pesos, para que sua participação em cada proposta de solução seja justa.

Por fim, foram pesquisados empresas, máquinas e utensílios que viabilizassem a implantação de cada solução escolhida, bem como foi feito um pequeno orçamento de cada uma, ou foi estudado a magnitude da mudança que a implantação desta solução iria causar. Assim, ao final do trabalho, estão apresentadas as soluções escolhidas e todos seus aspectos relevantes: metodologia de implantação, custo, etc.

Dessa forma, será realizado um estudo detalhado sobre o uso da água no edifício Paula Souza, bem como serão identificados os pontos problemáticos. Dentre todas as alternativas propostas, serão escolhidas as melhores, e estas serão estudadas mais a fundo. Ao final, com todo o leque de soluções escolhidas, a economia de água, será, certamente, garantida.

# Índice

I- Introdução.....	.....
II- Paisagismo.....	.....
1. Apresentação.....	.....
2. Levantamento de Dados.....	.....
3. Análise dos Dados.....	.....
4. Definição do Problema.....	.....
5. Alternativas para Solução do Problema.....	.....
6. Definição dos Critérios de Avaliação.....	.....
7. Determinação dos Méritos para os Critérios.....	.....
8. Escolha das Soluções.....	.....
9. Definição das Soluções.....	.....
III- Sanitários.....	.....
1. Apresentação.....	.....
2. Levantamento de Dados.....	.....
3. Análise dos Dados.....	.....
4. Definição do Problema.....	.....
5. Alternativas para Solução do Problema.....	.....
6. Definição dos Critérios de Avaliação.....	.....
7. Determinação dos Méritos para os Critérios.....	.....
8. Escolha das Soluções.....	.....
9. Definição das Soluções.....	.....
IV- Restaurante, Centro Acadêmico e Bebedouros.....	.....
1. Apresentação.....	.....
2. Levantamento de Dados.....	.....
3. Análise dos Dados.....	.....
4. Definição do Problema.....	.....
5. Alternativas para Solução do Problema.....	.....
6. Definição dos Critérios de Avaliação.....	.....
7. Determinação dos Méritos para os Critérios.....	.....
8. Escolha das Soluções.....	.....
9. Definição das Soluções.....	.....
V- Laboratórios.....	.....
1. Apresentação.....	.....
2. Levantamento de Dados.....	.....
3. Análise dos Dados.....	.....
4. Definição do Problema.....	.....

5. Alternativas para Solução do Problema.....	
6. Definição dos Critérios de Avaliação.....	
7. Determinação dos Méritos para os Critérios.....	
8. Escolha das Soluções.....	
9. Definição das Soluções.....	
VI- Encanamento.....	
1. Apresentação.....	
2. Levantamento de Dados.....	
3. Análise dos Dados.....	
4. Definição do Problema.....	
5. Alternativas para Solução do Problema.....	
6. Definição dos Critérios de Avaliação.....	
7. Determinação dos Méritos para os Critérios.....	
8. Escolha das Soluções.....	
9. Definição das Soluções.....	
Bibliografia.....	
Anexos.....	
I- Paisagismo.....	
II- Sanitários.....	
III- Restaurante, Centro Acadêmico e Bebedouros.....	
IV- Laboratórios.....	
V- Encanamento.....	
VI- Gerais.....	
1) Sanitários.....	
2) O PURA-USP.....	
3) Reaproveitamento de Água.....	
4) Histórico do Consumo de Água do Prédio Paula Souza.....	

## I - Introdução

*“Dentro de pouco tempo o despotismo de água ia acabar (...). A caatinga amarelecera, avermelhara-se, o gado principiara a emagrecer e horríveis visões de pesadelo tinham agitado o sono das pessoas.” – Graciliano Ramos – Vidas Secas, 103ª edição, pg 65.*

A água é, sem dúvida, o tesouro mais inestimável da humanidade. Se essa substância não existisse, o planeta Terra como conhecemos não existiria. De fato, sem água, nenhuma planta, animal ou outros seres vivos conseguiriam manter seus ciclos metabólicos em funcionamento, e tampouco várias sociedades, como os egípcios, que utilizavam as águas do Rio Nilo, poderiam ter se organizado.

Além disso, água é fundamental para a prática da agricultura. A medicina tradicional e a moderna têm usado as diversas propriedades psicológicas e fisiológicas da água em todos os tipos de hidroterapia. Um banho quente acalma e um banho frio revigora. A água é essencial para sociedade e para a biodiversidade, afinal, é ela que possibilita a vida. A evolução dos seres vivos sempre dependeu dela.

A maior parte de nosso peso corporal é devido à água (de 65 a 75%) e ela é essencial para regular nossa temperatura e todas as outras funções orgânicas necessárias à nossa sobrevivência (circulação, digestão, evacuação, etc.). O corpo de um adulto apresenta, em média, 42 litros de água, e, com uma pequena perda de 2,7 litros, ele pode sofrer desidratação, apresentar irritabilidade, fadiga, nervosismo, tonturas, fraqueza e dores de cabeça. Ou seja, a falta de água pode ocasionar sintomas semelhantes aos de uma doença.

Fica clara, portanto, a total necessidade de água para a manutenção da vida e da ordem no mundo. No entanto, essa dependência se torna preocupante quando se constata um triste fato: em poucas décadas, a água pode vir a se esgotar em todo o mundo, e já há sinais disto, conforme os dados disponibilizados pelo RDH - Relatório de Desenvolvimento Humano (PNUD - ONU, nov. 2006):

- cerca de 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso à água tratada no mundo;
- por volta de 2,6 bilhões não têm instalações básicas de saneamento (a maioria dessa população vive na África e na Ásia);
- metade dos leitos hospitalares são ocupados por pessoas que contraem doenças causadas pelo contato ou consumo de água não-potável;
- 4.900 crianças menores de 5 anos morrem, por dia, de desidratação causada por diarreia.

Apesar de o planeta onde os seres humanos dividem seu espaço com os outros seres vivos se chamar Terra, cerca de 75% da superfície terrestre é coberta por água. No entanto, a maioria desse enorme volume de água está localizada nos oceanos, cujas águas estão repletas de sais dissolvidos, o que inviabiliza seu consumo. De fato, de toda água no planeta Terra, aproximadamente 97,2% está localizada em oceanos e somente os 2,8% restantes é água doce. No entanto, esses 2,8% se dividem em: 1,9% congelada nas calotas polares e 0,9% disponível para o consumo imediato do ser humano. Como se não bastasse, apenas 0,017% de toda água do mundo está contida nos rios, lagos e no solo, ou seja, é de fácil acesso ao homem. Analisando esses dados, percebe-se que, apesar da aparente abundância de água, a humanidade tem, de fato, muito menos água para usar do que a natureza disponibiliza para ela.

Não só sobre a óptica biológica dos fatos, a água também é de vital importância para inúmeros processos industriais e químicos em que a sociedade atual se baseia. De fato, é quase impossível encontrar algo nos dias de hoje que não utilize água direta ou indiretamente em sua produção ou processo, como produtos têxteis ou alimentícios. No próprio tratamento de água realizado pela SABESP (Sistema de Abastecimento do Estado de São Paulo), é utilizada mais água para a limpeza de filtros.

Mesmo a disponibilidade hídrica sendo limitada, parece que muitas pessoas se deixam enganar pela aparente abundância de água no mundo. Nos quatro cantos do planeta, impera um modo de vida consumista em relação à água. De fato, ao invés de poupar um bem tão precioso, inúmeras pessoas gastam o precioso líquido como se ele fosse ilimitado. A caráter de exemplo, o Brasil desperdiça, em média, 40% da água disponibilizada para consumo no país, segundo estudos realizados pela ANA (Agência Nacional de Águas). Um péssimo exemplo, de fato, do país que retém o maior volume de água do mundo inteiro. Os seres humanos são extremamente dependentes de água, tanto para a manutenção de sua vida biológica quanto para a manutenção da sua vida em sociedade. Assim sendo, é de suma importância que sejam realizados estudos sobre desperdício de água no mundo inteiro, pois apenas sabendo onde está o problema é possível saná-lo. Não obstante, também é de crucial importância a participação de populações de todo o mundo, tomando medidas de economia de água. Se a água for poupada hoje, a humanidade não sofrerá as graves consequências de sua falta amanhã. Cabe lembrar que, dentre as consequências da falta de água, muitos estimam a ocorrência da Terceira Guerra Mundial: os homens, não sabendo lidar com a falta de água,



irão iniciar uma batalha de proporções destruidoras entre as nações com o único objetivo de obter o precioso líquido que lhes falta.

Vários países da África e do Oriente Médio já não dispõem de água, e envolvem-se em conflitos para obtê-la. A água está espalhada por fronteiras geográficas, o que dificulta a determinação de posse. Como muitas nações dividem fontes de água em comum, a hostilidade pode aumentar por causa do acesso a elas, principalmente quando um grupo percebe que o outro as está utilizando mais ou de forma inadequada. Assim, o domínio sobre os locais onde há água representa um dos motivos pelos quais se iniciam conflitos como o de Darfur e o de regiões nas margens do Rio Jordão.

O desperdício, diante de tantos dados que dizem respeito à escassez e à falta de acesso à água tratada, agrava ainda mais os problemas e dificuldades inerentes à água, tornando-se, portanto, intolerável.

Assim, a água é de extrema importância para a manutenção da vida, não só humana, mas do planeta inteiro. No entanto, desperdiça-se enorme volume de água diariamente no mundo inteiro. Para sanar tais desperdícios, devem-se realizar estudos dos gastos da água, para que se verifique onde o consumo está sendo mal realizado. Uma vez sanados tais desperdícios, se a humanidade continuar poupando a água disponível para ela, ninguém terá que se preocupar com um futuro repleto de “horríveis visões de pesadelo”: seca, sede e sofrimento.

## II- Paisagismo

### 1. Apresentação

O Prédio Paula Souza é um dos mais freqüentados da Escola Politécnica. Em decorrência disto, duas das características marcantes do prédio são conhecidas por inúmeros alunos: seus jardins e lagos. No entanto, estes também apresentam famigerada ausência de cuidados: os lagos apresentam água turva e esverdeada e os jardins, inúmeras plantas secas.

A limpeza do prédio, por sua vez, não ocorre com freqüência.

A seguir, serão analisados os possíveis desperdícios de água nas raras limpezas dos lagos, na atividade de molhar os jardins e nas limpezas das instalações do prédio e suas eventuais soluções.

### 2. Levantamento de Dados

Existem dois lagos com dimensões aproximadas de 6m x 9m x 0,4m (possuindo, portanto, um volume de água aproximado de 21,6 litros m<sup>3</sup> cada) no edifício Paula Souza. A água destes não é trocada freqüentemente, pois existe um sistema que bombeia a água, ou seja, a mesma água que sai do lago e a que entra nele, fechando o ciclo.

A limpeza do fundo dos lagos é realizada de dois em dois anos, com o mesmo instrumento utilizado em piscinas (um aspirador). Existe um registro que repõe a água que é perdida por evaporação ou para o sistema de águas pluviais.

O Lago 1, situado nas proximidades da sala de estudos, é dedicado ao Professor Doutor Kokei Uehara, “o domador de rios”, que participou dos projetos de grandes barragens e hidrelétricas, como Itaipu, no Brasil, e Três Gargantas, na China, e além disso estudou, em especial, rios de porte médio.

Apesar de este lago ser dedicado a uma figura tão importante, seu estado de conservação não recebe tal mérito. Este espelho d’água apresenta-se bem sujo (sua água está turva e esverdeada), e assim mal se consegue observar os peixes que lá vivem, como pode ser observado na figura 1.



*Figura 1: Lago 1, dedicado ao professor Kokei Uehara.*

O Lago 2, situado nos fundos do prédio, é aparentemente mais bem cuidado do que o outro lago: a água é menos turva, o que possibilita melhor visão dos peixes e das tartarugas, como se pode observar na figura 2. O lago contava com uma roda d'água como adorno, mas esta quebrou e não foi repostada nem consertada e, mais recentemente, foi retirada do local. Cabe ressaltar que o Lago 2, apesar de ser o que tem a melhor aparência, é o que está menos à vista das pessoas.



*Figura 2: O Lago 2, situado nos fundos do prédio.*

Cabe lembrar que, há alguns anos, os lagos contavam com um sistema de circulação de água que a renovava, deixando o local com um aspecto sempre limpo. No entanto, como o gasto de água era excessivamente grande, o sistema foi trocado pelo atual.

Além dos lagos, o prédio da Engenharia Civil conta com quatro jardins: um externo, que acompanha toda a fachada do local e três jardins internos, sendo estes regados esporadicamente.

A situação de conservação dos jardins não é muito diferente da dos lagos: os jardins externos estão, em sua maioria, com o mato muito alto. Já os internos estão repletos de plantas secas. Este fato se deve ao método de rega, que apresenta imprecisão sobre a real demanda de água pelas plantas, logo possui baixa eficácia, fazendo com que estas fiquem secas.

Segundo a equipe de limpeza, esta é realizada todos os dias. Utiliza-se água para a lavagem das janelas, do piso e dos banheiros, sendo que os últimos são os que mais necessitam de água. Entretanto, a equipe de limpeza não soube informar a quantidade exata ou aproximada de água gasta nesse fim, o que pode ser uma evidência de uma falta de controle do consumo.

Ao contrário do que os funcionários declararam a respeito da limpeza, verificou-se que esta não é feita todos os dias, e que, quando feita, o consumo de água não é extremamente elevado.

### 3. Análise dos Dados

Seja em relação aos lagos, aos jardins ou à limpeza do prédio, o que foi notado foi certo descuido: a manutenção dos lagos e dos jardins é feita entre intervalos muito grandes e até irregulares de tempo (no caso dos jardins), e a limpeza não é realizada com a frequência esperada para um prédio no qual circulam centenas de estudantes e professores por dia.

Nos lagos, pelo fato de a água não ser renovada, há um maior acúmulo de sujeira. Isso afeta os lagos esteticamente, pois conforme foi informado pelo entrevistado, conhecido como Joãozinho, a água costumava ser muito mais límpida antes de ser adotado o novo sistema de ciclo de água no local.

No entanto, isso não é prejudicial aos peixes e tartarugas que vivem na água, o que garante uma boa utilização desta, apesar da grande baixa no valor estético do local. Além disso, o fato de a água não ser trocada e ficar apenas circulando no local indica que a manutenção do lago não exige quase nenhum consumo de água, exceto para repor a água perdida por evaporação ou para o sistema de águas pluviais. No entanto, cada lago apresenta características distintas, e, deste modo, pode haver desperdício de água intrínsecos a cada lago: no caso do lago 1, percebe-se que pode haver desperdício, uma vez que o cano que faz a água circular (que jorra água para cima) por vezes não funciona corretamente, espirrando água para fora do local, o que, além de incomodar aqueles que se encontram na área, ainda cria a necessidade de uma reposição desta água perdida. No lago 2, como já foi dito, a roda d'água não se encontra mais no local.

Quanto aos jardins externos, pelo fato de não serem regados, conclui-se que se utilizam as águas provenientes da chuva para manter as plantas do local. Tal fato também se verifica no caso dos jardins internos, uma vez que estes apresentam pontos vazados no forro que os cobre, uma espécie de “teto descoberto”, como se vê na figura 3.

Por fim, a limpeza, como já foi dita, não é realizada de forma satisfatória: não é difícil de encontrar uma janela suja ou uma parte do tipo que está encardida. Quanto aos banheiros é notável o fato de que a limpeza não é feita como deveria, uma vez que, não importando o dia ou hora, estes sempre apresentam mau cheiro.



*Figura 3: teto descoberto sobre um dos jardins e planta com folhas secas*

De maneira geral, o que se encontra nos jardins, nos lagos e na limpeza é uma grande economia de água. Em contrapartida, essa economia prejudica, e muito, outros aspectos do local (estético, conforto, entre outros), podendo ser, portanto, relativizada a idéia de se adotar extremismos para a economia de água.

#### 4. Definição dos Problemas

Analisando os dados levantados, tomou-se como problema principal o balanço entre a estética do Prédio da Engenharia Civil como um todo e a economia de água no local. Como já foi dito anteriormente, o extremismo na economia de água nos jardins e lagos prejudica a estética destes, característica vital para que estes cumpram sua função no ambiente do prédio.

Não há uma regularidade para regar as plantas dos jardins internos, e isso provoca a morte das plantas e diminui a beleza do jardim. É certo que o fato de estes estarem em local descoberto faz com que recebam água das chuvas, mas isto não significa que não se deva regá-los com mais regularidade. A rega pode, de fato, ser reduzida no período chuvoso, mas deve ser freqüente no período de estiagem.

Já o lago é o maior exemplo do desequilíbrio entre estética e economia. Uma vez colocada a bomba que faz com que a mesma água circule, houve uma melhora expressiva no consumo de água, havendo a consequência de as águas se tornarem turvas e esverdeadas, o que torna mais difícil de ver os peixes e as tartarugas dentro dos lagos e afeta a estética dos lagos e do edifício como um todo, transmitindo a sensação de um lugar relativamente sujo. Devido a essa falta de cuidado com os lagos, eles também possuem um leve mau cheiro gerando ainda mais desconforto para quem ficar ao redor deles. Além disso, no lago 1, percebeu-se uma pequena falha na regulagem do cano que oxigena a água, pois parte da água era lançada para fora do lago, e esse problema levou tempo para ser resolvido. Assim, caso ocorra novamente, haverá desperdício. No lago 2, apesar de a roda d'água não estar mais operante, o cano de oxigenação da água funciona com mais eficiência do que o do lago 2.

Conclui-se, também, que a limpeza não é feita todos os dias. No entanto, essa “economia” de água tem uma consequência semelhante à “economia” de água nos jardins e nos lagos: o maior acúmulo de sujeira no prédio e nos banheiros afeta o conforto e o bem-estar de quem os frequenta regularmente. Outro problema encontrado foi a falta de controle no uso da água, já que os funcionários encarregados da limpeza não souberam informar o quanto se gasta com a limpeza.

## 5. Alternativas para Solução dos Problemas

Diante do extremo desequilíbrio entre economia de água e estética/conforto do prédio, a solução para os problemas apresentados parece ser um maior consumo de água. Como foi dito na introdução deste trabalho, o objetivo é evitar eventuais desperdícios, maximizando a eficiência no gasto de água. No entanto, a economia de água não pode ser extrema ao ponto de interferir no conforto de quem frequenta o prédio Paula Souza, como ocorre atualmente. Assim sendo, tendo como foco uma solução para melhorar o ambiente, aquela deve deixar este mais agradável, proporcionar um grande aproveitamento da água e, de preferência, reduzir os custos de manutenção da estrutura da universidade.

Para melhorar a estética dos laguinhos a água poderia ser trocada periodicamente, uma empresa que fizesse sua manutenção poderia ser contratada ou alguns produtos que melhorariam a qualidade e a aparência da água poderiam ser comprados e utilizados. Outra solução seria promover a introdução de elódeas (plantas aquáticas) nos laguinhos. Não é recomendado que se troque a água dos lagos, pois isso poderia estressar os peixes, além de o equilíbrio biológico não ser alcançado desta forma.

O provável motivo para a água dos laguinhos ser esverdeada seria a presença excessiva de algas. Para corrigir este problema algumas alternativas devem ser analisadas: aumentar o número de plantas para competir por nutrientes com as algas e proporcionar sombra ao ambiente; redimensionar o filtro mecânico; adequar a quantidade de peixes ao tamanho do lago; evitar altos de compostos nitrogenados na água; instalar um filtro UV que tenha potência suficiente para as dimensões do lago.

Já para os jardins, é necessário implantar um método de irrigação que atenda à necessidade das plantas e não desperdice água. Existem dois métodos de irrigação eficientes para o formato dos jardins do prédio: aspersão ou gotejamento.

A aspersão (“borrifar” a água sob alta pressão nas plantas) é ideal para irrigação localizada, proporcionando uma distribuição uniforme sobre a área a ser irrigada, evitando desperdício de água. Este método de irrigação é mais recomendável para gramados para não haver o bloqueio dos jatos de água. A aspersão oscilante é utilizada para áreas retangulares e de tamanho definido conforme a regulagem, assim, é possível fazer regas próximas de janelas,



paredes e calçadas, sem molhá-las, evitando o desperdício de água. A aspersão estática ou giratória é utilizada para áreas circulares.

Já a irrigação por gotejamento é mais bem controlada. A água é vagarosamente fornecida a uma área específica, próxima às raízes da planta, por uma rede de gotejadores. Este método de irrigação é preciso e econômico.

Quanto à limpeza do chão, uma alternativa é a troca de piso por um que “esconda” a sujeira ou até um que deixe a sujeira mais evidente, pois assim a sujeira seria facilmente disfarçada ou, no segundo caso, a sujeira ficaria mais à mostra e por isso a limpeza ocorreria, em teoria, com maior frequência. O piso ideal deve ser claro e sem muitas rugosidades onde a sujeira possa se alojar, pois ele facilita a limpeza e dá uma impressão melhor desta, o que proporciona um ambiente mais agradável. A fim de diminuir a dependência por água (e assim, seu consumo), poderia se adotar um sistema que alterne limpeza a seco e com água. Por exemplo, poder-se-ia alternar varrição e utilização de aspirador de pó com utilização de água.

## 6. Definição dos Critérios de Avaliação

Tendo em vista a aliança entre economia de água a manutenção da estética do prédio, foram definidos como critérios a serem utilizados na decisão da solução final:

- a) Economia de água;
- b) Custo de implantação;
- c) Custo de manutenção;
- d) Efeito sobre o Ambiente.

## 7. Determinação dos Méritos para os Critérios

*Tabela 1: Matriz de determinação de pesos e critérios*

	Economia de água	Custo de implantação	Custo de manutenção	Ambiente	Total	Peso
Economia de água	-	1,0	1,0	0,5	2,5	2,5/12
Custo de implantação	1,0	-	0,5	0,5	2,0	2,0/12
Custo de manutenção	1,0	1,5	-	0,5	3,0	3,0/12
Ambiente	1,5	1,5	1,5	-	4,5	4,5/12

A seguir estão as justificativas dos méritos de cada critério escolhido:

- Economia de água (peso relativo: 2,5/12): além de reduzir os gastos da Escola, contribui para a conservação da água potável;
- Custo de implantação (peso relativo: 2,0/12): representa apenas o gasto momentâneo para a instalação do produto;
- Custo de manutenção (peso relativo: 3,0/12): representa o gasto freqüente que a escola terá para manter a estrutura funcionando;

- Ambiente (peso relativo: 4,5/12): representa a beleza e o conforto proporcionado por um bem ou serviço;

Os custos de implantação e manutenção são importantes, pois a Escola Politécnica, como uma instituição pública, deve prezar pelo bom aproveitamento das verbas estatais. O peso do custo de implantação é menor que o de manutenção, pois sendo aquele um gasto momentâneo, com o passar o tempo ele pode compensar este que se estende por muito tempo, a menos que o custo de implantação seja muito elevado. Quanto mais alto é o custo de um equipamento ou serviço, menor é a nota nestes critérios. O critério de peso relativo mais elevado foi o Ambiente, pois é o objetivo principal deste projeto: proporcionar mais conforto aos alunos e professores. Afinal, um jardim tem a finalidade de prover um ambiente mais agradável e prazeroso.

## 8. Escolha das Soluções

Utilizando novamente o método das matrizes de determinação de pesos e critérios, foi dada uma nota a cada alternativa de solução escolhida para ser analisada. As matrizes de onde são obtidas as notas estão em anexo (ver Anexos, página 119):

A seguir o detalhamento de cada uma:

Em relação aos jardins internos:

- Deixar como está: Continuar no mesmo sistema que está vigente na atualidade, ou seja, irrigação esporádica/ pela água da chuva. Nota: 5,9

- Aspersão: Usar mecanismos de aspersão para regar as plantas, mais amplamente. Nota: 5,6

- Gotejamento: Usar mecanismos de gotejamento para regar as plantas de forma mais direcionada. Nota: 7,0

Em relação aos jardins externos:

As soluções são as mesmas, mas recebem as seguintes notas: 8,1/8,4/7,2 respectivamente.

Em relação aos lagos:

- Deixar como está: Deixar funcionando o sistema de simples circulação de água, Sem renovação desta. Nota: 6,1

- Kit de Filtragem: Uso de um Filtro do modelo UV, que esteriliza a água por meio das radiações Ultravioleta. Nota: 7,1

- Terceirização: Contratar uma empresa especializada para realizar a limpeza dos lagos. Nota: 6,7

- Elódeas: Uso de elódeas, plantas aquáticas que competiriam por alimento com as algas presentes na água, o que as tornam esverdeadas. Nota: 9,0

Em relação à limpeza:

- Deixar como está: Continuar utilizando o mesmo piso e sistema de limpeza que é usado atualmente. Nota: 6,6
- Aspiradores de Pó: Fazer o uso de aspiradores de pó em conjunto da limpeza com água. Nota: 6,5
- Pisos: Realizar a troca do piso atual do edifício por um novo, que fosse de mais fácil limpeza e que realçasse mais a sujeira. Nota: 6,8.

## 9. Definição das Soluções

Após fazer as matrizes de decisão (ver Anexos, página 119) foi decidido que as melhores soluções para os problemas são: irrigação por gotejamento para os jardins internos, irrigação por aspersão para os jardins externos, instalação de um kit filtragem associado com a introdução de elódeas nos lagos ornamentais, e a troca do piso por um que seja de mais fácil limpeza.

### 9.1 Aspersão:

Em um sistema de irrigação por aspersão a água é bombeada sob pressão e espalhada nas plantas pelos pequenos orifícios achatados. É ideal para irrigação localizada, molhando apenas os lugares onde a rega é necessária. Ele possibilita a distribuição uniforme sobre a área a ser irrigada, evitando desperdícios de água. De fácil instalação, pode ser acoplado diretamente à mangueira doméstica com a ajuda de um adaptador e é preso ao solo por uma haste em forma de lança. Este sistema é indicado para canteiros floridos e gramados, ou seja, plantas de pequeno porte, pois assim não haverá o bloqueio do jato afetando a eficiência desse sistema.

Os sistemas de irrigação por aspersão podem ser: estáticos (figura 4), que tem uma base fixa, que se encaixa na ponta de uma mangueira, e devido à pressão que se forma dentro do irrigador molha a área de uma circunferência de raio 4 metros, a água que vem da mangueira imita a chuva, mais forte ou mais fraca, conforme a regulagem; giratórios (figura 5), que seguem a mesma linha dos estáticos, e representam o grupo mais numeroso entre os portáteis. Os injetores fixos ou de jato dirigido, liberam a água suavemente, sendo que, quando dirigidos, pode-se regular o alcance da área que será regada. Para escolher o modelo adequado, além do raio de alcance da água e intensidade com que ela é liberada, é preciso prestar atenção no tipo de base, que deve ser suficientemente firme e estável, para não tombar com a pressão da água; oscilantes (figura 6), que são os mais versáteis entre todos os irrigadores portáteis. Neles, o fluxo de água provoca a movimentação de um braço cheio de injetores em meia-lua. Esse movimento permite a irrigação de áreas retangulares, e de tamanho definido, conforme a regulagem. Assim, é possível fazer regas próximas de janelas, paredes e calçadas, sem molhá-las, evitando o desperdício de água.

Devido à presença predominante de gramados nos jardins externos, o sistema de irrigação por aspersão é mais indicado, visto que assim não haverá bloqueio dos jatos de água.

Já o tipo de aspersão mais indicado varia de acordo com o local, mas o que é mais indicado é a aspersão oscilante que só se torna menos eficiente próximo aos arbustos de médio porte, pois os jatos de água mais altos podem ser barrados nas copas dos arbustos. A fim de economizar água essa irrigação dos gramados externos deve ser feita apenas na época de estiagem, quando as plantas estiverem secas.

Tanto os métodos de irrigação por gotejamento quanto os por aspersão são largamente utilizados em grandes plantações, porém podem ser muito bem dimensionados para pequenos jardins como os do edifício Paula Souza. Cabe lembrar que, em outros prédios da Escola Politécnica, como o Biênio, são usados aspersores para regar as plantas que se encontram abaixo do “cirquinho”.



*Figura 4: Aspersor Estático*



*Figura 5: Aspersor giratório.*



*Figura 6: Aspersor oscilante.*

## 9.2 Elódeas:

Elódeas são plantas aquáticas de crescimento rápido que competem com as algas por nutrientes. Devido à presença de competidores, o crescimento da população de algas é restringido, e isso faz com que a água fique mais cristalina. A elódea *Egeria densa* (figura 7), natural da América do Sul e Central, é popular e indicada para iniciantes em aquarofilia devido à sua resistência: suporta pH entre 6,5 e 7,5 e água entre 15°C e 25°C.

Como é uma planta de crescimento e reprodução rápida, merece bastante atenção à sua poda, pois pode tomar conta do lago. Assim, a manutenção destas plantas deverá ser feita periodicamente por funcionários treinados para tal. O crescimento da planta é maior em meio muito alcalino, já em pH neutro o crescimento é moderado.

As elódeas também contribuem para deixar o lago mais bonito à medida que formam um paisagismo visualmente atraente. A implantação de elódeas é de baixo custo, mas requer muita atenção em seu cultivo. Além disso, aquela deve estar associada à alternativa de limpeza da água, pois as elódeas são apenas competidoras para as algas.



Figura 7: *Egeria densa*, a popular Elódea.

## 9.3 Filtragem:

Com o objetivo de limpar a água dos lagos ornamentais do prédio de Engenharia Civil a melhor opção apresentada foi a instalação de um kit de filtragem. Desta forma a água ficará límpida e acabará o mau cheiro.

O sistema de esterilização ultravioleta garante água cristalina, livre de algas e de doenças, e também é de fácil manutenção. A utilização do filtro é de fundamental importância



para que o lago fique em condições ideais para a presença de animais vivos, como peixes e tartarugas, pois ele apresenta filtragem mecânica, biológica e química.

A filtragem mecânica é responsável por reter partículas sólidas que deixam a água suja. Já a filtragem biológica é a responsável pela transformação dos compostos nitrogenados mais tóxicos, principalmente amônia, para os menos tóxicos e com isso deixar a água em condições de manter peixes ou animais vivos. Esses compostos nitrogenados são compostos a partir de restos de comida, fezes e principalmente excretas dos peixes, galhos e folhas das plantas. Com o filtro biológico, as bactérias que lá estão fixadas irão transformar amônia em nitrito e posteriormente em nitrato, os quais são, nesta ordem, cada vez menos tóxicos aos peixes.

Nas Figuras 8 e 9, respectivamente, pode-se ver a aparência de um lago antes e depois da instalação de um filtro UV.



*Figura 8: lago antes da instalação do filtro UV.*



*Figura 9: lago depois da instalação do filtro UV*

O lago da figura 8 assemelha-se muito aos lagos do prédio, portanto, a partir da figura 9 pode-se ter uma idéia de como estes ficariam após a instalação de um *kit* de filtragem.

Para um lago de 21.000 litros, a recomendação da “Cubos – aquários e lagos”, empresa especializada em esterilizadores UV, são os seguintes:

*Tabela 2: equipamentos recomendados para um lago de 21.000 litros*

Equipamento	Preço
Dois Cubos Filtro CX 15000	R\$1.300,00
Quatro bombas submersas 8500 l/h 220 v	R\$1.760,00
Esterilizador Cubos UV Light 75 w HO 220 v com Quartzo	R\$1.325,00
Oito pacotes de 1100g de Carvão Ativado c/ bag.	R\$376,00
Total	R\$4.761,00

Caso este orçamento seja considerado muito alto, os equipamentos podem ser redimensionados para um lago de 15.000 litros:

*Tabela 3: equipamentos dimensionados para lago de 15000 litros.*

Equipamento	Preço
Cubos Filtro CX 15000	R\$650,00
Duas bombas submersas 8500 l/h 220 v	R\$880,00
Esterilizador Cubos UV Light 55 w HO 220 v com Quartzo	R\$1.165,00
Quatro pacotes de 1100g de Carvão Ativado c/ bag.	R\$188,00
Total	R\$2.883,00

Porém não é recomendado o sub dimensionamento dos equipamentos, pois pode ser insuficiente para a limpeza do lago. Uma alternativa seria instalar os equipamentos contidos na tabela 5 no lago 1, ao lado da sala de estudos, visto que este é um local de maior movimento, e os equipamentos da tabela 6 no lago 2, já que este é menos visto pelas pessoas.

Após a instalação destes equipamentos ainda é necessário fazer a manutenção (controlar o tempo de funcionamento do filtro UV, por exemplo), o que é algo simples e precisaria apenas de bom treinamento de um funcionário para fazer tal tarefa. Há também a necessidade de trocar alguns equipamentos periodicamente, é o caso da lâmpada do esterilizador UV, que deve ser substituída a cada 12 meses e custa R\$265,00, e também o carvão ativado, o qual deve ser substituído a cada 3 meses.

#### 9.4 Trocar os pisos do prédio:

A área comum do prédio, corredores, bibliotecas e salas de estudo, onde é necessário trocar o piso foi estimada em 6.000m<sup>2</sup> (cálculo feito sobre a planta do prédio e verificada com “passos”), sendo 3.000m<sup>2</sup> de área superior incluindo as rampas, 2.000m<sup>2</sup> de área inferior sem biblioteca e 1.000m<sup>2</sup> a área da biblioteca.

Um orçamento feito com a empresa Ramalho está representado, abaixo, na tabela 5 para a área total e na tabela 4 para 1.000m<sup>2</sup>.

*Tabela 4: orçamento para 1.000 m<sup>2</sup>*

Qtde.	Unid	Descrição material	Preço unit. R\$	Total R\$
300,00	sc	Argamassa 20 kg cza aci quartzolit#	7,95	2.385,00
60,00	sc	Rejuntamento flex 5 kg branco quartzolit#	9,35	561,00
1.000,00	m <sup>2</sup>	Piso 41x41 laser bianco a (4003) unigres	10,90	10.900,00
			Total geral R\$	13.846,00

*Tabela 5: orçamento para 6.000 m<sup>2</sup>*

Qtde.	Unid	Descrição material	Preço unit. R\$	Total R\$
1.715,00	sc	Argamassa 20 kg cza aci quartzolit	7,95	13.634,25
343,00	sc	Rejuntamento flex 5 kg branco quartzolit	9,35	3.207,05
6.000,00	m <sup>2</sup>	Piso 41x41 laser bianco a (4003) unigres	10,90	65.400,00
			Total geral R\$	82.241,30

A troca de 6.000m<sup>2</sup> de piso geraria um custo da ordem de R\$80.000,00, e, além disso, seria necessário também contratar uma empresa especializada para realizar a troca do piso, e isso elevaria mais ainda os custos da obra.

Realmente um piso ideal seria claro, sem muitas rugosidades para facilitar a limpeza e dar uma impressão melhor desta. No entanto, o piso atual não se apresenta de maneira tão ruim, o que não justificaria um gasto tão exorbitante. A necessidade de um piso novo não é tão gritante quanto à de se melhorar a aparência dos lagos e dos jardins, e o uso de aspiradores de pó, além de gastar muita energia elétrica, poderia atrapalhar os alunos e professores devido à alta poluição sonora. Em suma, a troca do piso poderia ser deixada em estudo para uma próxima oportunidade, mais viável.

### III- Sanitários

#### 1. Apresentação

Qualquer aluno da Universidade de São Paulo conhece a má-fama dos banheiros da faculdade, e os banheiros do Prédio da Engenharia Civil não são exceção: há mau cheiro, ausência de papel higiênico e de sabonete, portas sem trava, entre outros defeitos. De fato, não há um futuro engenheiro que não reclame dos sanitários do local. Não obstante, as más condições não são o único problema: verifica-se um notável desperdício de água, conforme será abordado a seguir.

#### 2. Levantamento de Dados

Através de pesquisa de campo e com o auxílio da planta do edifício em análise, obtivemos a tabela 6, referente à quantidade de equipamentos e a tabela 7, referente ao consumo médio de cada um.

*Tabela 6: Quantidade de equipamentos no prédio*

	Quantidade (*)
Sanitários	30
Vasos Sanitários	88
Mictórios	36
Torneiras	92

*(\*) Quantidade somada aos dos laboratórios do prédio da Civil. Caso não fosse contado, teríamos um total de 73 vasos sanitários, 24 mictórios individuais, 1 mictório coletivo e 60 torneiras.*

*Tabela 7: Consumo médio de água de cada equipamento*

<b>Equipamento Convencional</b>	<b>Consumo</b>
Bacia com caixa acoplada	8 litros/descarga
Bacia com válvula bem regulada	6 litros/descarga
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg
Mictório	1 litro/uso

Fonte: Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPxSABESP - Junho/96 e informações técnicas da ASFAMAS.

*Observações relativas à Tabela 7:*

- mca = metro coluna de água (10mca = 1 kgf/cm<sup>2</sup>)
- Torneira de Pia (abertura de 1 volta)
- O regulador de vazão permite que o usuário regule esta de acordo com sua necessidade

*Tabela 8: Preço médio dos equipamentos*

<b>Equipamento</b>	<b>Preço médio</b>
Bacia convencional	R\$ 40,00
Válvula de descarga	R\$ 60,00
Válvula de acionamento duplo	R\$ 170,00
Bacia com caixa acoplada	R\$ 150,00
Bacia com caixa acoplada e descarga dupla	R\$ 250,00
Mictório convencional	R\$ 120,00
Torneira automática	R\$ 120,00
Assento de vaso sanitário	R\$ 20,00
Mictório <i>Water-free</i>	US\$ 260,00
Refil do Sistema <i>Water-free</i>	US\$ 29,00
Arejador para torneira	R\$ 15,00

### 3. Análise dos Dados

Através de visitas efetuadas a todos os sanitários do prédio da Engenharia Civil, o grupo pôde observar problemas tanto estruturais quanto funcionais.

Dentre os vasos sanitários existentes, grande parte utiliza volume excessivo e desnecessário de água para a função à qual é destinada. Outra parcela significativa apresenta problemas técnicos, estando interditada ou depredada.

Quanto aos mictórios, foi constatada a utilização de novas tecnologias (*water-free*) em alguns dos sanitários, porém na maioria dos casos há vasos tradicionais que funcionam com um elevado e desnecessário fluxo de água.



*Figura 10: Obsoleto e pouca privacidade*



*Figura 11: Sistema de mictórios Water free*

Todas as torneiras funcionam com o sistema de mola, porém muitas estão desreguladas, o que leva a diferentes intervalos de tempo de liberação da água, variando de um segundo (insuficiente para qualquer uso) a tempo infinito (fechamento manual obrigatório, porém nem sempre praticado pelos usuários).

Também foram analisados os hábitos dos usuários dos banheiros e constatou-se a falta de privacidade, o que acarreta no uso das cabines individuais muitas vezes para urinar somente. Essa situação implica em um uso excessivo de água para a descarga dos vasos sanitários toda vez que uma é utilizada ao invés de um mictório, muito mais econômico no uso de água.

Outro aspecto é a grande quantidade de banheiros e sanitários. Apesar de o edifício da Civil apresentar um grande número de alunos, é desnecessário tão grande número de cabines individuais.



#### 4. Definição do Problema

Como apresentado, há diversos problemas a serem resolvidos, que variam desde a simples manutenção de equipamentos antigos até a implementação de novas tecnologias.

No caso dos vasos sanitários, o grande desperdício é devido à obsolescência dos aparelhos de descarga, que têm o acionamento por válvula, direto do encanamento, sem controle do fluxo. Dessa forma, o consumo acaba sendo excessivo, passando de 10 litros por vez.

Nos mictórios, apesar de a quantidade de água não ser tão elevada e o funcionamento dos aparelhos estar razoável, há pontos a serem trabalhados para atingir uma redução significativa no consumo. O mictório coletivo presente em um dos sanitários funciona com uma utilização excessiva de água.

As torneiras são todas de um sistema já bem econômico, o acionamento por molas, porém devem ser reguladas para que não trabalhem acima do tempo médio, o que leva a grande desperdício.

O presente relatório apresenta soluções modernas, propondo diversas alternativas para o uso racional dos recursos hidráulicos nos sanitários do edifício.

Sabendo-se que a USP é uma universidade pública e, portanto, dependente de verbas estatais, o grupo enfatizará projetos que apresentam os melhores rendimentos possíveis para otimizar os gastos da Universidade.

## 5. Alternativas para a Solução do Problema

### I) Quanto à utilização da água:

- Efetuar uma manutenção geral de todos os equipamentos, principalmente a regulagem/troca de molas e o reparo de possíveis vazamentos;

#### 1) Vasos sanitários

- Implantar mecanismos que controlem o fluxo de descarga.

#### 2) Mictórios

- Substituição de todos os mictórios de descarga por outros com a tecnologia *Water-free*, reduzindo o consumo a zero (um mictório tradicional consome cerca de 1 a 2 litros por uso);

- Substituir o mictório coletivo por mictórios individuais;

- Aumentar a distância entre os mictórios e instalar mictórios dentro das “cabines” em que forem removidos vasos sanitários, aumentando assim a privacidade e reduzindo eventuais usos desnecessários dos vasos sanitários;

- Redução do número de privadas e aumento no número de mictórios. Assim teríamos uma economia no consumo de água.

#### 3) Torneiras

- Implantar torneiras com sensores de presença humana, reduzindo o consumo ao mínimo necessário;

- Utilizar restritores de vazão, o que pode limitar o fluxo a 4 litros por minuto. Algumas torneiras já apresentam restritores, porém estão funcionando mal e/ou são de maior vazão (média de 6,25 l/min)

De forma simplificada, equipamentos obsoletos implicam num maior gasto da água, havendo necessidade de substituição por modelos mais econômicos. A partir de dados da SABESP, apresenta-se a tabela 9, que mostra a economia de cada equipamento:

*Tabela 9: Equipamentos economizadores e economia de água correspondente*

<b>Equipamento Convencional</b>	<b>Consumo</b>	<b>Equipamento Economizador</b>	<b>Consumo</b>	<b>Economia</b>
Bacia com caixa acoplada	8 litros/descarga	Bacia VDR*	6 litros/descarga	25%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%

VDR = Volume de Descarga Reduzida

## **II) Quanto à origem da água:**

Tendo em vista que a água utilizada nos mictórios e vasos sanitários não precisa ser necessariamente da qualidade oferecida pela SABESP, há algumas alternativas para reduzir o custo resultante do consumo da água:

- Como já existe um sistema de coleta de água pluvial sobre o telhado do edifício, bastaria construir reservatórios, canalização e caixas d'água que alimentariam os banheiros mais próximos.
- Construir um poço artesiano nas proximidades do edifício.
- A reforma nas instalações hidráulicas do prédio da civil para o armazenamento da água pluvial para descargas sanitárias nas estações de verão (época de chuva).

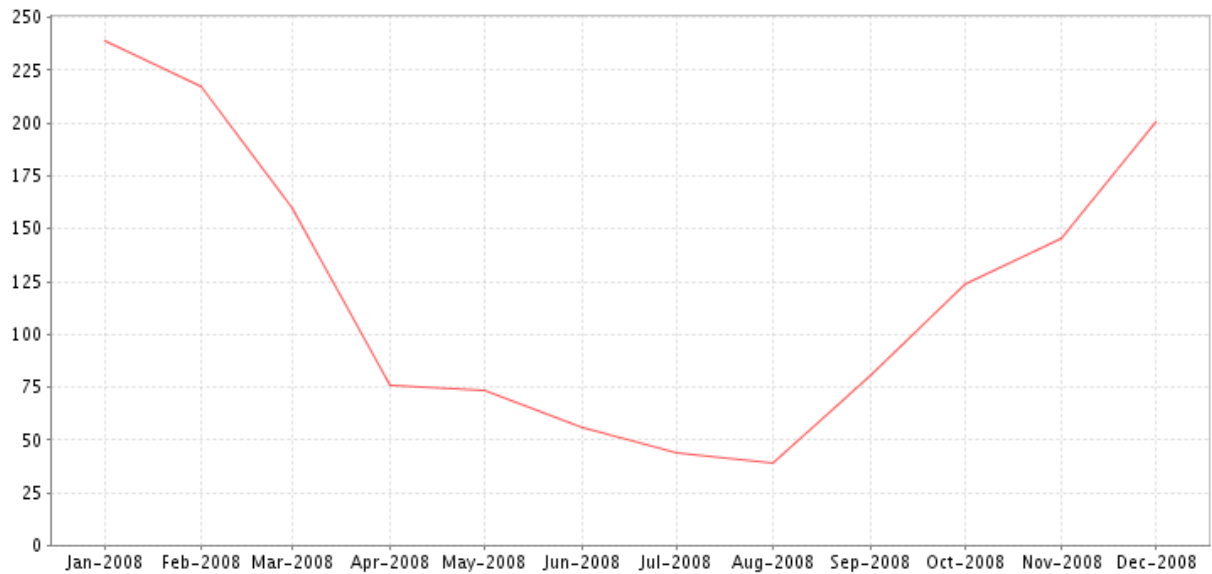


Figura 12: Gráfico pluviométrico (milímetros x mês) - São Paulo 2008



Figura 13: Esquema simplificado para reutilização da água da chuva

Como o maior gasto dos banheiros ocorre pelo uso dos vasos sanitários, a reutilização da água da torneira para as descargas sanitárias contribuiria consideravelmente para redução do consumo de água no Edifício da Civil.

## 6. Definição dos Critérios de Avaliação

Estabeleceram-se como critérios para avaliação das soluções dos sanitários os seguintes itens:

- Custo de obra
- Praticidade/ Manutenção / Limpeza
- Higiene
- Economia de água
- Qualidade da água

### *Justificativa dos critérios escolhidos e seus respectivos pesos*

#### **Custo de obra**

O custo de obra depende de vários fatores: mão-de-obra, tempo de execução, materiais usados, área de construção, complexidade do projeto, etc. Por causa disso, estimar o preço da construção sem maiores definições é difícil. Por exemplo, se um cliente pergunta a um engenheiro civil quanto custaria a construção de uma casa, o engenheiro não saberá responder sem antes conhecer o projeto da casa, a sua arquitetura, a região onde ela seria construída, o prazo em que a construção deveria ocorrer, etc. Porém, é possível conseguir uma estimativa desse custo com o preço dos materiais e de sua execução.

Considera-se o orçamento de uma obra importante, pois ele é um dos principais critérios que definem se a sua realização é possível e viável. Continuando o exemplo acima, se o engenheiro definiu ao cliente o preço da construção da casa, mas seu orçamento é inviável para ele, é evidente que a obra não será executada.

Assim, considerando, principalmente, que se trata de implantar soluções em uma universidade pública, a importância desse critério é extrema, já que uma solução, por mais eficiente que seja, não poderá ser implementada se seu custo for muito alto, ainda que seja extremamente necessária.

## **Praticidade, Manutenção e Limpeza**

Levar em conta a praticidade de uma alternativa também é um critério importante na escolha da melhor solução. Se um projeto for bom, mas sua instalação necessitar de manutenções e limpezas muito frequentes, isso pode tornar a solução inviável, pois acarretaria gastos e trabalho adicionais.



*Figura 14: Praticidade dos banheiros STD*

## **Higiene**

Um dos mais importantes requisitos de um sanitário é a sua higiene. Ou seja, para escolhermos a melhor solução, deve-se levar em consideração o quanto cada uma das alternativas é higiênica. Apesar de o projeto focar na redução do consumo de água nos sanitários, criar um local impróprio para a utilização não é a melhor opção. Em outras palavras, não se pode implantar uma solução que otimiza o consumo de água ao extremo em detrimento da higiene do banheiro, pois bem se sabe os danos que isso pode causar à saúde das pessoas e esse seria um preço muito alto a se pagar.



*Figura 15: Importância da higiene*

## **Economia de água**

Apesar da grande relevância de todos os outros quesitos, a economia de água possui um peso significativo: a sua escassez é um tema em voga nas discussões sobre o futuro do Planeta Terra e a sobrevivência da humanidade.

Para um engenheiro, aplicar em sua obra instrumentos de otimização dos recursos aplicados (como a redução futura ou imediata de custos ao cliente) torna-se um objetivo muito desejado.

## **Qualidade da água**

Em uma obra, escolhe-se utilizar determinado material no lugar de outro (devido a características particulares). Da mesma forma, pode-se fazer uma analogia com a água e sua qualidade: em um banheiro, local em que essa substância é amplamente utilizada, diferentes graus de pureza são exigidos. Por exemplo: nas torneiras requer-se o seu estado mais nobre, uma vez que sua função é a higienização direta do usuário; já para a limpeza de vasos sanitários e chão, a mesma qualidade não é primordial.

Pode-se, assim, distinguir as fontes para tais usos, podendo - após análises de mercado - acarretar em uma posterior economia financeira para a instituição ou pessoa administradora.

## 7. Determinação dos Méritos para os Critérios

- Para os mictórios e vasos sanitários:

*Tabela 10: Matriz de pesos dos diferentes critérios para os mictórios e vasos sanitários sendo*

	<b>Custo</b>	<b>Praticidade</b>	<b>Higiene</b>	<b>Economia</b>	<b>Qualidade</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso Relativo</b>
<b>Custo</b>	-	2	1	1	2	6	0,30
<b>Praticidade</b>	0	-	0	0	1	1	0,05
<b>Higiene</b>	1	2	-	2	2	7	0,35
<b>Economia</b>	1	2	0	-	2	5	0,25
<b>Qualidade</b>	0	1	0	0	-	1	0,05
<b>Soma total dos pesos</b>						20	1,00

0 - linha perde da coluna (em termos de relevância do critério)

1 - linha empata com coluna

2 - linha ganha da coluna



- Para as torneiras:

*Tabela 11: Matriz de pesos dos diferentes critérios para as torneiras*

	<b>Custo</b>	<b>Praticidade</b>	<b>Higiene</b>	<b>Economia</b>	<b>Qualidade</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso Relativo</b>
<b>Custo</b>	-	2	1	1	1	5	0,25
<b>Praticidade</b>	0	-	0	0	1	1	0,05
<b>Higiene</b>	1	2	-	2	1	6	0,30
<b>Economia</b>	1	2	0	-	1	4	0,20
<b>Qualidade</b>	1	1	1	1	-	4	0,20
<b>Soma total dos pesos</b>						20	1,00

0 - linha perde de coluna (em termos de relevância do critério)

1 - linha empata com coluna

2 - linha ganha de coluna

*Justificativa da hierarquização dos critérios:*

Tanto para os mictórios e vasos sanitários quanto para as torneiras temos que:

**Custo x Praticidade:** o custo é um critério mais importante do que a praticidade.

**Custo x Higiene:** Em se tratando de um sanitário, pode-se dizer que a higiene é o critério mais importante. Entretanto, como o custo para implantação da solução é que realmente decidirá se a alternativa é viável, os dois critérios empatam.

**Custo x Economia:** Novamente, os dois critérios empatam, pois a economia de água é o primeiro objetivo do projeto, mas seu custo é que realmente decidirá se ele é possível.

**Praticidade x Higiene:** A higiene é um critério mais importante do que a praticidade, pois a higiene é o critério mais importante quando se trata de um sanitário.

**Praticidade x Economia:** A economia de água é um critério mais importante do que a praticidade. Pode-se comparar à reciclagem. Esta é feita com o objetivo de reaproveitar o lixo

que produzimos e reduzir o consumo. Entretanto, é possível dizer que ela é trabalhosa, pois exige coleta discriminada do lixo, por exemplo. Ainda assim, a reciclagem vale a pena quando se pensa na preservação do meio ambiente.

**Praticidade x Qualidade:** Os dois critérios empatam.

**Higiene x Economia:** A higiene ganha por ser, como já foi dito, o requisito mais importante de um sanitário.

A diferença está na comparação entre os seguintes critérios:

**Qualidade x Custo:** Em se tratando das torneiras, a qualidade da água é critério mais importante do que quando se pensa nos mictórios e vasos sanitários, nos quais a água utilizada pode ser menos nobre. Assim, para as torneiras, custo e qualidade da água são critérios que empatam enquanto para os mictórios/vasos sanitários, aquele é um critério mais importante que este.

**Qualidade x Higiene:** Novamente, ao se tratar das torneiras, a qualidade da água acaba sendo um critério importante, imprescindível para a higiene e por isso, acaba empatando com esta. No caso dos mictórios/vasos sanitários, a higiene não depende tanto da qualidade da água, ganhando deste último critério.

**Qualidade x Economia:** Mais uma vez, a qualidade da água acaba sendo um critério muito importante ao se tratar das torneiras, empatando então com a economia de água. Por outro lado, ao se tratar dos mictórios/vasos sanitários, é mais importante economizar e assim, poder-se-ia utilizar água de reuso nos vasos e mictórios por exemplo.

• Para cada critério, adotou-se a seguinte escala, que vai de 0 a 5:

0: péssimo (custo muito elevado, baixa economia de água, higiene inadequada, baixa qualidade da água, baixa praticidade)

1: ruim

4: ótimo

2: regular

5: excelente (custo razoável, alta economia

3: bom

de água, higiene adequada, alta qualidade da água e alta praticidade)

## 8. Escolha da Solução

### 8.1 Vasos Sanitários

A única alternativa apresentada para os vasos sanitários foi a implantação de válvulas de descarga que controlam o fluxo e que apresentam 2 opções (3 ou 6 litros) de uso, variando de acordo com a necessidade. Essa será, portanto, a solução escolhida.

### 8.2 Mictórios

A implantação do sistema *water free* foi a solução que venceu, uma vez que recebeu a maior nota na matriz de escolha da solução para os mictórios (ver Anexos, página 121): 3,45.

Apesar do custo de implantação ser alto, esse sistema proporciona higiene e total economia de água, isto é, os desperdícios seriam eliminados.

### 8.3 Torneiras

A instalação de arejadores de vazão foi a solução que venceu, uma vez que recebeu a maior nota na matriz de escolha da solução para as torneiras (ver Anexos, página 123): 2,95.

Os arejadores, roscas internas adicionadas à torneira que liberam água e ar ao mesmo tempo e tornam a vazão constante, promoveriam uma economia de água de até 75%. Além disso, essas peças apresentam custo bastante reduzido e não afetam a qualidade da água que nelas chega.

## 9. Especificação da Solução

### 9.1. Vaso Sanitário

A solução encontrada pelo grupo foi a instalação de descarga de acionamento duplo (3 e 6 litros).

Sendo ecologicamente correta, com duas opções de descarga: 3 litros (dejetos líquidos) e completa (dejetos sólidos), a instalação de descarga de duplo acionamento economiza até 40% de água em comparação com um sistema de descarga convencional, uma vez que 80% da utilização do sanitário é utilizada para remoção de dejetos líquidos. Na descarga de 3 litros o volume é limitado, mesmo quando o botão permanece pressionado. Manutenção simples, com cartucho de reposição. Ciclo de operação automático e autolimpante.



*Figura 16: Válvula de acionamento duplo*

A compra da válvula de acionamento duplo teria um custo de R\$14.960 no total (88 vasos sanitários se não fosse implementada outra possível solução: a redução do número de cabines com vasos sanitários para substituir por mictórios individuais).

## 9.2. Mictório

A solução encontrada pelo grupo para a redução do consumo de água, através dos mictórios, foi substituir os existentes por outros que contenham tecnologia *water free*.

Tal tecnologia, desenvolvida pela empresa americana *Falcon Water Free Technologies*, surgiu com o propósito de contribuir significativamente para a redução do consumo de água nos sanitários masculinos.

Como se pode visualizar na figura 17 (figura abaixo), esta forma inovadora de recolher a urina possui um gel antibacteriano que por ser menos denso e insolúvel (1) em relação à urina faz esta escoar espontaneamente para a tubulação de esgoto (2 e 3) sem causar mau cheiro, atuando de maneira totalmente higiênica (fatores primordiais para a escolha deste mecanismo pelo grupo).

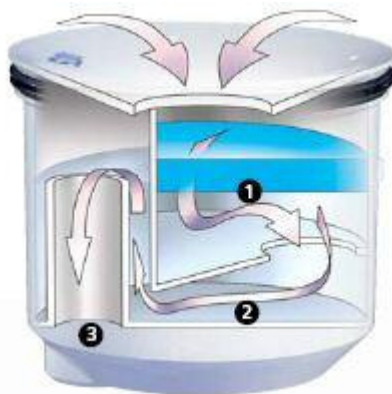


Figura 17: Esquema do funcionamento do sistema *water free*

Segundo dados da *Falcon* cada refil deste sistema possui uma vida útil de cento e cinquenta mil litros de urina em um ano e custa em média U\$ 29,00 (vinte e nove dólares). Já o próprio mictório custa U\$260,00 (duzentos e sessenta dólares), mas a sua economia de água alcança os cem por cento.



Figura 18: Figura do principal componente do Waterfree

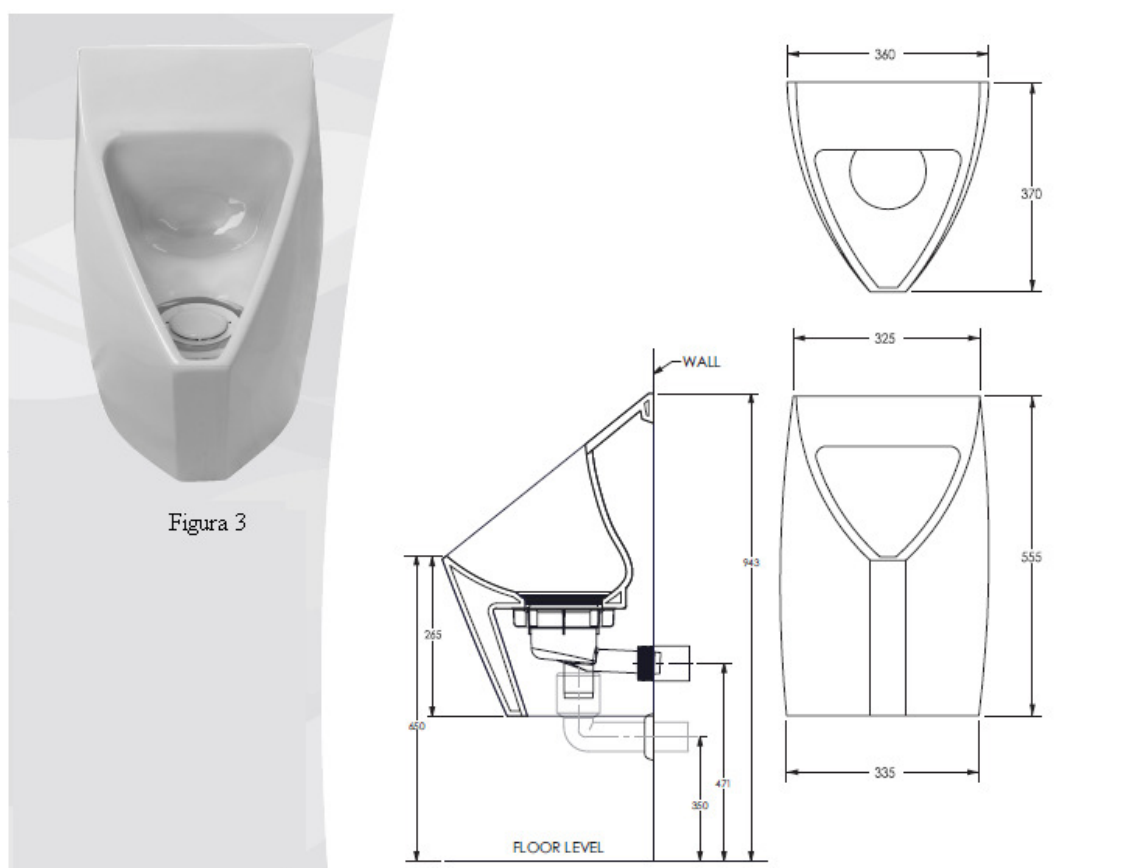


Figura 3

Figura 19: Dimensões do mictório Waterfree

Portanto, a implementação dos mecanismos *water free*, custando com a instalação U\$300,00 (trezentos dólares) por unidade compensa seu custo. Como cada mictório instalado

no prédio da construção civil utiliza um litro de água assim os novos podem contribuir para uma economia de até cento e cinquenta mil litros anuais (150 m<sup>3</sup>/ano).

O custo da compra da tecnologia *water free* à unidade da Civil seria de U\$10.800,00 no total (36 mictórios).

### 9.3. Torneira

A solução encontrada pelo grupo para os problemas de desperdício apresentados pelas torneiras foi a instalação dos arejadores. O arejador é um dispositivo que economiza água fazendo com que esta saia da torneira em um fluxo contínuo. Introduz ar junto à saída de água da torneira, para produzir uma lâmina leve ao contato e para reduzir os respingos quando a água bate em algum objeto ou no fundo da cuba. Este efeito também permite uma maior economia, uma vez que distribui melhor a água de maneira a necessitar menor fluxo para o mesmo resultado. Cada arejador custa em média 15 R\$. Havendo 92 torneiras no prédio da engenharia civil, o custo de todos arejadores necessários seria de, aproximadamente R\$1.380,00, sem levar em conta o custo da instalação.



*Figura 20: Arejador para torneira*

## IV- Restaurante, Centro Acadêmico e Bebedouros

### 1. Apresentação

Dentre os pontos mais freqüentados do edifício Paula Souza estão o restaurante, o centro acadêmico e os bebedouros.

Diariamente, passam pelo restaurante centenas de pessoas, seja para realizar grandes ou pequenas refeições.

No CEC – Centro Acadêmico da Engenharia Civil –, os alunos encontram um ambiente de descontração e de socialização.

Os bebedouros, por sua vez, são utilizados incontáveis vezes ao dia.

Devido a tal freqüência de utilização destas três instalações, o desperdício é inevitável, conforme será abordado em seqüência.

### 2. Levantamento de Dados

Os dados recolhidos para este trabalho foram conseguidos mediante a visita ao prédio de Engenharia Civil para que fossem colhidos dados e imagens relevantes ao estudo, bem como vídeos que mostrassem alguns pontos que fotos não poderiam traduzir de forma satisfatória. A colaboração de pessoas presentes nos locais de estudo também foi importante, pois estas deram suas opiniões em relação ao consumo de água nos locais que estas gerenciam ou freqüentam.

De forma mais sucinta, os estudos se concentram em grande parte nas duas áreas mostradas na figura 21. Estas áreas são: o restaurante do prédio e o Centro Acadêmico do mesmo.



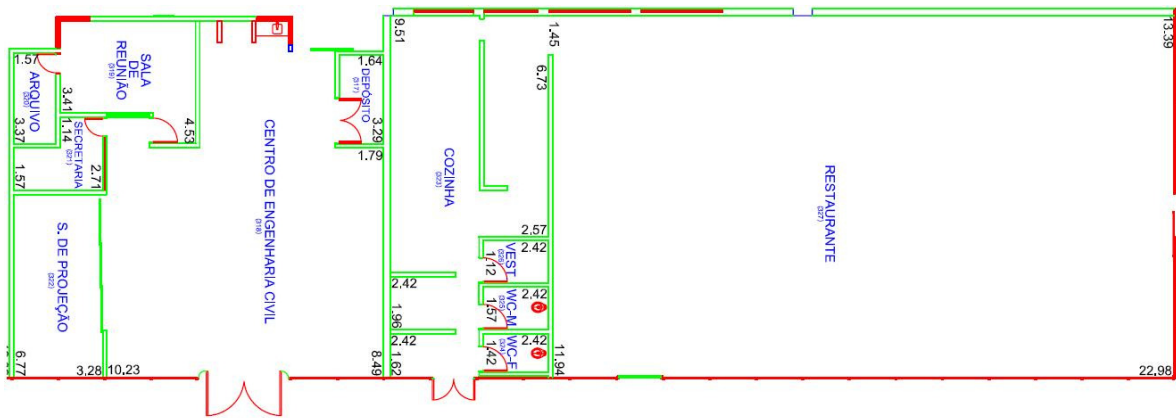


Figura 21: O restaurante e o Centro Acadêmico do prédio da Engenharia Civil

Outras áreas, mais dispersas, são as que contêm os bebedouros do prédio. Os bebedouros comuns estão localizados nos dois andares do prédio, e são acessíveis a qualquer usuário do prédio. Outros, mais sofisticados, estão localizados dentro das secretarias dos departamentos, sendo acessíveis apenas para os professores e funcionários e que trabalham em tais locais.

Dados complementares, bem como a procura de alternativas para solucionar os problemas com o gasto desnecessário de água foram obtidos mediante a pesquisa na internet.

Para maiores informações sobre o histórico do consumo de água no prédio da Engenharia Civil, seguir para sessão de anexos (página 144).

### 3. Análise dos dados

#### 3.1 Restaurante

O restaurante do prédio da Engenharia Civil recebe uma quantidade considerável de clientes diários, o que gera uma louça a ser lavada. A água no local não é só usada na cozinha: há banhos-marias que mantêm a comida quente e uma fonte, localizada relativamente no centro do restaurante. Há, também, o uso de água pelos funcionários, para higiene pessoal.

Foram localizados treze pontos de saída de água no restaurante, como pode ser observado na figura 22, logo abaixo.

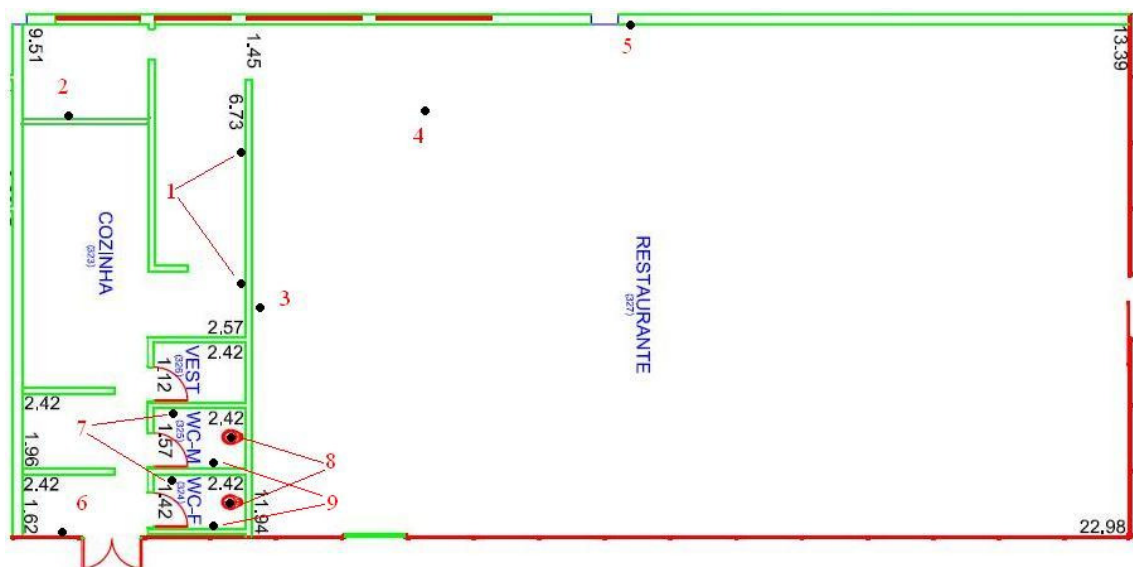


Figura 22: Os treze pontos de saída de água no restaurante.

Os referidos pontos de saída de água são nove torneiras, dois vasos sanitários, e dois chuveiros, assinalados por números na figura: duas na cozinha (1) para o preparo de alguns alimentos, e outra, também na cozinha (2) para a lavagem de louça. Há duas outras torneiras no salão, uma para encher baldes, que são usados para limpeza e para encher o banho-maria e a fonte (5) e uma para a higiene das mãos dos usuários do restaurante (4). Há, ainda, duas torneiras nos banheiros (7) e uma no registro de água (6). Nos já referidos banheiros, existem dois vasos (8) e dois chuveiros (9) em cada um.

De modo a controlar o consumo de água no local, o consumo de água é monitorado de forma bem simples pelo restaurante: todos os dias, o valor do hidrômetro é anotado, como mostra a figura 23.

Data	Consumo (m³)
01/01	020/09
11/01	080/05-
01/02	090/03
11/02	090/03-
01/02	030/03
11/02	110/03
01/03	130/03-
11/03	14(1)
01/04	190/09-
11/04	150/03-
01/05	150/09
11/05	260/09-
01/06	160/09
11/06	17(1)
01/07	170/08
11/07	220/09-
01/08	200/09-
11/08	230/09
01/09	290/05
11/09	220/09
01/10	280/09-
11/10	290/09
01/11	30/09

Figura 23: Tabela feita pela equipe do restaurante, para controlar os gastos de água no local.

Com base na tabela feita pela equipe do restaurante, foi possível estimar o consumo médio mensal do restaurante. Tomando-se como base o mês de Abril, nota-se, através dos dados da tabela da figura 23, que houve um máximo de consumo do dia 13 ao dia 16 (24 m<sup>3</sup> em quatro dias), e um mínimo do dia 27 a dia 30 (20 m<sup>3</sup> em quatro dias). Considerando-se que o restaurante só funciona por 22 dias em cada mês (ou seja, não aos sábados e aos domingos), pode-se estimar que o consumo máximo em Abril foi de 132 m<sup>3</sup>, o mínimo de 110 m<sup>3</sup>. Fazendo a média aritmética desses valores, obtém-se que o consumo médio mensal do restaurante é de 121 m<sup>3</sup>/mês. Tal estimativa é perfeitamente aceitável, uma vez que o restaurante, como já foi dito, recebe uma grande quantidade de clientes diários.

A seguir, segue uma tabela com os principais gastos do restaurante, bem como a sua representação perante os 121 m<sup>3</sup> consumidos por mês no local. Cabe lembrar que, excluindo-se os dados do banho-maria, da fonte e das máquinas de lavar louça e xícaras, todos os valores foram estimados, privilegiando, obviamente, o bom-senso. Para algumas medidas de volume, usou-se a vazão estimada de uma torneira comum, de aproximadamente 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s. Isso por a água utilizada nesses casos provém da torneira, e o volume utilizado de água se daria pelo produto da vazão Z pelo tempo de fluxo de água Δt (  $V = Z \cdot \Delta t$  ).

Tabela 12: Consumo de água no restaurante

Local/uso	Volume (em m <sup>3</sup> )	Usado/realizado /trocado por mês	Período de uso	Total (em m <sup>3</sup> /mês)	Representação
Banho-maria	0,13	8 vezes	-	1,04	0,90 %
Fonte	0,04	2 vezes	-	0,08	0,07 %
Lavador de xícaras*	0,01	1 vez/dia x 22 dias = 22 vezes	-	0,22	0,20 %
Lavador de louça	0,015	30vezes/dia x 22 dias = 660 vezes	-	9,90	8,30 %
Salada/frutas*	10 <sup>-4</sup>	1 vez/dia x 22 dias = 22 vezes	-	3,30	2,70 %
Descarga	0,015	10 vezes/dia x 22 dias = 220 vezes	-	3,30	2,70 %
Limpeza (Janelas e Fachada)	10 <sup>-4</sup>	4 vezes	3600s/vez	1,45	1,20 %
Limpeza (Cozinha e Salão)	10 <sup>-4</sup>	1 vez	9000s/vez	0,90	0,73 %
Louça comum	10 <sup>-4</sup>	30vezes/dia x 22 dias = 660 vezes	1200s/vez	79,20	65,40 %
Louça do balcão	10 <sup>-4</sup>	19 vezes/dia x 22 dias = 418 vezes	300s/vez	12,60	10,40 %
Cocção e bebidas*	0,5	1 vez/dia x 22 dias = 22 vezes	-	4,40	3,60 %
Outros	-	-	-	4,61	3,80 %
<b>Total</b>	-	-	-	<b>121,00</b>	<b>100,00 %</b>

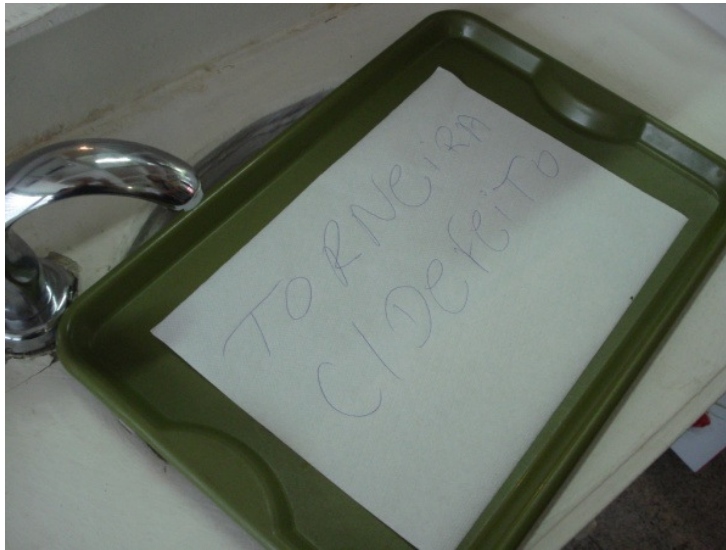
Os itens assinalados com asterisco (\*) são tais que foi considerado para eles o consumo de água durante um dia inteiro. Por exemplo, a máquina de lavar xícaras lava várias vezes por dias, mas se lavasse todas as xícaras de uma só vez, gastaria o indicado na tabela. Analogamente, se toda a salada fosse lavada só de uma vez, também gastaria o indicado.

Analisando a tabela, chamam a atenção dois aspectos desta. Primeiramente, é que o gasto com lavagem de louça domina os gastos com água do restaurante (pouco mais de 84 %), e o segundo é que o preparo de comidas e bebidas representa uma parcela comparativamente pequena dos já referidos gastos. No entanto, os dois fatos se explicam pelo mesmo motivo. Toda a comida servida no restaurante do prédio da Engenharia Civil não é preparada lá, mas sim no restaurante do IB USP (Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo). Lá também ficam guardadas as contas de água, luz e telefone do restaurante. Dessa forma, o restaurante da Civil não gasta água com o preparo de comida: apenas para aquecê-la ou para lavá-la, no caso de frutas e da salada. É usada mais água para o preparo de bebidas, nesse sentido.

A grande quantidade de água usada para lavar a louça causa um pouco de espanto. 101,7 m<sup>3</sup>/mês apenas para a lavagem de louça soam como um exagero para quem houve. Mesmo os dados estando estimados, é evidente que o maior gasto do restaurante com água será na louça, pois a comida não é preparada lá. Ainda assim, pode-se se perguntar de todo esse grande volume de água está sendo bem aproveitado, ou seja, se a louça está sendo, manual ou mecanicamente, lavada de forma rápida e eficiente, mas sempre visando a máxima economia de água.

Nas visitas ao restaurante, foram vistas ações elogiáveis e outras más em relação ao consumo da água.

Dentre as ações elogiáveis, podem ser incluídas o fato de a manutenção dos equipamentos ser feita de maneira rápida e eficiente. De fato, o gerente Jailson crê que não há grandes desperdícios com problemas técnicos, pois a manutenção dos equipamentos que consomem ou liberam água é feita regularmente. “Sempre que há algo errado o problema é logo resolvido com trocas e consertos”, diz ele. Como exemplo da rapidez na manutenção, uma torneira que estava quebrada (figura 24) em uma das visitas foi consertada em um intervalo de tempo de dois dias. Outro fato louvável é o da economia de água ser incentivada em todos os pontos de lavagem de louça, por meio de pequenos cartazes, como mostra a figura 25.



*Figura 24: Torneira com defeito no restaurante. No aviso, lê-se “Torneira c/ defeito”*



*Figura 25: Placa localizada acima da pia da cozinha, que incentiva a economia da água.*

Para as atividades condenáveis, pode-se citar o fato da louça ser lavada de maneira imprópria: com a torneira aberta durante grande parte do processo, para poupar tempo. Apesar de tal ação poupar tempo, não poupa água: estima-se que uma torneira aberta por 15 minutos gasta cerca de 0,065 m<sup>3</sup> litros de água. Se a louça fosse lavada usando-se a torneira aberta somente quando necessário, não seriam gastos mais de 0,001 m<sup>3</sup>.

Portanto, no restaurante do prédio são gastos bastantes litros de água mensalmente, e mais de ¾ desse volume é gasto na lavagem de louça. Uma boa porcentagem desse volume pode ser reduzida se a louça for lavada sempre de maneira consciente. Se for novamente consultada a Tabela 12, vê-se que dois grandes alvos de críticas, o banho-maria e fonte, não

chegam a somar 1% do consumo mensal. Ainda assim, não é má idéia pensar em um esquema de reaproveitamento de água entre esses dois últimos. Já os funcionários devem se ater ao apelo das placas que pedem a economia de água, e às ações já existentes que visam diminuir os gastos com a água devem ser mantidas.

### *3.2 Centro da Engenharia Civil e Ambiental – CEC*

O centro Acadêmico do prédio abriga os alunos que querem fugir um pouco do ambiente de estudos do local. Lá, eles se divertem conversando com os colegas, jogando sinuca e podem aproveitar o forno de microondas para esquentar sua comida, de modo que eles possam almoçar no Centro Acadêmico ao invés de nos famosos “Bandejões” da USP. Lá eles podem também preparar seu material para suas aulas, como seus pincéis, por exemplo, ou usar estes para preparar cartazes e faixas.

Nas visitas ao CEC, pôde-se perceber que alguns vazamentos já ocorreram no único ponto de saída de água do local, como se pode ver na figura 26. A madeira abaixo da pia está com aspecto de bastante molhada e há um balde para conter vazamentos do sifão. Não é sem motivos que, na placa colocada pelos alunos que gerenciam o Centro Acadêmico, pode-se ler “pia interdita”. De fato, tal pia estava com vazamentos no dia em que o CEC foi visitado. Cabe lembrar que o CEC dispõe de recursos para consertar eventuais danos a qualquer material que se encontra dentro de suas dependências.



*Figura 26: “Pia interdita” do CEC.*

Segundo uma estudante de Engenharia Civil, que esquentava seu almoço no forno de microondas, todos os dias há pessoas que utilizam a pia do Centro Acadêmico para lavar a louça de suas refeições. Mas ela adverte que não é nesse ponto que a água é mal gasta no local. “O principal gasto com água ocorre com a limpeza dos pincéis, pois a tinta que estão neles não sai com facilidade”, diz ela. De fato, algumas das tintas usadas pelos estudantes de Engenharia Civil podem ser de difícil remoção das fibras dos pincéis, o que acarreta um uso de um grande volume de água para realizar tal limpeza.

Assim sendo, conclui-se que no Centro Acadêmico a manutenção do ponto de saída de água não é feita com tanta rapidez quanto no restaurante do prédio (mas esta é obviamente feita eventualmente), o que gera um desperdício considerável de água. Outro ponto a ser frisado é a questão da lavagem dos pincéis usados pelos estudantes, que pode consumir grandes quantidades de água, o que também gera um desperdício considerável.



### 3.3 Bebedouros

A análise feita em grande parte dos bebedouros do prédio permitiu que se concluísse que o desperdício de água nos bebedouros não é significativo em relação ao prédio como um todo, mas tal desperdício existe. Há falhas nos bebedouros que levam a uma perda de água, tais como bocais frouxos, botões emperrados ou pressão de saída de água desregulada: a água sai com pressão tal que cai para fora do bebedouro. Mesmo assim, a quantidade de água que vaza é pouca. Mas se for levado em conta que os bebedouros são usados várias vezes por dia, esse desperdício pode se tornar notável. Não obstante, há outros pontos que têm potencial de desperdiçar mais água do que os bebedouros.

Também foi constatado que os bebedouros em áreas comuns desperdiçam mais água que os localizados nas secretarias dos departamentos. Isso se deve ao fato de que os bebedouros em áreas comuns são mais antigos e são do tipo que utiliza bocais e não torneiras, como se pode ver na figura 27a. Já os bebedouros das secretarias são, sem exceção, do tipo que usa galões, e torneiras para liberar a água viabilizando, portanto, menor desperdício, uma vez que são utilizados copos de plástico para capturar a água que sai das torneiras, como se pode ver na figura 27b.



*Figura 27: os dois tipos bebedouros encontrados no prédio: o de bocais (a) e o de galão, torneiras e copos (b).*

Luís Alberto, zelador do prédio, afirma que um dos problemas dos bebedouros em áreas comuns são os respingos da água e o fato de as pessoas não conseguirem beber tudo o

que é liberado por eles, mas ele crê que o real desperdício do prédio pode ser encontrado em outros pontos como, por exemplo, nos encanamentos antigos, que apresentam vazamentos. Já o professor José Rodolfo Scarati Martins, do departamento de Hidráulica (PHD), diz que, nas secretárias, os bebedouros não dão problemas com relação ao desperdício, e que sempre que há um problema com eles, estes são trocados ou consertados de maneira rápida.

Portanto, conclui-se que nos bebedouros, inevitavelmente, ocorre desperdício de água. No entanto, quando comparado aos desperdícios encontrados no restante do prédio, ele se torna relativamente pequeno.

#### 4. Definição do Problema

Após analisados os dados obtidos, é possível identificar um problema de caráter mais geral e amplo: muitos dos frequentadores do prédio da Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sejam eles funcionários, alunos ou visitantes acabam gastando mais água do que de fato necessitam gastar. Em suma: há desperdício de água. Estudando todos os dados analisados mais a fundo, foi possível elencar os principais problemas, estes muito mais específicos, que geram desperdício de água em maior ou menor grau no prédio. Estes problemas são os seguintes, listados abaixo:

- Alguns bebedouros são muito antigos e estão desregulados em vários sentidos: bocais tortos, válvulas emperradas, pressão da água muito grande.
- A louça por vezes é lavada de maneira errada no restaurante: a água é deixada correndo quando é desnecessário.
- É usada muita água para limpar os pincéis usados em aulas no CEC.
- Ocorrem eventuais vazamentos em torneiras e pias das áreas estudadas.

O objetivo de salientar estes problemas dentre todos os identificados é o de sanar as causas principais do desperdício de água no prédio da Engenharia Civil. É óbvio que não é possível cobrir absolutamente todos os pontos de desperdício. Assim sendo, uma vez sanados os maiores problemas dentre todos os outros problemas menores, o desperdício será, com certeza, reduzido proporcionalmente, e o objetivo deste estudo, a economia de água no prédio, será certamente alcançado.

No entanto, nenhuma medida a ser tomada terá desempenho satisfatório se as pessoas que frequentam o prédio não tomarem ações que visem não desperdiçar a água. De fato, a ação de cada um é uma das grandes restrições ao sucesso de projetos de economia de água, uma vez que a participação de todos, sem exceção, é de suma importância para que o objetivo primário da eleição dos problemas acima listados seja atingido: a economia da água.

## 5. Alternativas para a Solução do Problema

Serão apresentadas agora possíveis soluções para que os problemas elencados acima sejam sanados e o desperdício de água seja reduzido. Cabe lembrar que, neste item, as soluções estão meramente apresentadas, isto é, nada está sendo especificado. As especificações caberão ao item 9 deste relatório.

Para os bebedouros, uma solução possível é a troca dos já antigos e desregulados por aparelhos mais modernos, de melhor funcionamento. Tais bebedouros permitem maior controle da saída de água e têm maior área para que a água não ingerida seja escoada, como mostra a figura 28. Também seria possível utilizar o volume de água que não foi ingerida para ser reutilizado em atividades menos nobres, como o uso em descargas de sanitários ou em mictórios. O reuso de água já é praticado em muitos edifícios e instituições, e é uma excelente alternativa para a economia de água.



*Figura 28: Um bebedouro mais moderno que poderia substituir os mais antigos e desregulados*

Em relação ao restaurante, poder-se-ia utilizar uma parte do volume de água do banheiro para encher a fonte (novamente reutilizar a água em atividades que a requerem em seu estado menos nobre). A água utilizada na limpeza poderia ser reduzida: não seria necessário utilizar grandes volumes de água somente para limpar as janelas e a fachada do local: uma vassoura e um pano úmido apresentariam resultados tão bons quanto os do uso contínuo da água. Ou seja, a água só seria utilizada quando necessário: nas limpezas mais pesadas, realizadas periodicamente.

Já em relação à lavagem da louça, poderia ser utilizada uma só máquina para que fossem lavados xícaras e copos, ao invés de os copos serem lavados manualmente e somente as xícaras em máquinas. Também seria interessante usar a máquina de lavar louça apenas quando ela estivesse com sua lotação máxima. Há, também, outros modelos de máquinas que comportam grandes quantidades de louça e gastam, proporcionalmente, menos água. Assim, a procura por uma máquina de lavar louças mais econômica também seria uma alternativa. E, finalmente, toda água utilizada no restaurante para lavar louças poderia ser filtrada e armazenada para ser utilizada nos banheiros e no banho-maria.

Para o caso dos pincéis no Centro da Engenharia Civil e Ambiental, a alternativa seria ensinar aos alunos como limpar o pincel de forma eficiente e econômica: utilizando produtos químicos que não agredem a pele, como xampus, para limpar as cerdas. Outra alternativa é a de que cada aluno, ao invés de limpar seu pincel em água corrente, utilizasse um balde para limpar de pincéis, como o mostrado na figura 29. Tais baldes proporcionam uma grande economia, pois fazem o aluno reutilizar a água já contida nele para limpar seu pincel, e não usar a água corrente.



*Figura 29: Um balde para lavarem-se pincéis: o preço é acessível e a economia de água é garantida.*

## 6. Definição dos Critérios de Avaliação

Para que fosse julgada a melhor solução para os problemas apresentados, primeiramente foram atribuídos pesos aos cinco critérios em torno dos quais irá orbitar a decisão final referente às soluções. Tais critérios são: Economia (C1), no qual se avalia o impacto financeiro que a referida solução terá, tanto em relação à água quanto a outros aspectos (que serão apresentados quando pertinentes); Higiene (C2), no qual se avalia o impacto que uma solução terá na qualidade da limpeza depois de adotada; Conforto (C3), no qual se avaliam os incômodos que poderão ser causados nos locais onde a solução será implementada; Estético (C4), em que são avaliadas as impressões visuais que a solução provocará; Praticidade (C5), pelo qual se avalia o quanto uma solução iria melhorar uma situação no sentido de tornar atividades mais práticas.

Abaixo, segue a Matriz de Pesos dos Critérios. Comparando a Coluna de Critérios com a Linha de Critérios, foi dada nota 1 se, entre os critérios comparados, o da Coluna “ganhava” do da Linha, e, analogamente, atribuiu-se 0 se aquele “perdia” para este. Evidentemente, a diagonal principal da Matriz não apresenta valores.

*Tabela 13: Pesos dos Critérios*

Critérios	Economia	Higiene	Conforto	Estético	Praticidade
Economia	-	1	1	0	0
Higiene	0	-	0	0	0
Conforto	0	1	-	0	1
Estético	1	1	1	-	0
Praticidade	1	1	0	1	-
Total	2	4	2	1	1
Pesos Normalizados	$2/10 = 0,2$	$4/10 = 0,4$	$2/10 = 0,2$	$1/10 = 0,1$	$1/10 = 0,1$

## 7. Determinação dos Méritos para os Critérios

Pode-se perceber que o critério Higiene se sobrepõe aos demais: de fato, ele é importantíssimo para a escolha da solução, uma vez que a saúde das pessoas é prioritária e a maioria delas jamais levaria em consideração a opção de almoçar no restaurante do Prédio Paula Souza caso este não fosse higiênico. Empatados, em segundo lugar, estão Economia e Conforto: dois critérios também relevantes para a decisão da solução, já que recursos financeiros economizados poderão ser investidos em outras atividades, e as pessoas iriam questionar uma solução que poderia ocasionar desconforto aos alunos, aos professores e aos funcionários que freqüentam o prédio. Por fim, empatados em terceiro lugar, encontram-se os critérios Estético e Praticidade. Apesar de, em alguns casos, o fator estético ser considerável, na maioria das avaliações realizadas julgou-se que uma boa solução não deveria ser descartada se sua única desvantagem fosse deixar o ambiente esteticamente desagradável. Portanto, esse critério influencia as escolhas, mas apresenta menor peso. Quanto à praticidade, o peso também é pequeno, pois a melhor solução nem sempre é a mais prática, e sim a que proporciona maior probabilidade de se atingir o objetivo prioritário: a economia de água.

## 8. Escolha das soluções

### *8.1 Restaurante do Prédio da Engenharia Civil*

Comprar outra máquina de lavar louças para agir em conjunto com a já existente na cozinha do restaurante foi a solução que venceu, uma vez que recebeu a maior nota na matriz de escolha da solução para a economia de água no restaurante (ver Anexos, página 124): 8,4.

Uma máquina consome menos água do que a lavagem manual. Assim, economizar-se-ia água e o dinheiro que seria gasto com ela, porém haveria o custo da aquisição de uma nova máquina e da manutenção desta.

A limpeza da louça seria satisfatória e a máquina torna essa atividade mais prática e eficiente.

### *8.2 Centro Acadêmico da Engenharia Civil (CEC)*

A aquisição de uma bacia para lavar pincéis foi a solução que venceu, uma vez que recebeu a maior nota na matriz de escolha da solução para a economia de água no CEC (ver Anexos, página 126): 8,4.

Gastar-se-ia com a compra das bacias, porém elas não são muito caras, já que são de plástico e de pequena dimensão. Além disso, com elas bastante água seria economizada – embora isso não represente grande economia de dinheiro – conforme será esclarecido no item Especificação das Soluções.

Ela seria uma boa solução no quesito higiene, pois evitaria a mistura de comida com resíduos de tinta que ficam na pia, já que nesta também são lavados alimentos.

Mesmo que a bacia para lavar pincéis tenha vencido na matriz, sugere-se que ambas as soluções sejam implementadas, pois o uso de detergente ou removedor combinado com o uso da bacia representaria um aumento na eficiência de lavagem e ainda uma maior economia de água.



### *8.3 Bebedouros do Prédio da Engenharia Civil*

A troca dos bebedouros antigos do prédio que apresentam mau funcionamento por aparelhos novos e mais modernos foi a solução que venceu, uma vez que recebeu a maior nota na matriz de escolha da solução para a economia de água nos bebedouros (ver Anexos, página 127): 5,6.

A aquisição de novos aparelhos seria cara, porém, após o início de seu uso, não haveria tanto desperdício.

Novos modelos de bebedouro são mais bonitos e apresentam designs mais modernos, o que os torna esteticamente mais agradáveis. Os mais modernos, além disso, são mais confortáveis de se usar, já que o manuseio dos botões é facilitado.

Convém ressaltar que a solução de substituição dos bebedouros já existentes no prédio por bebedouros acoplados a galões d'água foi desconsiderada, uma vez que haveria um gasto adicional com muitos copos descartáveis, o que não seria econômico e causaria danos ao meio-ambiente, já que o material que os constitui é de difícil reciclagem. Esse gasto jamais seria compensado com a economia de água que esse tipo de bebedouro apresenta. Outro ponto negativo seria o fato de que os alunos, provavelmente, não usariam de modo adequado esses copos

## 9. Especificação das Soluções

### 9.1 Solução Para o Restaurante do Prédio da Engenharia Civil

Analisando a matriz de decisão para o restaurante, a melhor solução seria comprar outra máquina de lavar louças – modelo NT 300 (figura 30) – para atuar em conjunto com a já existente na cozinha do restaurante. Dessa forma, a lavagem manual dos pratos seria evitada.



*Figura 30: Máquina de lavar louças NT300*

A presença de somente uma máquina de lavar não é ideal, uma vez que, enquanto esta já está lavando a louça, mais pratos sujos chegam e a lavagem destes é realizada manualmente. Este método desperdiça bastante água, pois, enquanto o funcionário lava a louça, a torneira permanece aberta.

A utilização de outra máquina representaria uma melhoria, uma vez que substituiria essa lavagem manual e gastaria uma quantidade mais controlada de água.

A compra de uma máquina do modelo NT 300 acarretaria em uma despesa de em torno de R\$15.000,00. Esse modelo apresenta 5 ciclos (gavetas) e uma capacidade de lavagem de 60 ciclos por hora, isto é, a lavagem de cada ciclo dura 60 segundos. Um ciclo comporta 18 pratos, ou 9 bandejas, ou 27 pratos de sobremesa, ou 25 copos, ou 200 talheres ou outras

louças que se acomodem nele. Esses dados se referem à capacidade teórica da máquina, desconsiderando o tempo necessário para abrir e fechar o capô para carregar e descarregar a lavadora.

A máquina lavadora de louças presente no restaurante é utilizada, em média, 30 vezes ao dia e, portanto, 660 vezes ao mês. Assim, gastam-se, no total,  $9,9\text{m}^3$  de água por mês. Para calcular o gasto de água com a lavagem manual da louça, considera-se que: o tempo que a máquina leva para lavar toda a louça de seu interior é de 8 minutos; durante esse tempo, a pessoa deixa a torneira aberta para lavar a louça suja; a vazão de uma torneira aberta é de  $0,0001\text{m}^3/\text{s}$ . A partir dos dados e dessas estimativas, calcula-se que são desperdiçados  $31,68\text{m}^3$  de água por mês somente com a lavagem manual.

Havendo duas máquinas, intercalar-se-ia o seu uso: enquanto uma inicia o processo de lavagem, a outra termina, podendo-se retirar as louças lavadas desta e colocar louças sujas recém-chegadas. Desta forma, a lavagem manual seria erradicada e o trabalho tornar-se-ia mais eficiente.

O uso de outra máquina do modelo NT 300 seria ideal, pois atuaria em conjunto com a já existente, e representaria uma economia de  $21,78\text{m}^3$  de água por mês, o que corresponde a, aproximadamente, R\$1.306,8 por ano – considerando que o custo do metro cúbico de água para entidades privadas é de, em média, R\$6,00 e que o restaurante funciona por 10 meses ao ano. Com a nova lavadora de louças, provavelmente um funcionário deixará de receber para lavar louças manualmente, então estima-se que haverá uma economia de, aproximadamente, R\$525,00 (o equivalente a um salário mínimo). Então a economia total, ao ano, será de R\$6.556,80. Deste modo, o custo da máquina de lavar será compensado em aproximadamente, 2 anos e 4 meses.

## *9.2 Solução Para o Centro Acadêmico da Engenharia Civil (CEC)*

Pela análise da matriz de decisão para o CEC, a melhor solução seria a aquisição de bacias para lavar pincéis (figura 31).



*Figura 31: bacia para lavar pincéis*

A solução ideal, entretanto, seria uma combinação da compra de bacias para lavar pincéis e da remoção da tinta dos pincéis com detergente diluído em uma quantidade menor de água ou com um removedor de tinta. Assim, a torneira não ficaria aberta o tempo inteiro enquanto as pessoas lavam os pincéis sujos de tinta, e haveria um controle muito maior sobre gasto de água. Além disso, o detergente ou o removedor contribuiriam para uma limpeza mais eficaz dos instrumentos, reduzindo a quantidade de água que seria utilizada para limpar um mesmo número de pincéis.

A compra de uma bacia de lavar pincéis da marca Condor representaria um gasto de R\$9,00. Estimou-se uma necessidade de ao menos três bacias, já que cada uma comporta, no máximo, 12 pincéis. Dessa forma, o gasto total seria de R\$27,00. Cada bacia apresenta as seguintes medidas: 16,5cm de largura, 17cm de comprimento e 9cm de altura. O volume máximo de água comportado por uma bacia é, portanto, aproximadamente  $0,003\text{m}^3$ .

Estima-se que um tanque caseiro com a torneira semi aberta por 15 minutos pode chegar a gastar  $0,090\text{m}^3$  de água. Estimando-se também que a lavagem de 36 pincéis leve 18 minutos, a quantidade de água gasta com a lavagem no tanque seria  $0,108\text{m}^3$ , e a quantidade economizada somente com o uso das bacias para lavar pincéis seria de, aproximadamente,  $0,099\text{m}^3$ . O custo do metro cúbico de água para entidades públicas equivale a R\$4,04, portanto esse procedimento implicaria em uma economia de R\$0,40 por ciclo de lavagem de pincéis.

Supondo que sejam realizadas 15 lavagens por mês, a economia total de água seria de  $1,485\text{m}^3$  e haveria uma redução de R\$6,00 na quantia gasta com água.

### 9.3 Solução Para os Bebedouros

Analisando a matriz de decisão para os bebedouros, a solução mais vantajosa seria trocar os existentes no prédio por novos e mais modernos, já que os antigos frequentemente apresentam problemas como bocais frouxos, botões emperrados ou pressão de saída de água desregulada.

Dos bebedouros pesquisados, o melhor encontrado foi o modelo de pressão BDF200/300 (figuras 32 e 33).

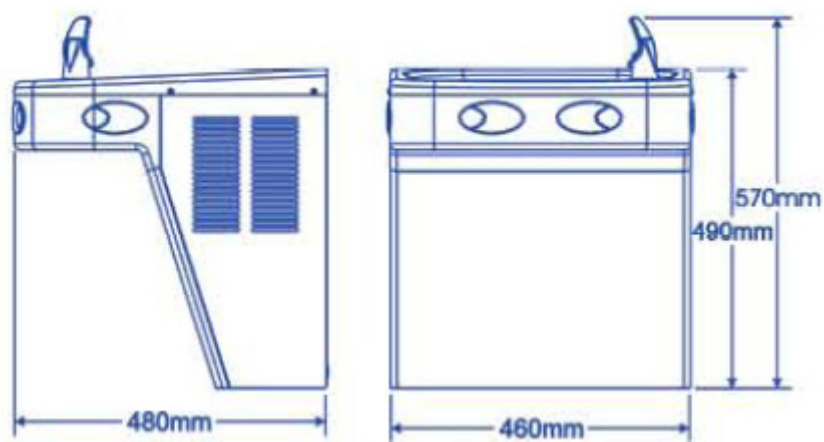


Figura 32: Vistas ortográficas do bebedouro modelo BDF 200/300

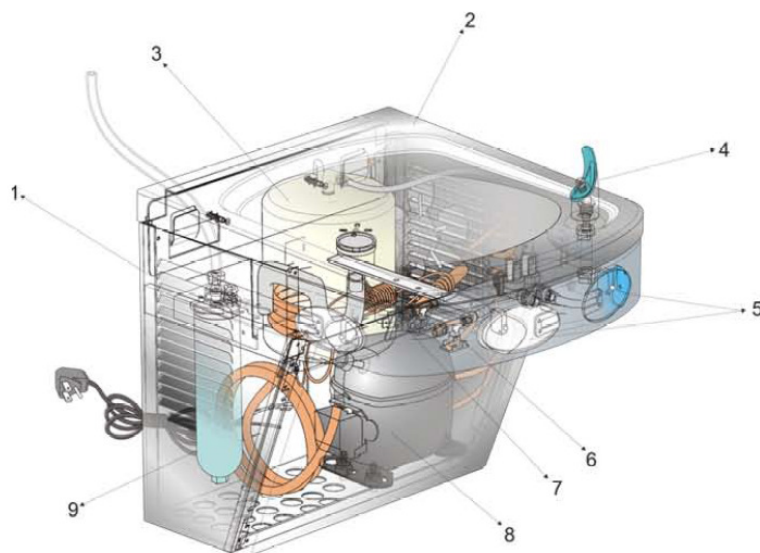


Figura 33: Ilustração em CAD do bebedouro modelo BDF 200/300

Esse modelo foi projetado para atender locais com grande fluxo de pessoas e também para atender indivíduos com necessidades especiais. Ele apresenta acionamento elétrico

através de botões laterais e frontais de toque leve e com sistema Braille e atende de 200 a 300 pessoas por hora. Além disso, apresenta filtro e pré-filtro internos de fácil acesso, que permitem conexão com a rede hidráulica não aparente, facilitando sua instalação. Apresenta também um regulador de pressão do jato d'água, o que auxilia na economia de água – quando o jato é forte demais, o usuário não consegue beber tudo e acaba deixando bastante água escapar.

A aquisição de um bebedouro acarretaria em um custo de, em média, R\$ 2.350,00. É desejável substituir ao menos 3 dos bebedouros mais problemáticos das áreas comuns – isto é, não restritas – do prédio, o que acarretaria em um gasto de R\$7.050,00. Haveria também um custo adicional para a instalação dos equipamentos. Estima-se que ele seja de R\$50,00 por bebedouro. Considerando tudo isto, o gasto total seria de R\$7.200,00.

Toda essa despesa, porém, só seria coberta após um longo período de tempo, uma vez que os bebedouros já existentes não provocam grande desperdício de água. No entanto, cerca de metade dos bebedouros das áreas comuns se apresentam bastante problemáticos, o que, além de gastar água, pode ser muito desconfortável para quem está bebendo. Assim sendo, a troca de tais bebedouros, já sugerida, apesar de demandar uma alta quantia de dinheiro, proporcionará maior conforto aos usuários e, como conseqüência, a água não seria desperdiçada, uma vez que por volta de todo o volume de água liberado pelo aparelho seria ingerido pelo usuário.

## IV- Laboratórios

### 1. Apresentação

Há diversos laboratórios no prédio, e essas instalações são utilizadas em larga escala. É necessário realizar testes com água, lavar instrumentos e máquinas, utilizar destiladores e realizar outras atividades que gastam água. Esse gasto é frequente e os funcionários não estão cientes da quantidade de água que utilizam, não sabendo informar quanto é consumido nas experiências e nas lavagens.

O grupo enfrentou certa dificuldade para obter informações a respeito do consumo da água em certos laboratórios. Alguns não apresentavam dificuldades: havia poucos pontos de consumo de água, todos tradicionais tais como bebedouros, torneiras e vasos sanitários. Em outros, porém, onde há equipamentos de laboratório que utilizam água, os dados fornecidos pelos funcionários nem sempre foram precisos. Ocorreu discrepância tanto em dados técnicos da aparelhagem quanto na frequência e regularidade de uso. Foram notados também alguns pontos de descuido e de vazamento.

Assim, além de toda água que é usada, há também uma fração que é desperdiçada, como será mostrado a seguir.

### 2. Levantamento dos Dados

Esse levantamento começou pela observação da distribuição dos aparelhos de ar-condicionado pelos corredores e salas. Depois foram visitados os laboratórios do prédio da Engenharia Civil - Hall Tecnológico, Laboratório Didático de Resistência dos Materiais, Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais, Laboratório de Microestrutura, Laboratório de Saneamento e Hidráulica, Laboratório de Geotecnia, Laboratório de Tecnologia de Pavimentação, Laboratório de Mecânica dos Solos, Laboratório de Topografia e Geodésia e Laboratório de Mecânica de Pavimentos -, recolhendo dados sobre pontos de consumo de água.

## 2.1 Aparelhos de Condicionamento de Ar

Ao percorrermos o prédio, foram contados, aproximadamente, 68 aparelhos de ar condicionado. Alguns deles são mostrados nas figuras 34,35 e 36.



*Figura 34: Aparelhos na parte externa do prédio*



*Figura 35: Aparelho no interior do prédio*



*Figura 36: Aparelho no interior do prédio*

## 2.2 Hall Tecnológico

É o maior dos laboratórios do prédio da Engenharia Civil e, provavelmente, é o que consome mais água. Pode-se observá-lo na figura 37.



*Figura 37: Vista aérea do Hall Tecnológico*



Os dados obtidos a respeito do funcionamento e da frequência de utilização e de lavagem das máquinas do Hall Tecnológico foram transmitidos por Adílson Inácio dos Santos, auxiliar técnico do local.

Os dados sobre a Câmara Climatizada e sobre a preparação de concreto foram obtidos com Ana Carolina Marques, uma das responsáveis pela Câmara Climatizada do Hall Tecnológico.

Dados referentes a contagens, como o número de torneiras do lugar, foram levantados pelos próprios grupos.

#### *a) Lavagem da Betoneira*

A betoneira (figura 38) é utilizada em aulas de laboratório que ocorrem, em média, quatro vezes ao ano. Após ser utilizada, ela deve ser lavada.



*Figura 38: Betoneira*

#### *b) Preparação de concreto*

Os equipamentos utilizados devem ser lavados após a preparação do concreto. Na confecção de um metro cúbico, gasta-se de 160 a 200 litros de água.

*c) Torneiras e tanques*

Foram encontradas seis torneiras como a da figura 39.



*Figura 39: Pia que fica próxima à retífica*

*d) Câmara Úmida*

Essa câmara (figura 40) permanece em funcionamento o tempo todo. Ela reutiliza 50 de cada 1000 litros de água. A água reutilizada provém do destilador, que fica no interior do laboratório de corrosão (o qual faz parte do Hall Tecnológico).



*Figura 40: Câmara úmida*

e) *Câmara Seca*

Assim como a câmara úmida, esta (figura 41) permanece em funcionamento o tempo inteiro. Porém, conforme o próprio nome sugere, não apresenta consumo significativo de água.



Figura 41: *Câmara Seca*

f) *Câmara de Névoa Salina*

Não conseguimos obter informações precisas sobre o gasto de água desse equipamento. Essa câmara (figuras 42 e 43) simula um ambiente marinho severo, com concentração de sal e temperatura controlados, realizando ensaios comparativos muito importantes na área de corrosão.



Figura 42: *Câmara de Névoa Salina*

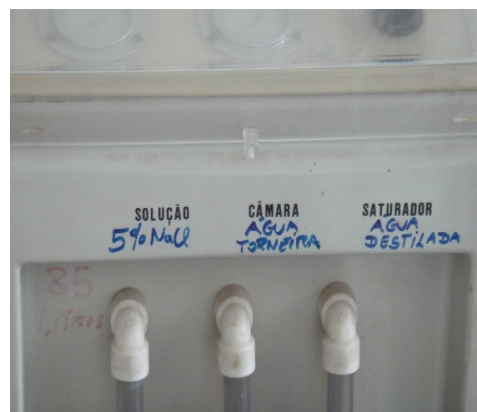


Figura 43: *Detalhe da figura 9*

### *g) Câmara Climatizada*

Contém uma resistência que aquece a água (Efeito Joule). A água aquecida é jogada para dentro do climatizador.

Essa câmara (figura 44) consome 10 litros de água por hora. Ocorrem, em média, três ensaios por ano, e cada um dura três meses. Para cada ensaio, ela fica ligada o tempo todo.

O grupo estimou que o consumo anual dessa câmara é de 65.000m<sup>3</sup> de água.



*Figura 44: Câmara Climatizada*

### *h) Equipamentos que necessitam de refrigeração*

#### 1. Máquina de Serra:

Localiza-se do lado de fora do laboratório e é utilizada uma ou duas vezes por dia (figura 45).



*Figura 45:- Máquina de Serra*

## 2. Retífica:

É altamente especializada em tornar retas as superfícies e em polir peças e componentes (figura 46).



*Figura 46: Retífica*

## 3. Deionizador:

É um purificador de água. Fica no interior do Laboratório de Corrosão, que faz parte do Hall Tecnológico.

## 4. Câmara de carbonatação:

Localiza-se no interior da sala do auxiliar técnico. Utiliza a água retirada do purificador. Gasta um galão de 60 litros de água a cada duas semanas.

### *i) Caixas D'Água*

No total, há quatro no Hall Tecnológico: três de 500 litros (figura 47) e uma de 250 litros.

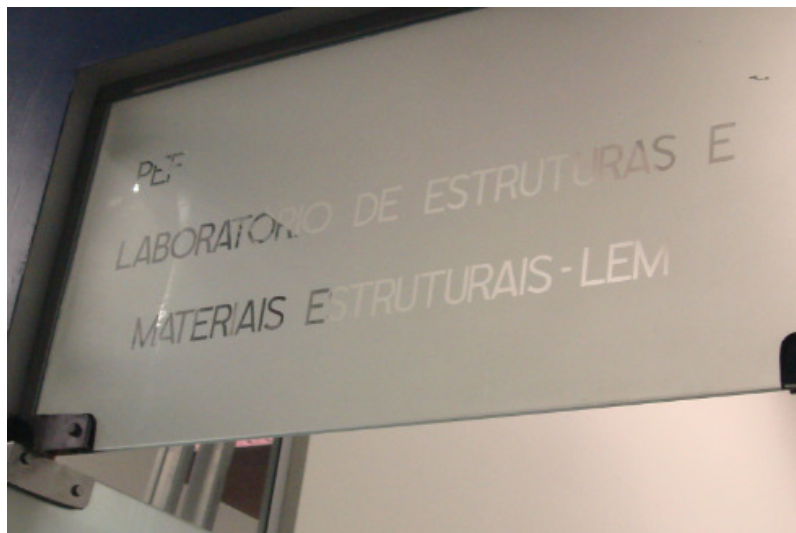
Observação: a caixa d'água de 250 litros - que fica próxima à Câmara Climatizada - fica lá somente por segurança (caso se esgote a água do prédio), para que a câmara permaneça sempre funcionando e os experimentos não sejam prejudicados.



*Figura 47: Caixas d'água de 500 litros*

### 2.3 Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais

Os únicos aparelhos que gastam água nesse laboratório (figura 48) são uma pia (figura 49) - que as pessoas utilizam para fazer café ou lavar as mãos após ir ao banheiro – e um bebedouro (figura 50) – daqueles que são acoplados a galões de água e que, portanto, não consomem água proveniente da SABESP.



*Figura 48: Entrada do Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais*



*Figura 49: Pia*



*Figura 50: Bebedouro*

## 2.4 Laboratório de Microestrutura

O único gasto desse laboratório (figura 51) é com uma pia nele presente (figura 52).



*Figura 51: Entrada do Laboratório de Microestrutura*



*Figura 52: Pia sob a qual há um tanque para fazer decantação*

## 2.5 Laboratório de Saneamento e Hidráulica

Este, provavelmente, é o laboratório que mais gasta água no prédio da Engenharia Civil, juntamente com o Hall Tecnológico.

Denomina-se Laboratório de Saneamento e Hidráulica Lucas Nogueira Garcez (figura 53) em homenagem a esse professor da Escola Politécnica da área de hidráulica, que foi

governador do Estado de São Paulo e, depois disso, diretor da CESP. Em sua gestão construíram-se inúmeras barragens em todos os grandes rios de São Paulo.



*Figura 53: Placa que fica na entrada do Laboratório de Saneamento e Hidráulica*



*Figura 54: Interior de uma das salas do Laboratório de Saneamento e Hidráulica*

Há um banheiro em péssimo estado (figura 55), com pias e mictórios quebrados.



*Figura 55: Vazamento em uma das pias do banheiro*



No total, há, nesse laboratório, seis pias e quatro cubas.

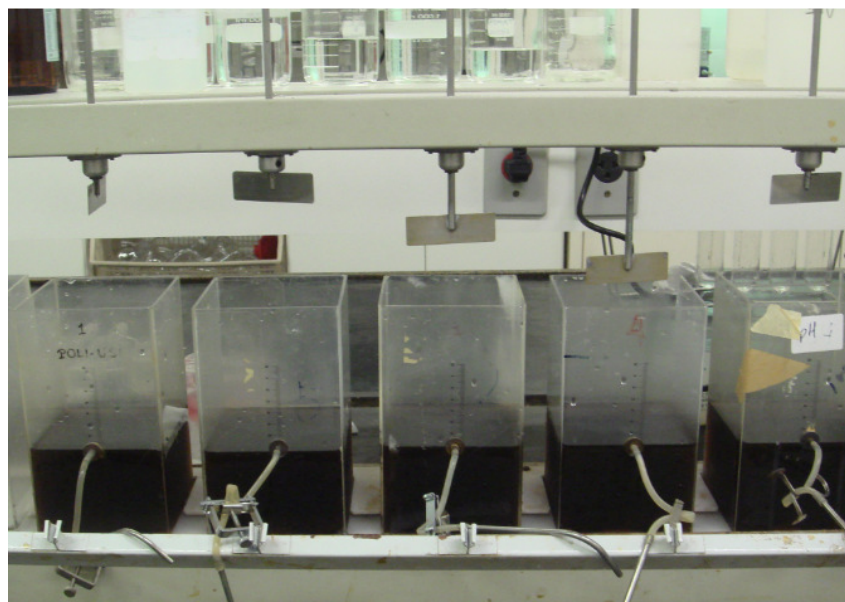
Gasta-se água com a lavagem dos instrumentos (figura 56): béqueres, tubos de ensaio, erlenmeyers, balões, pipetas, provetas, funis, etc.



*Figura 56: Instrumentos de laboratório*

O lavador de pipetas, por exemplo, apesar de só ser utilizado quando se acumula uma grande quantidade de pipetas sujas, fica ao menos uma hora enxaguando-as com água corrente.

Também se consome com experiências e testes realizados com água, através dos diversos equipamentos desse laboratório (figuras 57, 58, 59, 60, 61, 62 e 63).



*Figura 57: Experiências com água*



Figura 58: Destilador



Figura 59: Deionizadores



Figura 60: Outro tipo de deionizador



Figura 61: Unidade de Refrigeração



Figura 62: Destilador



Figura 63: Outro tipo de destilador

Os destiladores ficam ligados durante, aproximadamente, 4 horas por dia. Parte da água proveniente deles é reutilizada no lavador de pipetas.

## 2.6 Laboratório de Tecnologia de Pavimentação (LTP-PTR)

Nesse laboratório (figura 64), há um tanque de imersão para ensaio de ICBR, utilizado uma vez a cada três meses, além de cubas para lavagem de materiais e dois chuveiros de emergência – que, segundo informaram os funcionários que trabalham no local, praticamente não são usados. Além disso, há também uma copa e três banheiros com chuveiros.



*Figura 64: Entrada do Laboratório de Tecnologia de Pavimentação*

## 2.7 Laboratório de Mecânica dos Solos

Há sete pias e dois bebedouros com galões d'água acoplados.

## 2.8 Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG) e Laboratório de Mecânica dos Pavimentos (LMP)

Nesses laboratórios (figura 65), há dois bebedouros com galões d'água acoplados.



*Figura 65: Entrada do LTG e do LMP*

## 2.9 Laboratório de Geotecnia e Laboratório Didático de Resistência dos Materiais

Pessoas que trabalham nesses laboratórios informaram ao grupo que não há nenhuma forma de consumo de água nesses locais.

### 3. Análise dos Dados

#### 3.1 Consumo de água na POLI-CIVIL de 1998 a 2008

Utilizamos o gráfico e a tabela disponíveis no sistema moodle da disciplina para analisarmos o consumo de água nos últimos dez anos no Prédio Paula Souza (figura 66 e tabela 14).

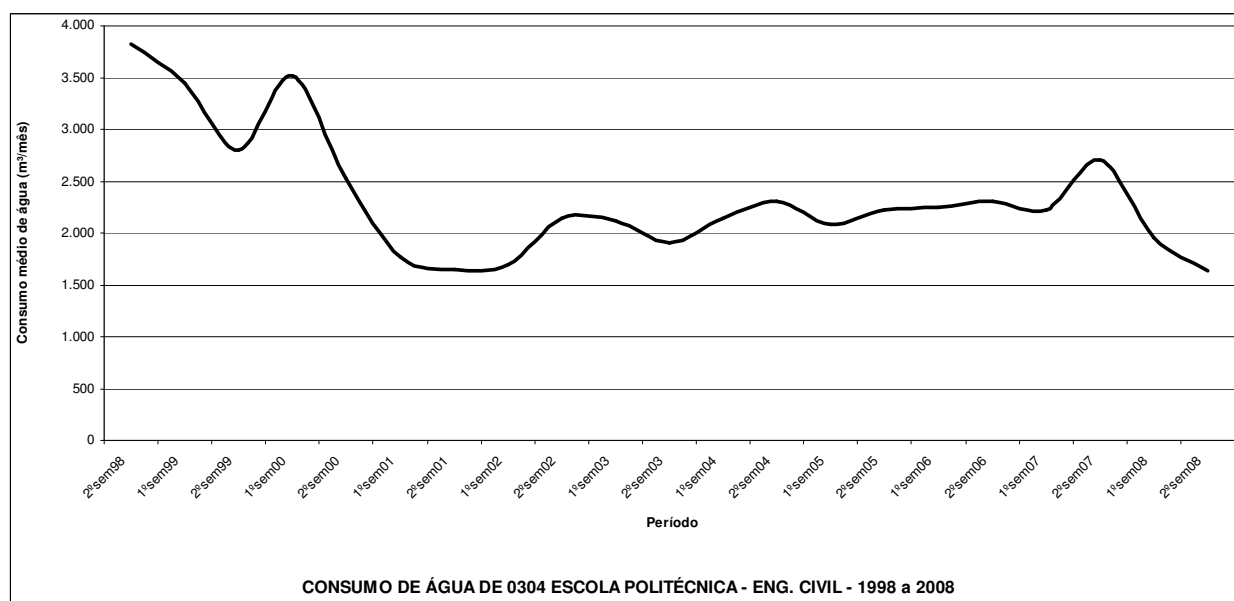


Figura 66: Gráfico do consumo de água no Prédio da Engenharia Civil de 1998 a 2008

Tabela 14: Consumo Mensal ( $m^3/mês$ ) e Consumo Mensal Médio ( $m^3/mês$ ) do Prédio da Engenharia Civil

Período	Consumo mensal ( $m^3/mês$ )												Consumo mensal médio ( $m^3/mês$ )		
	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	1º sem	2º sem	Ano
1998								3.480	3.338	3.955	3.722	4.641		3.827	3.827
1999	2.713	3.363	3.882	3.515	3.372	3.839	1.549	3.793	3.336	2.886	1.853	3.362	3.447	2.797	3.122
2000	3.362	4.290	3.826	3.981	2.778	2.891	2.910	2.658	3.081	2.983	1.964	1.556	3.521	2.525	3.023
2001	1.520	1.812	1.871	1.823	1.856	1.702	1.494	1.526	1.758	2.329	1.616	1.146	1.764	1.645	1.704
2002	1.241	1.895	1.547	1.687	1.718	2.078	2.076	2.666	2.202	2.279	2.073	1.521	1.694	2.136	1.915
2003	2.174	2.632	1.991	2.019	2.031	1.847	1.794	1.849	1.676	2.096	1.965	2.045	2.116	1.904	2.010
2004	1.849	2.300	2.148	2.308	2.403	1.866	2.128	2.119	2.155	1.909	2.598	2.910	2.146	2.303	2.224
2005	2.149	1.901	2.284	2.195	2.127	1.866	1.822	1.976	2.129	2.601	2.580	2.200	2.087	2.218	2.153
2006	2.221	2.106	2.459	2.551	1.724	2.389	2.215	2.174	2.739	2.099	2.577	2.011	2.242	2.303	2.272
2007	1.763	2.178	2.363	2.544	2.316	2.201	2.279	2.295	2.433	3.395	3.906	1.914	2.228	2.704	2.466
2008	2.345	2.522	2.071	1.579	1.724	1.501	1.770	1.738	1.689	1.665	1.655	1.299	1.957	1.636	1.797

Fonte: PURA-USP

O consumo de água no prédio da Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP sofreu uma grande redução em meados do ano 2000, época de campanhas de racionamento no nosso país. Isso indica que, nesse momento, foi implantado um projeto de diminuição do consumo de água no prédio.

Podemos perceber também que, de 2000 a 2008, o consumo, embora tenha apresentado algumas oscilações, continua em um nível muito próximo ao da época de racionamento (fenômeno que não se verifica em todos os prédios da Universidade). Isso não necessariamente indica que chegamos ao consumo mínimo, mas sim que as medidas foram bem planejadas e implantadas, e a conscientização se perpetuou.

Dessa forma, podemos tomar o prédio Paula Souza e o projeto feito anteriormente como referência para a implantação de projetos semelhantes em outros prédios, além de usufruir das lições aprendidas para diminuirmos ainda mais o consumo de água.

### 3.1 Aparelhos de Condicionamento de Ar

Ao pesquisar sobre o funcionamento de aparelhos de ar-condicionado, conclui-se que os únicos que, de fato, relacionam-se a gasto de água são os que envolvem torres de resfriamento, o que não é o caso dos aparelhos presentes no prédio da Engenharia Civil.

Os aparelhos que se distribuem pelas salas do prédio são os do tipo “de janela” (figura 67).

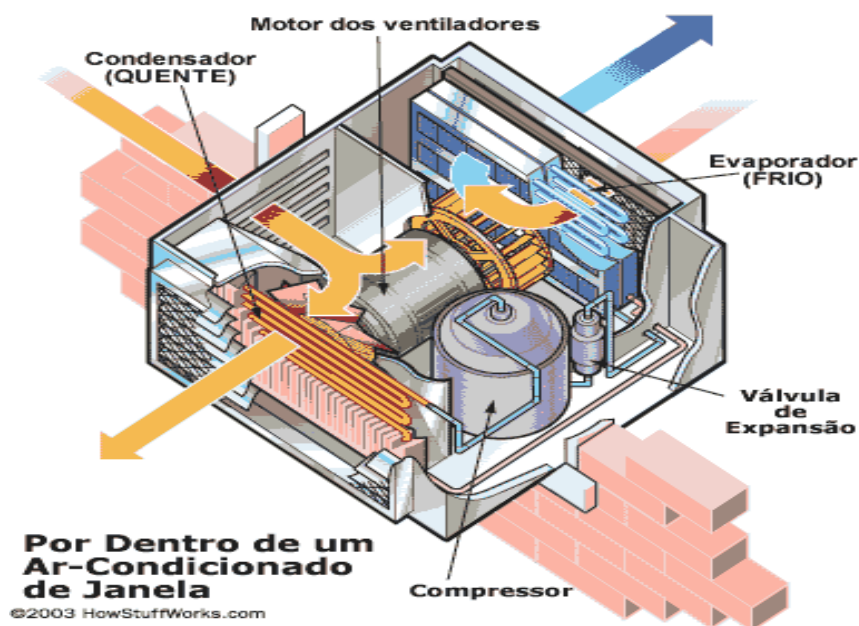


Figura 67: Esquema de funcionamento de um aparelho de condicionamento de ar

“Um ar condicionado é basicamente uma geladeira. Ele usa a evaporação de um fluido refrigerante para fornecer refrigeração.

(...)

É assim que funciona o ciclo de refrigeração em um ar condicionado (...):

1. O compressor comprime o gás frio, fazendo com que ele se torne gás quente de alta pressão (em vermelho no diagrama acima).
2. Este gás quente corre através de um trocador de calor para dissipar o calor e se condensa para o estado líquido.
3. O líquido escoar através de uma válvula de expansão e no processo ele se vaporiza para se tornar gás frio de baixa pressão (em azul claro no diagrama acima).
4. Este gás frio corre através do trocador de calor que permite que o gás absorva calor e esfrie o ar de dentro do prédio.” (retirado de <http://casa.hsw.uol.com.br/ar-condicionado.htm>)

Considerando os dados acima, confirma-se que os aparelhos “de janela” realmente não apresentam consumo de água.

### 3.2 Hall Tecnológico

Nesse laboratório, o maior gasto com água ocorre com a utilização das torneiras em diversas atividades, como lavar as mãos, lavar equipamentos e utilizar água para a realização de experiências.

A atividade que consome mais água é a lavagem das máquinas. Há muito desperdício, já que não há reuso e a limpeza é feita com mangueiras. Logo, o funcionário que a realiza não tem noção da quantidade de água que é gasta.

Das câmaras, a que mais consome é a Câmara Úmida, sendo que já é feito um processo de reutilização da água, ainda que ele possa ser melhorado. A Câmara Climatizada também apresenta um gasto razoável, porém é preciso conhecer melhor o seu funcionamento para poder afirmar se desperdiça água.

Há bastante desperdício no que diz respeito à água que é utilizada no sistema de refrigeração, já que ela é completamente descartada após o uso.

Outro equipamento que desperdiça água é o destilador – no Hall Tecnológico só há um, no interior do Laboratório de Corrosão. A água de entrada é descartada diretamente no esgoto. Segundo uma pesquisa feita na Universidade Federal de Pelotas, um destilador de água tradicional produz, em média, para cada 1 litro de água destilada, 44,5 litros de efluente.

### 3.3 Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais

Apresenta um consumo muito pequeno e praticamente desprezível em relação aos laboratórios que mais consomem água (Hall Tecnológico e Laboratório de Saneamento e Hidráulica). Não há muito que se possa fazer para reduzir os gastos, pois, além de eles já serem pequenos, a água de que se necessita nesse local é de uso mais nobre: lavar as mãos, beber, preparar café ou lavar alimentos. De maneira geral, não há grandes desperdícios.

### 3.4 Laboratório de Microestruturas

O seu gasto se concentra no uso da pia e do destilador, não sendo alto se comparado aos dos grandes laboratórios do prédio. Assim, tanto para este quanto para o Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais, não é muito sensato preocupar-se em reduzir o consumo.

### 3.5 Laboratório de Saneamento e Hidráulica

Há três aspectos mais relevantes ao se analisar o consumo e o desperdício de água nesse local.

#### 3.5a) Testes de qualidade da água realizados no laboratório

Nesses testes verifica-se se a água é reutilizável, potável, residuária, entre outros aspectos. O maior desperdício nesses testes ocorre nos processos de destilação, que, conforme mencionado anteriormente, descartam a água de entrada na etapa de condensação.

#### 3.5b) Lavagem dos instrumentos

Não há um número exato do quanto se gasta na lavagem nos equipamentos, mas presume-se que seja menos do que se gasta no Hall Tecnológico, pois, embora os instrumentos sejam lavados com maior frequência, são muito menores em dimensão.

#### 3.5c) Vazamento no banheiro



Segundo a SABESP, um buraco de 2mm num encanamento desperdiça até 3200 litros de água por dia. Portanto, o vazamento sob a pia do banheiro deve ser consertado o mais rápido possível.

### 3.6 Laboratório de Tecnologia de Pavimentação (LTP-PTR)

Os funcionários não souberam informar precisamente sobre a frequência de utilização dos tanques de imersão. Disseram apenas que esses tanques são utilizados esporadicamente.

Os funcionários também não souberam dizer a frequência de utilização dos chuveiros do banheiro. Há aparelhos cuja vazão supera 45 litros por minuto, o que pode representar um grande desperdício dependendo do tempo de utilização. Fazendo-se uma estimativa de dois usos de cada chuveiro ao dia (sem considerar fins de semana), com cada uso durando 10 minutos, o grupo calculou que o uso desses aparelhos acarreta em um consumo de 89100 litros de água por mês, o que é bastante considerável.

Como já foi dito anteriormente, os chuveiros de emergência praticamente não são utilizados, não apresentando consumo considerável de água.

### 3.7 Laboratório de Mecânica dos Solos

Havendo sete pias, o uso de água nesse laboratório deve ser alto, porém, como nenhum funcionário soube informar a frequência de uso, o grupo não estimou o quanto se gasta.

Bebedouros acoplados a galões de água são boas alternativas aos bebedouros convencionais, pois o usuário controla exatamente a quantidade de água que deseja beber, praticamente evitando desperdícios.

### 3.8 Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG) e Laboratório de Mecânica dos Pavimentos (LMP)

Os gastos são pequenos – apenas com água para beber – e, portanto, desprezíveis.

### 3.9 Laboratório de Geotecnia e Laboratório Didático de Resistência dos Materiais

Não havendo nada que consuma ou utilize água no interior desses laboratórios, não há desperdícios.

Após analisar separadamente o consumo e os desperdícios de cada um dos laboratórios do prédio, conclui-se que o Hall Tecnológico representa a maior parcela de gasto de água. Proporcionalmente, também é o que apresenta o maior potencial de reaproveitamento dessa água, já que é o que mais desperdiça. Portanto, é importante avaliar soluções para que menos água seja gasta e/ou desperdiçada, sem prejudicar as experiências realizadas nos laboratórios.

## 4. Definição do Problema

### 4.1 Objetivo

Reduzir o consumo de água nos diversos laboratórios do prédio da Engenharia Civil, evitando, ao máximo, desperdícios.

A principal meta seria reutilizar a água que é simplesmente descartada após determinados usos nos laboratórios, já que a água de reuso é ideal para fins menos nobres, como lavagem de pisos, peças e motores, jardinagem, descarga de banheiros e outros que não sejam consumo humano e animal (fonte: [http://www.alfaequipamentos.com.br/br/produto\\_015.html](http://www.alfaequipamentos.com.br/br/produto_015.html)).

Valendo-se de procedimentos como a canalização da água “suja” para outros lugares, juntamente com o uso de filtros ou estações de tratamento de água que separassem os resíduos mais agressivos, seria possível deixar de mandar para o esgoto toda a água que foi usada em processos de lavagem e refrigeração. A vantagem desse processo de reuso da água é poder realizá-lo indefinidamente, economizando uma grande quantidade que seria fornecida pela SABESP.

Outro possível procedimento seria captar e tratar a água da chuva para que esta seja utilizada para fins de lavagem e refrigeração.

### 4.2 Restrições

As maiores dificuldades que dizem respeito ao problema do desperdício de água nos laboratórios são as relacionadas à *viabilidade* de implantar um sistema que possibilite o reuso da água proveniente de outras atividades ou um sistema de captação e tratamento de água de chuva.

O maior problema encontrado com relação ao reuso de água proveniente de outras atividades é a sua condição após ser utilizada pela primeira vez. Como a maioria dos processos, se não todos, deixam a água com resíduos, seria muito difícil reutilizá-la nos mesmos, pois estes, na maioria das vezes requerem uma água “limpa”. Acredita-se que, com a utilização de filtros, tal problema poderia ser contornado. Outro problema seria a forma de implantar os filtros na tubulação, além de criar novas tubulações que façam a água circular

adequadamente. Pode ser que esse projeto venha a ser bastante caro - ou até mesmo inviável. Ou seja, como ainda não há certeza do quanto teria de ser mudada a tubulação, ainda não se sabe dizer se essa possibilidade é viável ou não.

Implantar um sistema de captação e tratamento de água da chuva é bastante complicado. Segundo Simone May - em sua dissertação apresentada à Escola Politécnica para obtenção do título de mestre em Engenharia, cujo título é “Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não-Potável em Edificações” -, o reservatório de água da chuva é o componente mais caro, e seu dimensionamento deve levar em conta aspectos como as necessidades do usuário e as condições pluviométricas do clima local. O sistema, dependendo da forma como foi projetado ou do tamanho da necessidade de água, pode sair demasiadamente caro.

## 5. Alternativas para Solução do Problema

### 5.1 Sistema Cíclico de Reutilização

Já que toda a água que é utilizada para o resfriamento de máquinas é descartada, o mais lógico seria, em vez de mandá-la para o esgoto, canalizá-la para um reservatório. Nele, ela seria novamente resfriada e mandada de volta para os tubos de refrigeração das máquinas, formando, assim, um sistema cíclico. Um possível problema dessa alternativa é a inviabilidade de se reutilizar a água com resíduos proveniente do sistema de refrigeração. O material dos tubos pelos quais a água para refrigeração passa poderia reagir quimicamente com esses resíduos. Segundo Antonio Germano Gomes Pinto, químico industrial, engenheiro químico, especialista em Recursos Naturais com ênfase em Geologia, especialista em Tecnologia e Gestão Ambiental, professor universitário e autor de duas patentes registradas no INPI e em grande número de países, a água utilizada em processos de refrigeração pode ser salgada, salobra, dura ou proveniente de qualquer processo industrial, devendo-se ter apenas o cuidado de uma prévia avaliação de sua capacidade corrosiva quando em contato com as câmaras de refrigeração ou resfriamento. Os laboratórios também poderiam aproveitar as chamadas *águas servidas* - água das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) – e, após purificação parcial da mesma, utilizá-la em seus processos de refrigeração.

### 5.2 Captação e tratamento da água de chuva

A água proveniente da chuva seria coletada em reservatórios e tratada por equipamentos específicos para realizar essa operação. Essa água tratada seria utilizada no sistema de refrigeração das máquinas e na lavagem destas.

### 5.3 Canalizar água “suja” (que resulta da lavagem das máquinas)

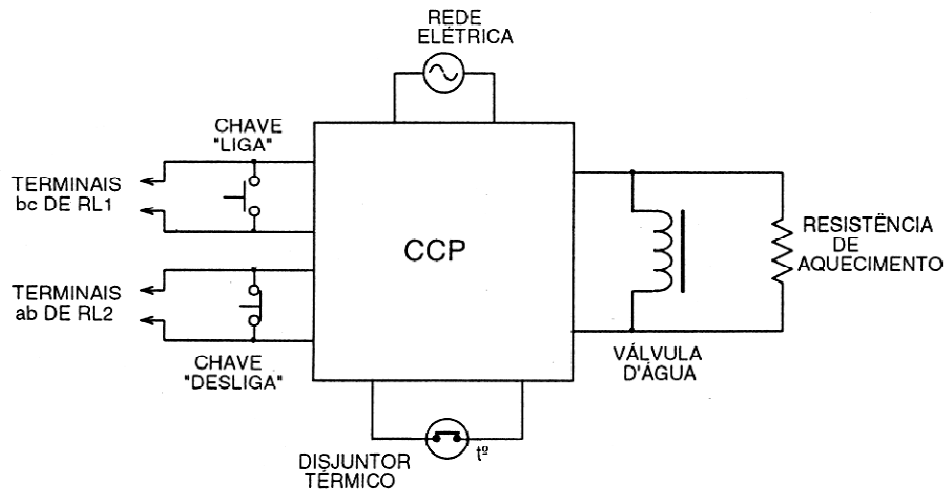
Normalmente, toda a água usada na lavagem das máquinas dos laboratórios é descartada devido à sujeira nela presente. Uma possibilidade de reuso dessa água é utilizá-la para fins menos nobres como vasos sanitários. Contudo, a água proveniente da lavagem das máquinas é visivelmente suja. Um meio de limpar essa água antes de canalizá-la aos vasos

seria passá-la por processo de filtragem que devolvesse a ela a transparência. Como seu uso é para fins não nobres, ela não precisaria ter um índice de pureza elevado.

#### 5.4 Compra de destiladores mais modernos ou automatização dos destiladores

Destiladores mais modernos, que apresentam variadas adaptações que visam a evitar o descarte da água de entrada diretamente na rede de esgoto, solucionariam o problema do desperdício de água por parte dos equipamentos mais antigos existentes em alguns dos laboratórios. Porém, a aquisição de novos destiladores seria bastante cara: um aparelho moderno que destila 20 litros de água por hora custa, em média, R\$6.000,00. Conforme mencionado anteriormente, um aparelho comum apresenta, para cada 1 litro de água destilada, cerca de 44,5 litros de efluente. Estimando-se que um destilador moderno reduza em 40% o volume de água efluente e seja utilizado durante quatro horas diárias, obtém-se uma economia de 31.328 litros de água mensais por destilador. O grupo encontrou, no total, cinco destiladores nos laboratórios do prédio. Assim, haveria uma economia total de 156.640 litros. Um litro de água fornecida pela SABESP custa em torno de R\$0,006, com impostos, portanto a POLI-CIVIL economizaria R\$989,84 por mês. Dessa forma, o custo dos novos destiladores seria compensado em, aproximadamente, 30 meses. Por essa estimativa, a compra de novos destiladores seria viável economicamente.

A automatização dos destiladores pode ser uma opção ainda mais viável. Segundo uma pesquisa realizada por Carlos A. Neves, Ivano G. R. Gutz e Claudimir L. do Lago, no Instituto de Química da USP, para permitir economia de água é necessário interromper o fornecimento desta quando o destilador é desligado. Pode-se conseguir isso utilizando uma válvula de entrada d'água utilizada em máquinas de lavar roupa (Brastemp) do tipo NF, ligada em paralelo com as resistências de aquecimento (figura 68).



*Figura 68: Circuito Controlador de Potência modificado, com a indicação da inclusão da válvula de entrada d'água e terminais dos relês da Unidade Controladora de Nível*

Dessa forma, toda vez que o destilador é acionado, a válvula de entrada é ligada juntamente com as resistências de aquecimento.

## 6. Definição dos Critérios de Avaliação

Os principais critérios definidos para avaliar as possíveis soluções para a redução do consumo de água nos laboratórios foram escolhidos baseando-se não somente no objetivo deste trabalho (reduzir o consumo de água), mas também em outros benefícios ou malefícios trazidos por diferentes instalações à universidade.

Os laboratórios existem para uma finalidade específica: ensino. O critério Didático é aquele que avalia se alguma modificação nas instalações vai afetar a capacidade de aprendizado dos alunos. Será dada uma nota de 0 a 5, sendo 4 a pontuação de uma solução que não prejudique em nada o aprendizado atual e 5 uma solução que chegue até a melhorar.

Há alguns dispositivos consumidores de água existentes nos laboratórios que são utilizados somente em casos de emergência. O critério Segurança é aquele que avalia se a remoção de algum destes aparelhos acarretará em riscos à saúde dos usuários do laboratório. Novamente, a nota varia de 0 a 5, cuja escala funcionando de forma análoga à do critério Didático.

O critério financeiro foi dividido em 2 partes. Custo Inicial é aquele que avalia o investimento inicial necessário para a implantação de tais mudanças. Custo Manutenção é aquele que avalia gastos periódicos previstos para manter o bom funcionamento dos aparelhos. Ambos estarão em uma escala de 0 a 5, sendo que quanto menor o custo, maior a nota.

Finalmente o critério Economia de Água é aquele que avalia qual solução será a que resultará na maior redução do consumo de água. Quanto maior for tal redução, mais próxima de 5 estará a nota.



## 7. Determinação dos Méritos para os Critérios

Para atribuir pesos aos diversos critérios, foi construída uma matriz com estes tanto em linha como coluna, fazendo-se assim as comparações individuais entre eles. Para tais comparações, foi adotada uma escala de 0 a 2 descrita na legenda da tabela.

*Tabela 15: Matriz de Comparação dos Critérios*

	Didático	Segurança	Custo Inicial	Custo Manutenção	Economia de Água	Total
Didático	-----	1	1	2	2	6
Segurança	1	-----	1,5	2	2	6,5
Custo Inicial	1	0,5	-----	1	1,5	4
Custo Manutenção	0	0	1	-----	1	2
Economia de Água	0	0	0,5	1	-----	1,5
					<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

Pesos: 0 - muito menos importante; 0,5 - menos importante; 1 - igual importância; 1,5 - mais importante;

2 - muito mais importante

Normalizando os resultados, obtêm-se os seguintes pesos:

*Tabela 16: Pesos Normalizados*

<b>Critério</b>	<b>Peso</b>
Didático	0,300
Segurança	0,325
Custo Inicial	0,200
Custo Manutenção	0,100
Economia de Água	0,075

O fator Didático recebeu, por parte do grupo, uma nota alta devido à sua importância ao bom funcionamento da escola como instituição de ensino. O critério Segurança recebeu também um peso alto devido à inquestionável importância do bem estar físico dos usuários.

As verbas disponíveis para aplicar mudanças na estrutura física dos laboratórios são limitadas. Além disso, aparelhos de laboratório podem ter custos muito elevados. Devido principalmente a esses fatores, o fator Custo Inicial apresenta um peso significativo.

Os critérios relacionados a economia a longo prazo, seja esta financeira ou hidráulica, levaram pesos inferiores devido à baixa parcela que tais mudanças nos laboratórios representam em relação ao todo do edifício ou da Escola Politécnica, prevalecendo a importância das experiências ali realizadas, porém tais fatores devem ser de certa forma considerados para que não haja absurdos.

Vale ressaltar que foi levado em consideração o retorno esperado dos futuros engenheiros, que diversas vezes em suas carreiras profissionais aplicarão o conhecimento adquirido para economizar água e preservar o meio ambiente.

## 8. Escolha da Solução

A captação de água pluvial foi a solução que venceu, uma vez que recebeu a maior nota na matriz de escolha da solução pra redução do gasto de água nos laboratórios (ver Anexos, página 128): 2,33.

Implantar um sistema de captação e tratamento de água da chuva é bastante complicado, já que se deve estimar as dimensões do reservatório de captação de acordo com os índices pluviométricos do local e a água da chuva deve passar por filtração e tratamento antes de ser empregada para qualquer que seja a finalidade.

Ainda assim, esta seria a melhor solução, uma vez que a economia de água proveniente da SABESP seria imensa, e, conseqüentemente, haveria redução na conta de água.

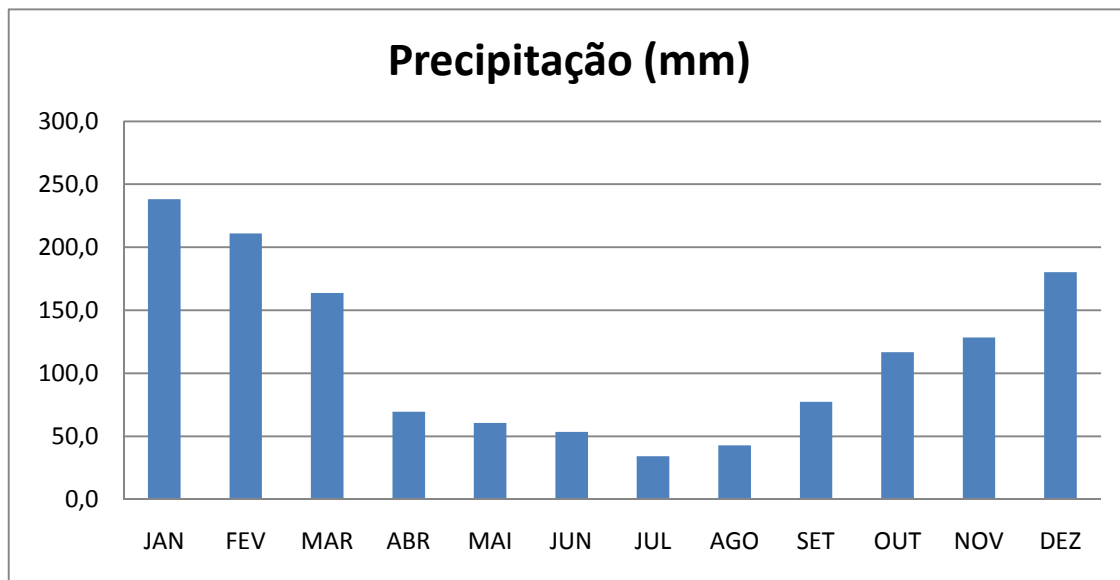
## 9. Especificação da Solução

### 9.1 Índice Pluviométrico

Para poder calcular a quantidade de água coletada sobre o prédio, é primordial saber o quanto chove e, se possível, como esta chuva se distribui ao longo do ano. De acordo com o Cepagri – Unicamp, a cidade de São Paulo apresenta as seguintes condições pluviométricas (ano desconhecido):

*Tabela 17:- Regime e Índice pluviométrico na cidade de São Paulo*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
<b>Precipitação (mm)</b>	238,2	210,9	163,8	69,5	60,6	53,4	34,1	42,9	77,4	116,7	128,4	180,3	1376,2



*Figura 69 : Regime Pluviométrico na cidade de São Paulo*

## 9.2 Área de Coleta de Água

A área de coleta de água é equivalente à área horizontal ocupada pelo telhado do edifício. Através da planta fornecida pelos professores, calcula-se uma área de aproximadamente 12.000m<sup>2</sup>.

## 9.3 Volume da Água Coletada

Cruzando os dados registrados nos itens 3.1 e 3.2, obtém-se a tabela 18, onde volume total é o volume de precipitação e volume útil é o volume coletado, já descartando-se as perdas por evaporação da água. Para calcular o volume útil, o volume total foi multiplicado pelo Coeficiente de Runoff, um coeficiente que varia de acordo com as condições (material da superfície, umidade, pressão etc). Foi utilizado o coeficiente de 0,8, estimado a partir da observação de diversos coeficientes estabelecidos para materiais de telhado. Em seguida, a tabela do consumo médio do prédio nos últimos seis anos (tabela 19), período de estabilidade, para comparação.

*Tabela 18: Volume de Água Pluvial Total e Útil sobre o Prédio da Civil*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Ano
<b>Volume Total (m<sup>3</sup>)</b>	2.858	2.531	1.966	834	727	641	409	515	929	1.400	1.541	2.164	16.514
<b>Volume Útil (m<sup>3</sup>)</b>	2.287	2.025	1.572	667	582	513	327	412	743	1.120	1.233	1.731	13.212

*Tabela 19: Consumo Médio do Prédio nos Últimos Seis Anos*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Ano
<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	2.084	2.273	2.219	2.199	2.054	1.945	2.001	2.025	2.137	2.294	2.547	2.063	25.842

Desta forma, conclui-se que a coleta da água pluvial possui potencial de trazer uma redução altamente significativa no consumo. Passa-se, então, ao passo seguinte, o estudo da viabilidade de implantação de tal sistema.

#### 9.4 Custos de Implantação e Manutenção da Coleta de Água Pluvial

Para avaliar tais custos, é necessário dimensionar o reservatório que armazenará a água. Primeiramente, deve-se considerar que a água proveniente da chuva não pode ser destinada a qualquer uso, devendo restringir-se apenas a usos menos nobres. Com base em um estudo realizado por professores da Universidade Federal da Paraíba, intitulada “Análises da Viabilidade Econômica de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais para Fins Não-Potáveis em Residências na Cidade de João Pessoa – PB”, onde conclui-se que a água não-potável corresponde em média a 85% da água utilizada em residências, o grupo abaixou tal estimativa para 75%, mantendo assim uma boa margem.

Analisando as tabelas 18 e 19 e baseando-se nos 75% de utilização de água não-potável, nota-se que os únicos meses em que há “excesso” de água pluvial em relação ao consumo são os meses de Janeiro, Fevereiro e Dezembro, com excessos de cerca de, respectivamente, 700m<sup>3</sup>, 300m<sup>3</sup> e 200m<sup>3</sup>. Além disso, as chuvas não distribuem-se de forma tão constante ao longo do mês como o consumo, devendo-se considerar também a ocorrência de chuvas intensas.

Não se obteve dados específicos a respeito de recordes diários de chuva na cidade de São Paulo. Baseando-se em um estudo realizado por Clóvis Angeli Sansigolo sobre a cidade de Piracicaba, que apresenta Índice Pluviométrico muito próximo ao paulistano (1328mm anuais contra 1376mm, com chuvas distribuídas semelhantemente ao longo do ano - Unicamp), intitulado “DISTRIBUIÇÕES DE EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA, TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA E VELOCIDADE DO VENTO EM PIRACICABA, SP (1917-2006)”, no qual Sansigolo apresenta um gráfico com os recordes diários de precipitação em cada ano, conclui-se que estes não passam de 120mm, mantendo-se em média em torno dos 60-70mm. Uma chuva diária de 60mm sobre o prédio em análise gera um quantidade útil de água de 575m<sup>3</sup>. Descontado do consumo diário (média de 100m<sup>3</sup>/dia útil, sendo 75m<sup>3</sup> de água não-potável), há um excesso de 500m<sup>3</sup>.

Estudando a necessidade do reservatório, conclui-se que este deve comportar algo em torno de 500 a 700m<sup>3</sup> para que não haja desperdícios excessivos, sendo que tal água cobrirá o déficit de chuvas até o período de Abril/Maio.

Novamente o grupo baseou-se no trabalho realizado por professores da Universidade Federal da Paraíba para estimar os custos. De acordo com a projeção feita em tal trabalho, o custo completo de instalação de um reservatório pré-fabricado segue a fórmula, onde V é o volume em litros e o preço dado em R\$:

$$\text{Preço} = 5,542 * V^{0,6113}$$

Desta forma, o preço de construção do reservatório de 500 a 700m<sup>3</sup>, já com as devidas correções monetárias devidas à data em que o trabalho foi realizado (2007), ficaria na faixa de R\$18.000,00 a R\$23.000,00. Além disso, precisa-se instalar uma bomba hidráulica que vai levar a água até o prédio. Bombas elétricas de capacidade 15m<sup>3</sup>/h, o suficiente para a necessidade do prédio, foram encontradas com o custo em torno de R\$1.500,00. Há ainda a instalação do filtro que realizará o tratamento necessário, cujo custo não foi estimado pelo grupo, porém não aparenta ser algo muito significativo em relação ao montante. O mesmo vale para os custos a longo prazo (manutenção e energia elétrica, ambos pequenos se comparados aos demais).

## 9.5 Comparando os Custos

O m<sup>3</sup> de água da SABESP custa cerca de R\$3,50. Com a instalação da coleta de água pluvial, a economia estimada seria de 10.000m<sup>3</sup> anuais, já descontados todos os desperdícios. Desta forma, em um ano a economia financeira acumulada seria de R\$35.000,00. Conclui-se que o tempo de retorno de capital é inferior a um ano, já que o custo de instalação do sistema, somado ao baixo custo de manutenção, é superado pela economia de água em um prazo tão curto.

## VI – Encanamento

### 1. Apresentação

Instalados há muitos anos, os canos de ferro galvanizado do Edifício Paula Souza são alvo de inúmeras críticas do PURA-USP (ver Anexos, página 141). O instituto assegura que há vazamentos na rede de canos. Conforme será apresentado a seguir, os vazamentos no encanamento podem ser considerados a maior fonte de desperdício de água do prédio.

### 2. Levantamento de Dados

O encanamento do prédio é, em sua maior parte, interno. Tal fato dificulta uma observação – e posterior análise – mais precisa dele. A análise da qualidade da rede de tubulações de água do prédio foi feita com base em dados obtidos pelo PURA-USP.

Dados complementares, bem como a procura de alternativas para solucionar os problemas com o gasto desnecessário de água foram obtidos mediante a pesquisa na internet.



### 3. Análise dos Dados

Ao contrário do que devem pensar os freqüentadores do prédio da Engenharia Civil, os encanamentos do prédio não se resumem aos grossos tubos azuis que se vêem pelos corredores do local. Na realidade, eles são apenas uma parte da intrincada rede de tubulação do prédio.

A caixa d'água do prédio localiza-se fora no prédio, no alto de uma torre, como mostra a figura 70. Dela, sai um cano que se divide em dois: um vai para o hidrômetro do restaurante (figura 72a) e outro, para o hidrômetro do prédio (figura 72b) A tubulação de distribuição da água para o prédio é feito por intermédio de canos de diâmetro mediano, que passam por debaixo do piso daquele. Já os famosos canos azuis (figura 71) não levam água para os andares superiores do local. Eles captam as águas pluviais, para evitar que elas se acumulem no telhado do prédio e acabem em infiltrações no concreto. Estes canos terminam em um cano de diâmetro maior, também subterrâneo, que “corre em sentido oposto” aos menores. A figura 73a mostra os “tipos” de canos em questão. É possível a visão de tais canos devido ao fato de estes estarem, em alguns pontos estratégicos, abaixo de placas de concreto removíveis, o que também é mostrado na figura 73b. Tais placas facilitam a manutenção dos encanamentos em casos de vazamentos.



*Figura 70: A torre do lado de fora do prédio: em seu topo, está a caixa d'água.*



*Figura 71: Um dos canos azuis, presentes em grande quantidade nos corredores do prédio. Eles captam as águas provenientes das chuvas e as conduzem ao esgoto.*



(a)



(b)

*Figura 72: Os hidrômetros do prédio da Engenharia Civil: o do restaurante (a) e o do prédio (b)*



(a)

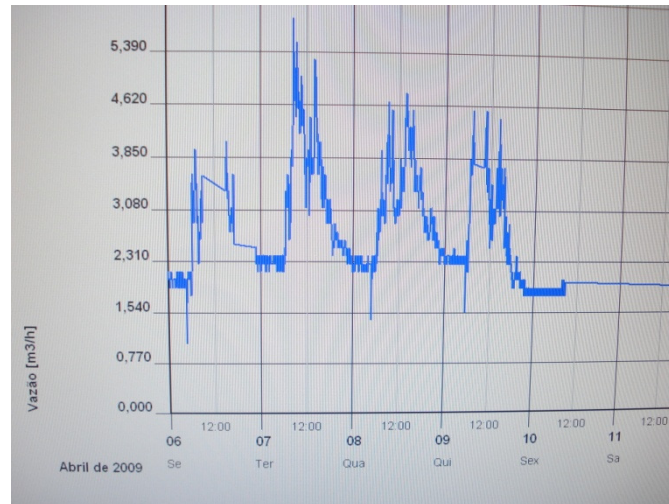


(b)

*Figura 73: O conjunto de canos (a) : os maiores transportam a água para abastecer o prédio e o maior leva as águas pluviais para a rede de esgoto, todos cobertos por uma placa de concreto removível (b).*

Apesar da identificação clara do funcionamento dos canos do prédio da Engenharia Civil, a identificação do maior problema dos encanamentos, os vazamentos, é dificultada devido ao fato dos canos estarem fora do alcance em alguns locais. No entanto, é possível identificar vazamentos analisando-se dados do instituto ao qual compete o monitoramento da vazão de água na Universidade de São Paulo, o PURA- Programa de Uso Racional de Água em Edifícios. Observando-se a figura 74, cedida pelo PURA-USP, pode-se encontrar um

grande problema. A referida figura é um gráfico da vazão de água no prédio da Engenharia Civil no tempo – o qual na figura é em horas. Nota-se que há um consumo linear e constante de água em horários que não deveria haver consumo algum: da meia noite às seis horas da manhã, que é o horário no qual as atividades no prédio se iniciam.



*Figura 74: Gráfico cedido pelo PURA-USP, que mostra um consumo constante de água durante a madrugada no prédio.*

No gráfico acima, saltam a vista dois pontos: há pequenos patamares no gráfico, e há alguns pontos de mínimo. Os funcionários do PURA explicam a ocorrência desses dois fatos estranhos.

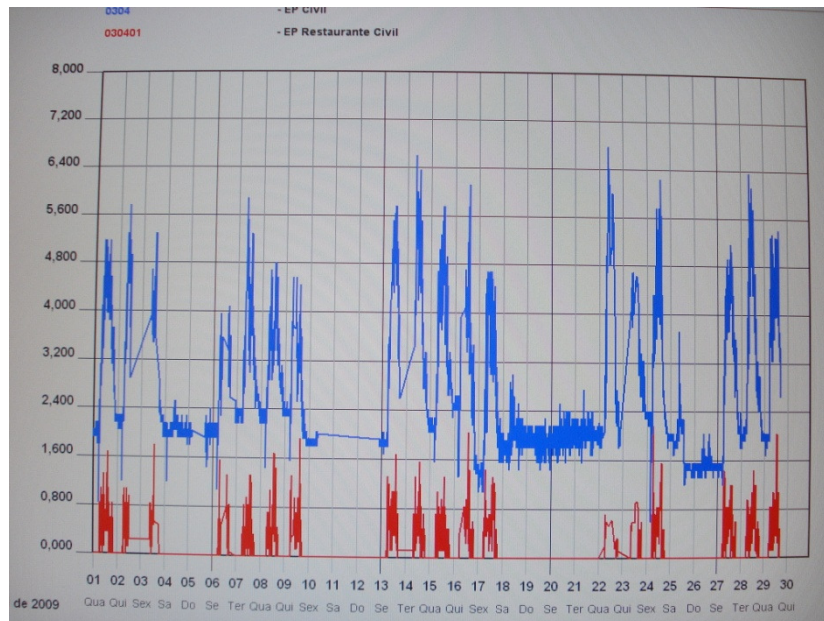
Os patamares indicam um fato alarmante: visto que não há (ou não deveria haver) pessoas transitando e utilizando água nesse período de tempo no prédio, pode-se identificar a causa aparentemente inexplicável deste consumo: ou há algum aparelho que consome água constantemente durante a madrugada, ou há vazamentos no encanamento. De fato, há um aparelho no laboratório do Hall Tecnológico que poderia ser a causa desse consumo constante: a câmara úmida (figura 75). Ela fica ligada 24 horas por dia, sete dias por semana, para serem realizados experimentos que envolvem o comportamento do concreto frente à umidade constante. No entanto, a água que é usada pelo Hall Tecnológico não provém da caixa d'água do prédio, mas sim de uma rede externa, a do CTCC (Centro de Técnicas de Construção Civil). Assim sendo, o consumo da câmara úmida não poderia ser registrado no gráfico da vazão de água para o prédio da Civil.



*Figura 75: A câmara úmida do Hall Tecnológico.*

Assim sendo, não restam dúvidas de que há um vazamento de água nos canos do prédio. As condições do encanamento são propícias para tal: os canos de ferro galvanizado são antigos (datam de cerca de 40 anos) e não há registros de trocas notáveis nos últimos anos. Esses fatos em conjunto levam a um gasto de cerca de 2,3 m<sup>3</sup> de água por hora, o que, por sua vez, leva os funcionários do PURA a considerar o caso do prédio da Engenharia Civil como “problemático”. Cabe adicionar que o PURA também tem arquivados outros registros de vazamentos grandes no mesmo local.

Já os pontos de mínimo se devem ao fato da rede de água que supre a Cidade Universitária ser uma só. Assim, quando as redondezas do prédio da Engenharia Civil começam a consumir água (por volta de seis horas da manhã), a pressão da água que sobe para a caixa d’água diminui sensivelmente. Desse modo, a vazão de água discriminada no gráfico cai. Quando o consumo de água no prédio começa de fato, essa pressão sobe, uma vez que mais água é requerida pelo prédio. É interessante lembrar que, se não houvesse o consumo constante de madrugada, não haveria picos de mínimo no gráfico. A figura 76 compara a vazão do prédio da Engenharia Civil com a do restaurante do prédio. Pode-se notar que a curva do restaurante (em vermelho) fica no zero durante a madrugada, o que era o esperado para a curva do prédio da Civil (em azul), o que não acontece.

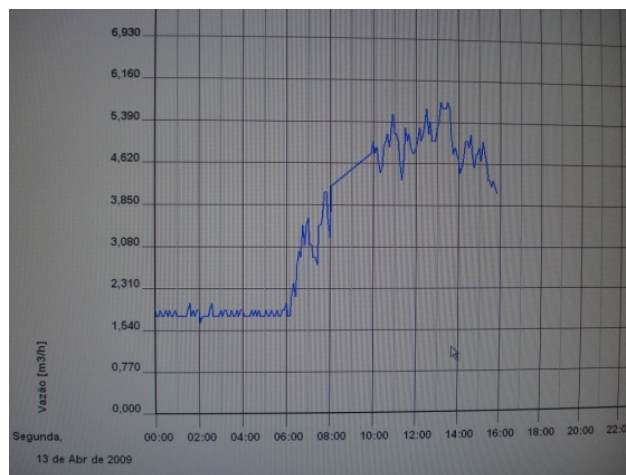


*Figura 76: Gráfico da vazão no prédio da Engenharia Civil (em azul) e no restaurante (em vermelho).*

O vazamento, que muito provavelmente existe, além de ser uma grande fonte de desperdício, também é extremamente difícil de ser localizado. Segundo o PURA, um pequeno furo, da ordem de milímetros poderia causar a vazão de 2,3 m<sup>3</sup>/h acusada no gráfico. Além disso, o fato de parte do encanamento estar dentro de galerias cobertas pelas placas removíveis de concreto dificulta a utilização de testes acústicos para a localização da origem do vazamento, uma vez que o colchão de ar interferiria de modo significativo nas ondas sonoras. No entanto, o PURA garante que o vazamento se localiza na parte interna do prédio: testes realizados com a caixa d'água evidenciaram que o problema não se localiza na região entre a caixa d'água e o prédio. O PURA ainda relata que, por mais de uma vez, empresas especializadas, como a BBL (Bureau Brasileiro Ltda.) mais recentemente, já foram contratadas para identificar a origem do vazamento. No entanto, nenhuma conseguiu localizar o vazamento e tampouco, obviamente, saná-lo.

O custo do metro cúbico, para entidades públicas, é de R\$ 4,04. Não é difícil de calcular o prejuízo mensal devido a este vazamento. Se vazam 2,3 m<sup>3</sup>/h, cada dia tem 24 horas e cada mês tem 30 dias, têm-se: 2,3 x 4,04 x 24 x 30 ~ 6700 reais de prejuízo por mês. Essa enorme quantia de dinheiro, se não estivesse sendo desperdiçada com um furo de 2 mm de diâmetro, poderia ser usada para fins mais interessantes à Universidade de São Paulo, à Escola Politécnica ou ao próprio prédio da Engenharia Civil, que poderia ganhar uma rede de canos nova.

Portanto, apesar de bem estruturado, o sistema de canos do prédio da Engenharia Civil está problemático, desperdiçando um grande volume de água por hora de funcionamento. Como forma de ilustrar ainda melhor o problema dos canos, ver a figura 77. Segundo os funcionários do PURA, o patamar constante (que está em aproximadamente 2 m<sup>3</sup>) deveria estar no zero até o início do horário de funcionamento, que é das seis horas da manhã.



*Figura 77: Gráfico cedido pelo PURA-USP, para o dia 13/04/2009. Notar novamente o consumo constante e diferente de zero na madrugada, o que caracteriza o vazamento.*

#### 4. Definição do Problema

Com a análise dos dados feita acima, foi possível definir o principal problema apresentado pelo encanamento do prédio: os dados cedidos pelo PURA-USP levam à conclusão de que, muito provavelmente, há vazamentos nos encanamentos.

O fato de as tubulações serem muito antigas e o fato de não ter havido freqüentes verificações e manutenções dos canos contribuem para a formação de focos de vazamento, que levam a um desperdício imenso de água e, conseqüentemente, a despesas desnecessárias com esta.

Dessa forma, o problema a ser resolvido é o dos vazamentos. Deve-se buscar a melhoria do encanamento do prédio.

## 5. Alternativas de Solução

Após avaliar o problema, foram propostas as seguintes alternativas:

- a) Construir um novo encanamento externo, ou seja, à frente das paredes, bem visível a quem frequenta o prédio.
- b) Construir um novo encanamento interno, ou seja, semelhante ao já existente.
- c) Detectar e consertar focos de vazamento de água.
- d) Restaurar os encanamentos de ferro galvanizado e revesti-los com uma resina protetora, a qual evitaria nova corrosão e taparia os eventuais buracos por dentro.

## 6. Definição dos Critérios de Avaliação

Os critérios de avaliação utilizados são os mesmos que foram definidos para restaurantes, CEC e bebedouros (página 62).

## 7. Determinação dos Méritos para os Critérios

Pode-se perceber que o critério Higiene se sobrepõe aos demais: de fato, ele é importantíssimo para a escolha da solução, uma vez que a saúde das pessoas é prioritária. Empatados, em segundo lugar, estão Economia e Conforto: dois critérios também relevantes para a decisão da solução, já que recursos financeiros economizados poderão ser investidos em outras atividades, e as pessoas iriam questionar uma solução que poderia ocasionar desconforto aos alunos, aos professores e aos funcionários que frequentam o prédio. Por fim, empatados em terceiro lugar, encontram-se os critérios Estético e Praticidade. Apesar de, em alguns casos, o fator estético ser considerável, na maioria das avaliações realizadas julgou-se que uma boa solução não deveria ser descartada se sua única desvantagem fosse deixar o ambiente esteticamente desagradável. Portanto, esse critério influencia as escolhas, mas apresenta menor peso. Quanto à praticidade, o peso também é pequeno, pois a melhor solução nem sempre é a mais prática, e sim a que proporciona maior probabilidade de se atingir o objetivo prioritário: a economia de água.



## 8. Escolha da Solução

Restaurar os encanamentos de ferro galvanizado e revesti-los com uma resina protetora, que evitaria nova corrosão e taparia os eventuais buracos por dentro foi a solução que venceu, uma vez que recebeu a maior nota na matriz de escolha da solução para a economia de água nos bebedouros (ver Anexos, página 132): 6,3.

Ela seria uma solução imediata e eficiente para o problema. O custo também seria menor do que o de quebrar as paredes e pagar funcionários para reconstrução.

Como essa solução não acarretaria grandes obras e transtornos decorrentes delas, ela proporciona bastante conforto para quem transita no prédio.

Outro ponto positivo seria o fato de que as paredes não teriam de ser quebradas nem “remendadas”.

Além disso, o problema seria resolvido instantaneamente. No entanto, seria necessária constante assistência aos encanamentos: a resina teria que ser reposta periodicamente. Além disso, os vazamentos poderiam voltar nesse meio tempo.

## 9. Especificação da Solução

Pela análise da matriz de decisão para o encanamento do Prédio da Engenharia Civil, a melhor solução seria utilizar um sistema de reabilitação de encanamentos.

Após a realização de pesquisas, foi selecionada uma empresa cujos serviços são adequados para reabilitar as tubulações do Prédio Paula Souza.

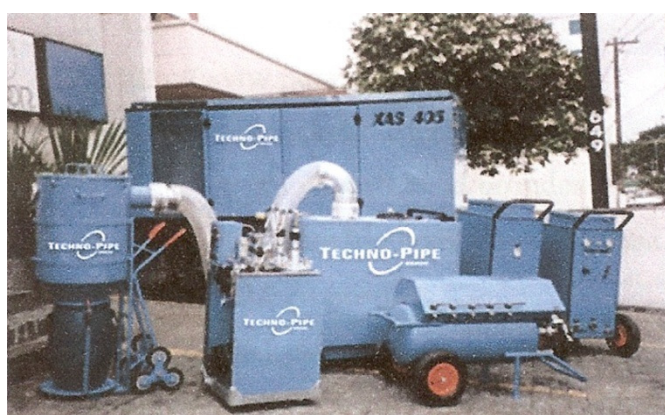
A empresa Techno-Pipe Brasil realiza um trabalho de limpeza pelo atrito de material abrasivo conduzido pelo fluxo de ar gerado por um compressor especial, que fornece ar na vazão e temperaturas adequadas e sem umidade. O abrasivo remove e leva consigo toda a craca depositada na tubulação. O sistema apresenta também um distribuidor que fornece ar e controla seu fluxo, um misturador de epóxi, que garante uma mistura homogênea e constante e um jateador para controle do volume e da pressão do abrasivo, o que garante uma limpeza sem danos aos canos. Além disso, também é componente do sistema um complexo de filtragem com pré-filtro, responsável pela captação de partículas pesadas, e filtro, responsável pela retenção de pó fino resultante da extração da ferrugem.

O processo de limpeza e revestimento envolve desde a coluna e os ramais até os registros e válvulas. Destaca-se o fato de que não há quebras e sujeiras nas áreas trabalhadas, o que não proporcionará desconforto aos estudantes, aos professores e aos funcionários. O único inconveniente transitório é a falta de água nos pontos alimentados pela coluna que será limpa. Após a montagem dos pontos, a tubulação é seca com ar tratado, sem umidade e em pressão menor que a da água que estava nos canos, garantindo que não haja estressamento da tubulação e sem causar vazamentos. Após a secagem, é feita a limpeza, restituindo o cano à sua forma original, havendo até mesmo um ganho de diâmetro interno ao retirar todas as cracas que existiam. Por fim, é aplicado um epóxi especial que evita que a corrosão volte, além de acabar com os pontos fracos da tubulação que, após esse revestimento, não terá mais costuras ou emendas.

O serviço dessa empresa custa, em média, R\$8.500,00 – orçamento avaliado para um edifício de 10 andares, com registro geral por apartamento – e o prazo de execução do serviço é de 4 dias. O preço cobrado para o serviço convencional de empresas regularmente estabelecidas da área de instalação hidráulica e de reformas varia de R\$5.500,00 a R\$13.000,00, e o prazo de execução do serviço varia de 20 a 30 dias.

Se a reabilitação eliminar, de fato, todos os vazamentos existentes no encanamento do prédio, haverá uma enorme economia de água: segundo os dados do PURA/USP, os vazamentos levam a um desperdício de 2,3m<sup>3</sup> de água por hora. Assim sendo, haverá uma economia de 19.872m<sup>3</sup> de água por ano, o que corresponde a uma redução de R\$80.282,88 na conta de água.

O custo do sistema de reabilitação seria compensado em pouco mais de um mês, o significa que, realmente, a adoção dessa solução seria bastante vantajosa.



*Figura 78: Equipamentos da empresa Techno-Pipe*

*Figura 79: Cano com "craca" em seu interior*

## Conclusão

Ao realizar este trabalho, adquiriram-se dados sobre uma das mais importantes instalações da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o Edifício Paula Souza, ou, como é conhecido pelos alunos, o Prédio da Engenharia Civil. Em meio a todo o conhecimento que circula no ambiente, infelizmente também foram encontrados inúmeros casos de desperdício de água.

Nos lagos e jardins, a situação é de descuido. A limpeza do local, por sua vez, ocorre raramente. Apesar de, nestes três aspectos, a economia de água ser a maior encontrada, como consequência, o fator estético fica altamente prejudicado. Para reverter essa situação de desequilíbrio, foi proposto o uso de elódeas, plantas aquáticas de crescimento rápido que inibem a proliferação das algas responsáveis pela coloração esverdeada da água, em conjunto com a implantação de um filtro de água que se utiliza de radiações ultravioleta (UV). Quanto aos jardins, que apresentavam uma irrigação deficitária, foi escolhida, respectivamente, para os internos e os externos, a implantação da irrigação por gotejamento e por aspersão. À limpeza, por sua vez, foi proposta a troca do piso por um que não sujasse tanto quanto o atual e que fosse de mais fácil lavagem. Entretanto, essa solução é inviável, devido a seu alto custo de implantação, sendo mais conveniente manter o atual piso. Cabe ressaltar que os jardins, os lagos e a limpeza representam a menor fração do desperdício de água no edifício.

Nos sanitários, fora o mau cheiro e a falta de privacidade, foi constatado um desperdício de água devido à preferência dos usuários de utilizarem as cabines – e não os mictórios (mesmo que apenas para urinar) – e devido às torneiras e aos vasos sanitários mal regulados. Para resolver tais problemas, foram propostas: a instalação dos mictórios *water free*, que reduzem o consumo de água a zero; a instalação de arejadores nas torneiras, tornando o fluxo de água mais suave e constante, evitando grandes desperdícios; a implantação de descargas com acionamento duplo, que evitam um consumo de água muito elevado para um uso que não demanda tanta água.

Em relação ao restaurante, foi identificado um consumo de água excessivo durante a lavagem da louça. Para evitá-lo, foi proposta a compra de uma segunda máquina de lavar louça, semelhante à já existente, para agir em conjunto com esta. No Centro Acadêmico, não há gastos significativos, apenas com a lavagem dos pincéis, para a qual foi proposto o uso de uma bacia, para evitar o uso da água corrente. Por fim, aos bebedouros, que estão velhos e

enguiçados, foi proposta a troca dos que se encontram na área comum. Cabe ressaltar que o desperdício de água devido aos bebedouros é ínfimo, e, portanto, esta solução visa mais ao conforto dos usuários do que à economia de água.

Quanto aos Laboratórios, também foi identificado desperdício de água de modo geral, o que já era esperado, pois os estes utilizam água para realizar inúmeros testes e para lavar de máquinas e instrumentos. Como solução para eliminar este desperdício, foi proposta a utilização de um sistema de captação da água pluvial. Essa água proveniente das chuvas seria armazenada e usada para cobrir parte dos gastos de água nos Laboratórios.

Já em relação aos encanamentos, analisando-se os dados do PURA-USP, constatou-se que há vazamentos, que se devem principalmente ao fato de os canos serem muito antigos e não terem sido trocados nos últimos anos. Esses vazamentos são difíceis de localizar e causam um desperdício imenso de água e, conseqüentemente, de dinheiro. Para solucionar esse problema, propõe-se restaurar os encanamentos de ferro galvanizado e revesti-los com uma resina protetora, que evitaria nova corrosão e taparia os eventuais buracos por dentro. Esta solução é eficiente, imediata e razoável do ponto de vista econômico.

Comparando-se as soluções escolhidas para este trabalho, percebe-se que elas diferem muito entre si: algumas delas cortam o desperdício imediatamente, outras não os resolvem diretamente, mas propõem utilização de outras fontes de água para cobri-los. Apesar dessas diferenças, todas as soluções visam à economia de água no final do processo, levando-se sempre em consideração sua viabilidade econômica e seu impacto no conforto do ambiente do prédio.

A realização deste trabalho não se deu somente para que, ao final, fossem propostas várias soluções para acabar com o desperdício no Edifício Paula Souza. No decorrer de todo o período no qual o trabalho foi realizado, foi possível angariar uma grande quantidade de conhecimento sobre vários aspectos que antes eram desconhecidos, como, por exemplo, o modo de distribuição de água pelo estado, a logística de funcionamento de um restaurante, a complexidade de um laboratório que conta com máquinas e emprego de tecnologia avançada, conhecimentos básicos de hidráulica, entre outros. Não obstante, este estudo foi de grande importância para reforçar a consciência de que a água deve ser poupada, consciência esta que, por muitas vezes, cai no esquecimento. Pôde-se ter noção de que um pequenino vazamento pode ocasionar o desperdício de milhares de metros cúbicos e a gerar a despesa de milhares de reais. Além disso, pôde-se perceber ainda mais como a água faria uma falta imensurável na

vida de todas as pessoas e pôde-se visualizar a magnitude com a qual a falta de água inviabilizaria praticamente todos os tipos de estudos, tecnologias e aplicações destes. Em suma, fixou-se ainda mais a idéia de que a água é um bem preciosíssimo e que, portanto, deve ser poupada.

Espera-se que, de maneira análoga, a realização deste trabalho conscientize ainda mais as partes envolvidas nas áreas e nos serviços estudados (funcionários, alunos, professores). De fato, a realização de tal projeto não surtirá o efeito desejado se apenas aqueles que se envolveram em sua elaboração fossem sensibilizados em relação ao assunto. A ação de poupar a água não pode ser olvidada por ninguém.

Por fim, também se espera que as soluções propostas sejam colocadas em prática, na medida do possível. A implantação destas soluções que, cabe lembrar, foram escolhidas visando não somente à economia de água, mas também a sua viabilidade econômica, garantirá, certamente, uma grande otimização no uso da água no local, bem como a economia desta, por consequência. Deste modo, o objetivo sumo de todo o trabalho será atingido: a água será economizada, e o meio ambiente, o futuro e a vida de toda a raça humana serão poupados de um triste fim.

# Bibliografia

## **Paisagismo**

- 1) [http://pt.wikipedia.org/wiki/Kokei\\_Uehara](http://pt.wikipedia.org/wiki/Kokei_Uehara)
- 2) <http://www.cubos.com.br/>
- 3) <http://www.jardimdeflores.com.br/JARDINAGEM/A09irrigacao.htm>
- 4) <http://www.catep.com.br/dicas/SISTEMAS%20DE%20IRRIGACAO%20CASEIRA.htm>
- 5) <http://www.irricenter.com.br/irrigacao.asp>
- 6) <http://casa.hsw.uol.com.br/irrigacao3.htm>
- 7) [http://www.jardineiro.net/br/artigos/problemas\\_lagos.php](http://www.jardineiro.net/br/artigos/problemas_lagos.php)
- 8) [http://www.aquahobby.com/garden/b\\_egeria.php](http://www.aquahobby.com/garden/b_egeria.php)

## **Sanitários**

- 1) <http://shopping.msn.com/prices/sleek-look-by-matrix-smoothing-system-water-free-spray/itemid70232920/?itemtext=itemname:sleek-look-by-matrix-smoothing-system-water-free-spray>
- 2) <http://www.nextag.com/waterfree-urinal/products.html>
- 3) <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=0&proj=pura&pub=T&db=&docid=58704763E5380E548325711B0050C88B>
- 4) <http://preco2.buscape.com.br/banheiros-cozinhas--mictorio.html>
- 5) [http://www.precomania.com/search\\_attrib.php/page\\_id=1538/](http://www.precomania.com/search_attrib.php/page_id=1538/)
- 6) <http://bancodedados.cptec.inpe.br/climatologia/Controller>
- 7) <http://pt.wikihow.com/Reduzir-a-Quantidade-de-Água-Usada-na-Descarga-da-Privada>
- 8) [http://www.deca.com.br/port/uso\\_agua/sistemas.asp](http://www.deca.com.br/port/uso_agua/sistemas.asp)
- 9) <http://www.cec.com.br/>

## **Restaurantes, CEC, Encanamentos**

- 1) <http://www.aeasc.com.br/informativo03.htm>
- 2) <http://en.wikipedia.org/wiki/Water>

- 3) <http://www.planetaorganico.com/aguadisp.htm>
- 4) [http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/ag\\_distribuicao.html](http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/ag_distribuicao.html)
- 5) <http://oglobo.globo.com/ciencia/mat/2007/04/29/295559263.asp>
- 6) <http://www.belezabacana.wordpress.com/a-dica-da-semana-e/>
- 7) <http://www.pura.poli.usp.br>
- 8) <http://www.cookplan.com.br/equipamentos/higienizacao/lava-louca-e-talheres-NT300.shtml>
- 9) <http://www.ibbl.com.br/id/br/index.htm>
- 10) <http://www.engefrio.com/php/categorias.php?gid=405e26&gcesta=405e26&cat=2&familia=223&grupo=1>
- 11) <http://casa.hsw.uol.com.br/construcao-de-uma-casa14.htm>
- 12) <http://casa.hsw.uol.com.br/como-consertar-encanamentos.htm>
- 13) <http://www.encanamentos.com.br/pqmelhor.htm>
- 14) <http://www.construcaomercado.com.br/IC/>

### **Laboratórios**

- 1) <http://www.laleva.cc/environment/water.html>
- 2) <http://www.cunolatina.com.br/dicas.htm#agua1>
- 3) <http://ciencia.hsw.uol.com.br/mundo-sem-agua.htm>
- 4) <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=266>
- 5) <http://casa.hsw.uol.com.br/ar-condicionado.htm>
- 6) [http://www.alfaequipamentos.com.br/br/produto\\_015.html](http://www.alfaequipamentos.com.br/br/produto_015.html)
- 7) <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/>
- 8) <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/include/getdoc.php?id=177&article=57&mode=pdf>
- 9) [http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE\\_01120.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE_01120.pdf)
- 10) <http://www.fabrimar.com.br/prodserv.asp?op=3&tipo=2>
- 11) <http://www.sabesp.com.br>
- 12) <http://www.cunolatina.com.br/dicas.htm>
- 13) <http://www.terra.com.br/revistaplaneta>
- 14) <http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/14-2/artpdf/a6.pdf>
- 15) <http://libdigi.unicamp.br/document/?down=vtls000300914>
- 16) <http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=26575>



- 17) <http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2939.pdf>
- 18) [http://www.e-science.unicamp.br/leipsis/admin/publicacoes/documentos/publicacao\\_572\\_ENTAC2006\\_3412\\_3419.pdf](http://www.e-science.unicamp.br/leipsis/admin/publicacoes/documentos/publicacao_572_ENTAC2006_3412_3419.pdf)
- 19) [http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_565.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_565.html)
- 20) [http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd\\_artigo\\_ren=1059](http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1059)
- 21) [http://www2.sabesp.com.br/agvirtual2/tarifas/tarifa\\_sabesp\\_00108.pdf](http://www2.sabesp.com.br/agvirtual2/tarifas/tarifa_sabesp_00108.pdf)
- 22) [http://74.125.47.132/search?q=cache:cK0gcJlp8LQJ:www.rbmet.org.br/port/revista/revista\\_dl.php%3Fid\\_artigo%3D837%26id\\_arquivo%3D1722+CL%C3%93VIS+ANGELI+SANSIGOLO&cd=8&hl=en&ct=clnk](http://74.125.47.132/search?q=cache:cK0gcJlp8LQJ:www.rbmet.org.br/port/revista/revista_dl.php%3Fid_artigo%3D837%26id_arquivo%3D1722+CL%C3%93VIS+ANGELI+SANSIGOLO&cd=8&hl=en&ct=clnk)

# Anexos

## I – Paisagismo

Matrizes de escolha das soluções e justificativas

a) *Jardins:*

*Matriz 1: Soluções para os jardins internos*

Critério/solução	Deixar como está	Aspersão	Gotejamento
Economia de água	3,0 x 2,5/12	5,0 x 2,5/12	8,0 x 2,5/12
Custo de implantação	10,0 x 2,0/12	8,0 x 2,0/12	5,0 x 2,0/12
Custo de manutenção	7,0 x 3,0/12	7,0 x 3,0/12	6,0 x 3,0/12
Ambiente	5,0 x 4,5/12	4,0 x 4,5/12	8,0 x 4,5/12
Total	5,9	5,6	7

*Matriz 2: Soluções para os jardins externos*

Critério/solução	Deixar como está	Aspersão	Gotejamento
Economia de água	10 x 2,5/12	8 x 2,5/12	8 x 2,5/12
Custo de implantação	10,0 x 2,0/12	8,0 x 2,0/12	3,0 x 2,0/12
Custo de manutenção	10,0 x 3,0/12	8,0 x 3,0/12	5,0 x 3,0/12
Ambiente	5,0 x 4,5/12	9,0 x 4,5/12	10,0 x 4,5/12
Total	8,1	8,4	7,2

*Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para os Jardins*

- **Deixar como está:** baixa economia e aproveitamento da água, e também proporciona um ambiente apenas tolerável.
- **Aspersão:** razoável economia de água e de baixo custo de implantação e manutenção. Como as plantas dos jardins internos não são rasteiras pode haver bloqueio do jato de água, diminuindo assim a eficiência do método de irrigação, pois parte do jardim não receberá água, podendo ser até pior que o atual. Em contrapartida, este método pode ser bem utilizado no jardim externo, afinal, a presença predominante de gramados neste proporcionará irrigação uniforme sobre a área.
- **Gotejamento:** método que proporciona a mais elevada economia e aproveitamento da água. Custo de implantação e de manutenção baixo.

b) *Lagos ornamentais:*

*Matriz 3: Soluções para os lagos ornamentais*

Critério/solução	Deixar como está	Kit filtragem	Terceirização	Elódeas
Economia de água	8,0 x 2,5/12	9,0 x 2,5/12	8,0 x 2,5/12	10,0 x 2,5/12
Custo de implantação	10,0 x 2,0/12	2,0 x 2,0/12	10,0 x 2,0/12	9,0 x 2,0/12
Custo de manutenção	8,0 x 3,0/12	6,0 x 3,0/12	3,0 x 3,0/12	8,0 x 3,0/12
Ambiente	2,0 x 4,5/12	9,0 x 4,5/12	7,0 x 4,5/12	9,0 x 4,5/12
Total	6,1	7,1	6,7	9

*Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para os Lagos ornamentais*

- **Deixar como está:** proporciona bastante economia de água, porém oferece baixo conforto devido ao mau cheiro e de baixo valor estético devido à água esverdeada.
- **Instalação de um “kit filtragem”:** possibilita que a água circule sem necessidade de troca, oferece elevado conforto aos frequentadores do prédio e possui alto valor estético, pois deixará a água límpida e cristalina. Possui baixo custo de manutenção, mas um elevado custo de implantação.
- **Terceirização da limpeza:** economiza água, oferece conforto aos estudantes e possui bom valor estético. Não possui custo de implantação, mas um elevado custo de manutenção.
- **Introdução de Elódeas:** não provoca alteração substancial no consumo de água, apenas o que a planta necessita para sobreviver. Baixo custo de implantação e manutenção, e proporciona uma melhora significativa na beleza dos laguinhos.

c) *Limpeza:*

*Matriz 4: Soluções para a limpeza*

Critério/solução	Deixar como está	Aspirador de pó	Pisos
Economia de água	5,0 x 2,5/12	10,00 x 2,5/12	5,00 x 2,5/12
Custo de implantação	10,0 x 2,0/12	3,0 x 2,0/12	0,0 x 2,0/12
Custo de manutenção	8,0 x 3,0/12	8,0 x 3,0/12	8,0 x 3,0/12
Ambiente	5,0 x 4,5/12	5,0 x 4,5/12	10,0 x 4,5/12
Total	6,6	6,5	6,8

*Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para a Limpeza*

- **Deixar como está:** não se tem controle sobre o gasto de água. O lugar fica aparentemente limpo, apesar do piso do prédio aparentar sujeira.
- **Alternância com aspirador de pó:** método livre do uso da água, e, o lugar ficará certamente limpo, pois a limpeza será aspirada, mas tem o incomodo barulho do aspirador, que para uma escola não é recomendável. Alto custo para comprar os aspiradores e gerará aumento no consumo de energia elétrica.
- **Troca dos pisos:** o simples fato de trocar os pisos não gera mudança no consumo de água, tem um custo absurdo de implantação, mas é um bem durável por muito tempo. Apesar disso, o ambiente ficará mais claro e agradável.

## II – Sanitários

Matrizes de escolha das soluções e justificativas

a) *Mictórios:*

*Matriz 5: Soluções para os mictórios*

Critério/Solução	Water-free	Poço artesiano/água da chuva	Vávula automática	Mictórios individuais
Higiene	5 x 0,35	-	-	2 x 0,35
Custo de obra	1 x 0,3	0 x 0,3	2 x 0,3	5 x 0,3
Economia de água	5 x 0,25	4 x 0,25	3 x 0,25	1 x 0,25
Qualidade da água	-	1 x 0,05	-	3 x 0,05
Praticidade/Manutenção/Limpeza	3 x 0,05	2 x 0,05	3 x 0,05	4 x 0,05
Total	3,45	1,15	1,5	2,8

### *Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para os Mictórios*

As diferentes alternativas cogitadas para resolver os problemas relacionados aos mictórios foram: a implementação do sistema *water free*, a substituição do mictório coletivo por mictórios individuais, a instalação de uma válvula automática e, pelo fato de a água utilizada nos mictórios ser menos nobre, recolher água da chuva ou construir um poço artesiano.

- **A implantação do sistema *water free*** conduz a uma economia total no consumo da água. Nesse quesito, portanto, sua nota é máxima, igual a 5. Por outro lado, seu custo é elevado já que cada mictório *water free* custa em média 260U\$ e seu refil 29U\$. Assim, nesse quesito, a nota é baixa e igual a 1. Pelo fato de o sistema não utilizar água, a qualidade da água não importa e a alternativa fica sem nota neste quesito. O refil tendo uma vida útil bastante prolongada, dispensa manutenção e limpeza freqüentes e no quesito praticidade, a alternativa fica com nota 3. Finalmente, a higiene nesse sistema é muito elevada e a nota nesse critério é máxima.
- **A substituição do mictório coletivo por mictórios individuais** é, com certeza, a opção mais barata e, portanto, no quesito custo, fica com nota máxima. Entretanto, a troca de um mictório coletivo apenas não acarreta grande economia de água e neste critério, a nota é baixa, igual a 1. Como a qualidade da água não mudaria apenas com a troca do tipo de mictório, a nota nesse critério é 3 já que a água proveniente da SABESP tem boa qualidade. No critério praticidade, a nota é alta (igual a 4) já que exigiria apenas a limpeza habitual e não exigiria, como no sistema *water free*, a troca periódica do refil. A higiene, por sua vez, é regular e recebe nota 2.
- **A coleta da água da chuva ou a construção de um poço artesiano** são, notadamente, as soluções com maior custo de implantação. Assim, no quesito custo, a nota é mínima. A economia de água seria bastante elevada e assim, a nota para esse critério é elevada e igual a 4. A qualidade da água, no entanto, não seria elevada e a nota é 1 nesse critério. Além disso, provavelmente, essas medidas acarretariam manutenção freqüente e, portanto, para esse critério, a nota é 2. A higiene não seria muito afetada por essas medidas e, portanto, não há nota.
- Finalmente, **a instalação de válvulas automáticas** reduziria o consumo de água em 50%, sendo assim, a nota para o quesito economia é alta e igual a 3. Entretanto, as peças não são baratas (pesquisando, acharam-se válvulas que custassem até 300R\$ mas elas custam, em média, 135R\$) e assim, no quesito custo, a nota é

igual a 2. A praticidade é razoável e a nota no quesito é igual a 3. Nem a qualidade da água nem a higiene são afetadas pela instalação das válvulas.

b) *Torneiras:*

*Matriz 6: Soluções para as torneiras*

Critério/solução	Torneiras a fecho eletrônico	Torneiras a fecho automático	Arejadores de vazão
Custo	0 x 0,25	3 x 0,25	5 x 0,25
Praticidade	5 x 0,05	3 x 0,05	2 x 0,05
Higiene	5 x 0,3	3 x 0,3	2 x 0,3
Economia	3 x 0,2	2 x 0,2	5 x 0,2
Qualidade	-	-	-
Total	2,35	2,2	2,95

*Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para as Torneiras:*

Para a resolução dos problemas relacionados às torneiras, foram pensadas as seguintes alternativas: implantar torneiras com sensores de presença humana (fecho eletrônico e fecho automático), reduzindo o consumo ao mínimo necessário, utilizar arejadores, o que pode limitar o fluxo a 6 litros por minuto.

- **A implantação de torneiras a fecho eletrônico** acarretaria numa economia de água de aproximadamente 40%. Assim, no quesito economia, a nota é alta e é igual a 3. Entretanto, estas torneiras são caras (custam em média 400 R\$) e, por isso, no quesito custo, a nota é baixa e vale 0. A qualidade da água não é afetada pela instalação destas torneiras e, portanto, não há nota. Pelo fato de não haver necessidade de o usuário sequer encostar na torneira, a higiene é a mais adequada possível e a nota para este quesito é máxima. Em termos de praticidade, a nota é máxima também.
- **A implantação de torneiras a fecho automático** acarretaria por sua vez numa economia de água de aproximadamente 20%, ou seja, menor do que a implantação das torneiras a fecho eletrônico. A nota para o quesito economia é, então, 2. Porém, estas torneiras são mais baratas (custam em média 135R\$) e, portanto, a nota para o quesito custo é alta e vale 3. Novamente, a qualidade da água não é afetada pela instalação destas torneiras e então, não há nota. A higiene e praticidade também são elevadas mas menores se comparadas com as torneiras a fecho eletrônico. A notas para esses critérios é 3.

- **A instalação dos arejadores** (que são roscas internas adicionadas à torneira que liberam água e ar ao mesmo tempo e tornam a vazão constante) acarretaria uma economia de água de até 75%. Assim, a nota no quesito economia é máxima. Essas peças custam apenas 15R\$ em média. Assim, a nota também é máxima para o quesito custo. Novamente, a qualidade da água não é afetada pela instalação dessas peças. No critério higiene, a nota é baixa e vale 2. A praticidade também não é muito afetada e a nota para esse critério também é baixa e vale 2.

### III – Restaurante, Centro Acadêmico e Bebedouros

Matrizes de escolha das soluções e justificativas

a) *Restaurante do Prédio da Engenharia Civil:*

*Matriz 7: Soluções para o restaurante*

Critério/solução	Retirar restos manualmente	Treinamento e conscientização	Capacidade máxima	Uso de duas máquinas
Economia	9 x 0,2	7 x 0,2	10 x 0,2	7 x 0,2
Higiene	6 x 0,4	7 x 0,4	*0 x 0,4	8 x 0,4
Conforto	2 x 0,2	*0 x 0,2	*0 x 0,2	7 x 0,2
Estético	6 x 0,1	*0 x 0,1	*0 x 0,1	*0 x 0,1
Praticidade	4 x 0,1	1 x 0,1	6 x 0,1	7 x 0,1
Total	5,6	4,3	2,6	6,7
Nota norm.	5,6	7,2	6,5	8,4

\* Critérios indiferentes à solução apresentada.

#### *Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para o Restaurante*

- **Retirar os restos de comida manualmente**, jogando-os para fora do prato (o funcionário escalado para realizar essa etapa da limpeza utilizaria uma luva para não entrar em contato direto com os restos):
  - ✓ *Critério Econômico:* A solução contribui bastante para a economia de água e, conseqüentemente, do dinheiro que seria gasto com o desperdício.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Os pratos permaneceriam sujos, mas, como essa solução diz respeito a somente uma etapa da limpeza, em etapas posteriores o prato seria devidamente lavado.

- ✓ *Critério Conforto:* Para o funcionário, pode ser desagradável ter de retirar os restos de comida com a mão.
- ✓ *Critério Estético:* Pode ser que restos de comida difíceis de retirar permaneçam no prato.
- ✓ *Critério Praticidade:* O processo será mais lento do que com a utilização do esguicho de água.
- **Treinamento e conscientização dos funcionários,** para que utilizem corretamente as máquinas de lavar louça e evitem o uso da água em atividades em que seu emprego não é fundamental.
  - ✓ *Critério Econômico:* Pode ser que essa solução não seja eficaz na economia de água, pois, provavelmente, alguns funcionários não irão pôr em prática aquilo para que foram treinados.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Os funcionários, em teoria, passariam a gastar menos água. Uma desvantagem seria a possibilidade de eles utilizarem menos água do que o necessário para uma lavagem eficiente, comprometendo a higienização.
  - ✓ *Critério Conforto:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Estético:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Praticidade:* Solução pouco prática, uma vez que os funcionários demorarão mais para realizar os mesmos serviços que realizavam anteriormente.
- **Usar a máquina de lavar louça somente quando houver lotação máxima.**
  - ✓ *Critério Econômico:* Obtém-se máxima otimização da lavagem das louças.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Esse critério é indiferente à solução apresentada. Para uma máquina de lavar louça, lavar um prato ou cem pratos resulta, ao final da lavagem, no mesmo grau de limpeza.
  - ✓ *Critério Conforto:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Estético:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Praticidade:* Não é muito prático, pois retarda o fluxo de pratos.
- **Comprar outra máquina de lavar louças** para agir em conjunto com a já existente na cozinha do restaurante.
  - ✓ *Critério Econômico:* A máquina de lavar louça consome menos água do que a lavagem manual. Portanto, haveria um gasto menor do que com a lavagem manual de parte da louça suja. Porém, gastar-se-ia dinheiro com a compra de uma nova máquina.
  - ✓ *Critério Higiênico:* A máquina proporciona limpeza satisfatória da louça.



- ✓ *Critério Conforto:* Não haverá necessidade de pessoas lavarem a louça manualmente, sendo que os funcionários que estavam encarregados dessa atividade estarão disponíveis para realizar outras.
- ✓ *Critério Estético:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
- ✓ *Critério Praticidade:* A máquina é mais prática, mas exige manutenção.

b) Centro Acadêmico da Engenharia Civil (CEC)

*Matriz 8: Soluções para o CEC*

Critério/solução	Bacia para lavar pincéis	Detergente ou removedor
Economia	7 x 0,2	9 x 0,2
Higiene	7 x 0,4	6 x 0,4
Conforto	9 x 0,2	*0 x 0,2
Estético	*0 x 0,1	7 x 0,1
Praticidade	7 x 0,1	7 x 0,1
Total	6,7	5,6
Nota norm.	8,4	7,0

\* Critérios indiferentes à solução apresentada.

*Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para o CEC*

- **Aquisição de uma bacia para lavar pincéis.**
  - ✓ *Critério Econômico:* Economiza água, mas há gastos à parte com a compra das próprias bacias.
  - ✓ *Critério Higiênico:* A bacia evitaria a mistura de resíduos de tinta com comida, uma vez que, na pia em que se lavam os pincéis, também são lavados alimentos.
  - ✓ *Critério Conforto:* A bacia pode ser instalada em qualquer local
  - ✓ *Critério Estético:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Praticidade:* A pia fica desocupada, havendo espaço para a realização de outras atividades.
- **Remover a tinta dos pincéis** com detergente diluído em uma quantidade menor de água ou com um removedor de tinta.
  - ✓ *Critério Econômico:* A diluição de algum xampu ou removedor de baixo custo exigiria menos água no processo de lavagem dos pincéis.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Os produtos químicos podem agredir as mãos.
  - ✓ *Critério Conforto:* Este critério é indiferente à solução apresentada.

- ✓ *Critério Estético:* Os pincéis ficam mais limpos do que se tivessem sido lavados só com água.
- ✓ *Critério Praticidade:* A limpeza é feita de forma mais rápida e eficaz, mas os pincéis ficam ocupando espaço na pia.

c) *Bebedouros do Prédio da Engenharia Civil*

*Matriz 9: Soluções para os bebedouros*

Critérios/solução	Troca de bebedouros	Conserto
Economia	6 x 0,2	7 x 0,2
Higiene	*0 x 0,4	*0 x 0,4
Conforto	8 x 0,2	6 x 0,2
Estético	10 x 0,1	*0 x 0,1
Praticidade	7 x 0,1	7 x 0,1
Total	4,5	3,3
Nota norm.	5,6	5,5

\* Critérios indiferentes à solução apresentada.

*Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para os Bebedouros*

- **Trocar por novos e mais modernos bebedouros.**
  - ✓ *Critério Econômico:* A aquisição dos bebedouros seria cara, mas, com novos aparelhos, não haveria tanto desperdício.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Conforto:* Bebedouros mais modernos são mais confortáveis de se usar.
  - ✓ *Critério Estético:* Novos modelos de bebedouro são mais bonitos e apresentam designs mais modernos.
  - ✓ *Critério Praticidade:* O manuseio dos botões é facilitado em modelos mais novos.
- **Consertar os bebedouros** que estão quebrados ou que apresentam mau funcionamento.
  - ✓ *Critério Econômico:* Essa solução seria apenas temporária, pois o bebedouro, muito provavelmente, quebraria novamente.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Conforto:* Os botões dos aparelhos continuariam duros e o fluxo de água logo ficaria desregulado após o conserto, causando desconforto no usuário.
  - ✓ *Critério Estético:* Este critério é indiferente à solução apresentada.

- ✓ *Critério Praticidade:* Resolveria instantaneamente o problema, embora, muito provavelmente, duraria pouco.

#### IV – Laboratórios

Matriz de escolha das soluções e justificativas

*Matriz 10: Soluções para os laboratórios*

Critério/solução	Reutilização da água de refrigeração	Captação de água pluvial	Captação da água de lavagem	Novos destiladores
Didático	4 x 0,300	4 x 0,300	4 x 0,300	4 x 0,300
Segurança	4 x 0,325	4 x 0,325	4 x 0,325	4 x 0,325
Custo inicial	2 x 0,200	0 x 0,200	2 x 0,200	0 x 0,200
Custo manutenção	3 x 0,100	5 x 0,100	3 x 0,100	5 x 0,100
Economia de água	1 x 0,075	5 x 0,075	1 x 0,075	1 x 0,075
Nota Total	3,28	3,38	3,28	3,08
Nota final	2,07	2,33	2,07	0,27

*Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para os Laboratórios*

- **Sistema cíclico de reutilização da água utilizada para refrigeração.**

Os funcionários não souberam fornecer informações precisas quanto à quantidade de água empregada em tais aparelhos. Sabe-se, porém, que esta quantidade é pequena, devido à maneira como funciona a refrigeração na Máquina de Serra e na Retífica. Logo, a economia resultante de água não será muito significativa frente ao consumo total. O custo de implantação de um sistema de reutilização seria razoavelmente alto, visto que será necessário fazer um sistema tratamento da água. Há também um custo para manter tal sistema. Havendo tal reutilização, a função didática e a segurança dos experimentos não serão alteradas.

- ✓ Didático – 4
- ✓ Segurança – 4
- ✓ Custo Inicial – 2
- ✓ Custo Manutenção – 3
- ✓ Economia de Água – 1

- **Captação e tratamento da água pluvial.**

Implantar um sistema de captação e tratamento de água da chuva é bastante complicado. De acordo com Simone May - em sua dissertação apresentada à Escola Politécnica para obtenção do título de mestre em Engenharia, cujo título é “Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não-Potável em Edificações” -, o reservatório de água da chuva é o componente mais caro, e seu dimensionamento deve levar em conta aspectos como as necessidades do usuário e as condições pluviométricas do clima local. Levando em conta o consumo de água dos laboratórios e as boas condições pluviométricas de São Paulo, tal reservatório não seria muito grande, porém não deixa de ser um alto investimento. Além disso, a água da chuva deve passar por filtração e tratamento antes de ser empregada para qualquer que seja a finalidade. Tais tratamentos requerem também um alto custo de instalação.

- ✓ Didático – 4
- ✓ Segurança – 4
- ✓ Custo Inicial – 0
- ✓ Custo Manutenção – 5
- ✓ Economia de Água – 5

- **Captação da água das lavagens de equipamentos.**

Como já mencionado anteriormente, a captação e reutilização de água com grande quantidade de impurezas torna-se difícil devido ao tratamento pelo qual esta água deve passar, o qual apresenta altos custos de implantação e manutenção. Tal custo poderia ser recompensado se fosse realmente grande a redução do consumo, mas mais uma vez não é este o caso.

- ✓ Didático – 4
- ✓ Segurança – 4
- ✓ Custo Inicial – 2
- ✓ Custo Manutenção – 3
- ✓ Economia de Água – 1

- **Aquisição de novos destiladores.**

De acordo com as informações obtidas anteriormente pelo grupo responsável por laboratórios, de que cada um dos 5 destiladores é usado por 4 horas diárias, destilando 20 litros horários e desperdiçando 44,5 litros por litro de água destilada, o consumo dos destiladores seria de cerca de 370m<sup>3</sup> mensais. Comparado ao consumo mensal médio do prédio, que foi de 1797m<sup>3</sup> em 2008, tal consumo representa cerca de 20% do total, parecendo inconsistente. Desta forma, os grupos procuraram informações mais precisas a respeito da utilização dos destiladores, e a informação obtida no Laboratório de Saneamento e Hidráulica foi a seguinte:

- Cerca de dois litros de água desperdiçados para cada litro de água destilada;
- Capacidade de 8 litros/hora;
- Necessidade de 80 litros de água destilada por semana;
- Aparelhos de tecnologia moderna.

Quanto aos destiladores dos demais laboratórios, não foi obtida informação alguma a respeito do modelo e/ou características de funcionamento. Sabe-se apenas que são 2 aparelhos, um no Hall Tecnológico e o outro no Laboratório de Microestruturas. Estimando que eles trabalhem por seis horas diárias (o que é pouco provável) e apresentem funcionamento semelhante ao dos demais, o consumo mensal combinado dos cinco destiladores não passaria de 10m<sup>3</sup>.

Destiladores novos apresentariam um alto custo de implantação, para obter-se diferença mínima no consumo, já que os destiladores atuais são modernos e o máximo que se conseguiria reduzir seria não mais que 30%, com aparelhos ainda mais caros e mais lentos. Conclui-se, portanto, que a troca dos destiladores é, além de cara, desnecessária. O custo de manutenção será o mesmo atual, não muito elevado.

- ✓ Didático – 4
- ✓ Segurança – 4
- ✓ Custo Inicial – 0
- ✓ Custo Manutenção – 5
- ✓ Economia de Água – 1

### *Normalização das Notas e Considerações*

Nota-se que todas as soluções sofreram um empate nos critérios Didático e Segurança. Isto ocorreu porque soluções que possivelmente afetariam em tais fatores – por exemplo, a remoção dos chuveiros de emergência ou o abandono de alguma experiência realizada - foram descartadas desde o princípio, não sendo sequer propostas.

Outra consideração a ser feita é a respeito do critério Custo Manutenção na solução 4, troca dos destiladores. Os destiladores novos não apresentariam diferença no custo de manutenção em relação aos destiladores atuais, logo este critério não é válido para tal solução, já que sua nota não tem um significado real.

A matriz acima (matriz 11) apresenta todas as notas obtidas pelas diversas soluções, todas em uma escala de 0 a 5. Nota Total é aquela que preserva todos os pesos definidos a priori. Desta forma, todos os critérios receberam notas muito próximas. Para ressaltar a diferença e ter-se uma real idéia da viabilidade e importância de cada solução, foi feita a Nota Final, aquela que descarta os critérios insignificantes mencionados anteriormente, sendo também normalizada para uma escala de 0 a 5.

## V - Encanamento

Matriz de escolha das soluções e justificativas

*Matriz 11: Soluções para os encanamentos*

Critério/solução	Novo externo	Novo interno	Detectar vazamentos	Revestimento de resina
Economia	8 x 0,2	5 x 0,2	5 x 0,2	9x 0,2
Higiene	*0 x 0,4	*0 x 0,4	*0 x 0,4	*0 x 0,4
Conforto	4 x 0,2	2 x 0,2	2 x 0,2	8x 0,2
Estético	3 x 0,1	9 x 0,1	6 x 0,1	9x 0,1
Praticidade	9 x 0,1	3 x 0,1	1 x 0,1	7x 0,1
Total	3,6	2,6	2,1	5,0
Nota norm.	4,5	3,3	2,6	6,3

\* Critérios indiferentes à solução apresentada.

### *Justificativas das notas atribuídas à matriz de Soluções para o Encanamento*

- **Construir um novo, externamente** (na frente das paredes do edifício), ou utilizar um sistema de reabilitação do encanamento já existente.
  - ✓ *Critério Econômico:* Não ter de quebrar totalmente as paredes na construção de um novo encanamento representaria uma economia dos recursos financeiros que seriam investidos na obra. Além disso, os canos bem aparentes facilitariam o trabalho de detectar e consertar vazamentos.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Conforto:* Obras atrapalham os estudos e as aulas, devido ao barulho e à interdição de algumas áreas.
  - ✓ *Critério Estético:* Para algumas pessoas, os canos bem visíveis são esteticamente desagradáveis.
  - ✓ *Critério Praticidade:* Conforme foi mencionado anteriormente, a manutenção seria facilitada.
- **Construir um novo, internamente** (por trás das paredes do edifício).
  - ✓ *Critério Econômico:* O custo será muito alto: as paredes deverão ser quebradas para a implantação de um novo encanamento e, se houver novos vazamentos, elas deverão ser quebradas novamente para que estes sejam encontrados e consertados.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Este critério é indiferente à solução apresentada.

- ✓ *Critério Conforto:* A obra seria maior, ocasionando ainda mais inconveniências aos alunos, professores e funcionários.
- ✓ *Critério Estético:* Os canos praticamente não seriam visíveis e o prédio ganharia novas paredes.
- ✓ *Critério Praticidade:* A obra seria mais complicada, e essa solução dificultaria a detecção e o conserto de focos de vazamento.
- **Detectar e consertar os focos de vazamento de água.**
  - ✓ *Critério Econômico:* Seria a solução mais imediata para os vazamentos nos encanamentos. Contudo, mais dinheiro seria gasto com posteriores consertos de novos vazamentos, que, com certeza, surgiriam rapidamente.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Conforto:* É muito complicado encontrar os vazamentos e quebrar as paredes. Além disso, novos focos de vazamento surgirão.
  - ✓ *Critério Estético:* As paredes ficariam “remendadas” e, portanto, visualmente desagradáveis.
  - ✓ *Critério Praticidade:* Resolveria instantaneamente o problema, embora, muito provavelmente, duraria pouco. Além disso, quebrar as paredes é uma tarefa complicada.
- **Restaurar os encanamentos de ferro galvanizado e revesti-los com uma resina protetora, que evitaria nova corrosão e taparia os eventuais buracos por dentro.**
  - ✓ *Critério Econômico:* Seria uma solução imediata e eficiente para o problema. Também seria mais barato do que quebrar as paredes e pagar funcionários para reconstrução.
  - ✓ *Critério Higiênico:* Este critério é indiferente à solução apresentada.
  - ✓ *Critério Conforto:* Tendo em vista que a solução não acarretaria grandes obras e transtornos decorrentes delas, esta solução proporciona bastante conforto para quem transita no prédio.
  - ✓ *Critério Estético:* As paredes não seriam quebradas nem teriam que ser “remendadas”.
  - ✓ *Critério Praticidade:* Resolveria instantaneamente o problema. No entanto, seria necessária constante assistência encanamentos: a resina teria que ser reposta periodicamente. Além disso, os vazamentos poderiam voltar nesse meio tempo.



## VI – Gerais

### 1) Sanitários

#### Sistemas de Descarga

Os Sistemas de Descarga são compostos basicamente pela Bacia Sanitária e pelo Aparelho Hidráulico de Descarga, que é utilizado para liberação da água para a limpeza dos dejetos na bacia, podendo ser uma válvula de descarga, caixa acoplada ou caixa suspensa. Não devemos esquecer que o ramal de esgoto e a sua ventilação também fazem parte do sistema, onde todos os seus componentes devem funcionar corretamente para o seu perfeito desempenho.

Quem determina o consumo de água nos sistemas de descarga é a bacia sanitária, sendo ela bacia com caixa acoplada como a bacia convencional com válvula de descarga, isso significa que ambas consomem a mesma quantidade de água para realizar a sifonagem.

#### Bacia Sanitária

Para um perfeito funcionamento do sistema de descarga, a bacia sanitária deve ser desenvolvida para:

- a) Que haja remoção dos dejetos líquidos e sólidos na bacia.
- b) Que a superfície interna da bacia esteja limpa.
- c) Que os dejetos sejam transportados até o sistema de coleta principal.

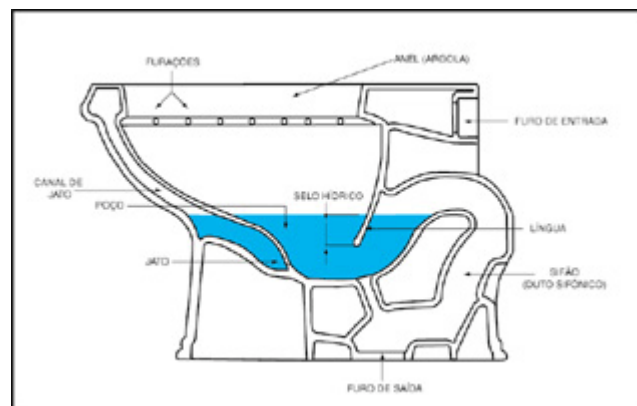


Figura 1: Composição da bacia sanitária

## Funcionamento da Bacia Sanitária de Ação Sifônica

Ao acionar a descarga em sua bacia sanitária, a água entra através dos furos de lavagem, iniciando o preenchimento do duto de sifonagem. Após o preenchimento do duto de sifonagem, o ar é eliminado, criando-se assim uma sucção através da ação sifônica. Quando o nível de água do poço da bacia estiver no ponto mais baixo, temos a ruptura da ação sifônica. Inicia-se neste instante restauração do selo hídrico, impedindo o retorno dos gases do esgoto.

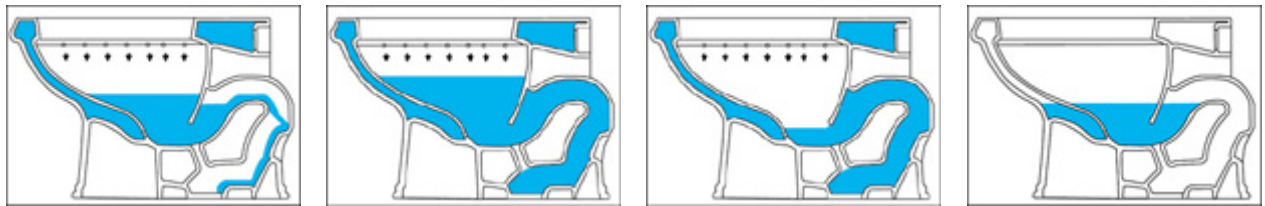


Figura 2: Funcionamento da bacia sanitária de ação sifônica

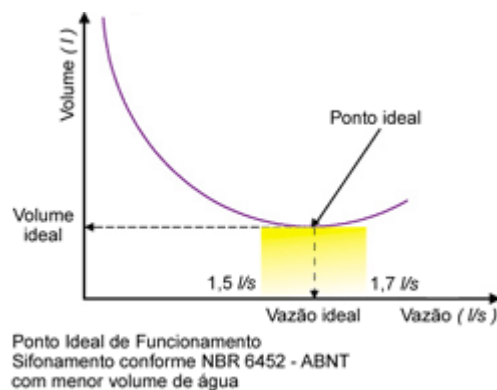


Figura 3: Curva de sifonamento de uma bacia sanitária

A curva de sifonamento acima mostra que uma bacia sanitária necessita de uma vazão entre 1,5 a 1,7 litros/segundo para um perfeito funcionamento. No caso de uma baixa vazão, teremos um consumo maior (ou até mesmo a não sifonagem); por outro lado, em caso de uma vazão superior, teremos além de um consumo excessivo, um aumento do volume de água no interior da bacia, que implicará em dificuldades na sifonagem.

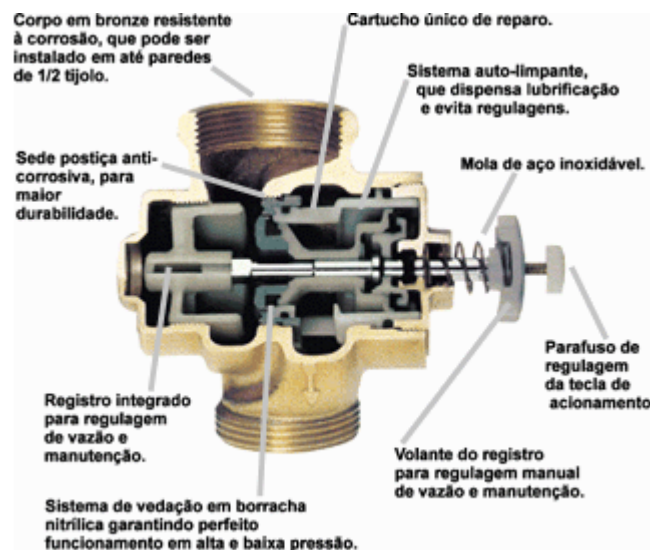
Como visto anteriormente, a bacia sanitária é o principal componente do sistema de descarga, no que se refere ao consumo da água. Para isso, o governo federal incluiu no PBQPH (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação) que, todas as

bacias sanitárias devem ser projetadas para a categoria V.D.R. (Volume de Descarga Reduzido - 6 litros) independente do sistema de descarga adotado.

Historicamente antes de 2000 as bacias sanitárias deveriam ser projetadas para consumir no máximo 12 litros de volume de descarga sendo que teriam que reprojeter suas bacias para um volume entre 6 a 9 litros até o ano 2000. Entre o ano 2000 e 2002 as bacias teriam que consumir no máximo 6 a 9 litros e tendo que a partir de 2002 consumir no máximo 6 litros.

### **Bacia com Válvula de Descarga**

Apresenta como sua principal característica a obtenção da vazão instantânea necessária para a limpeza da bacia sanitária, sendo que o tempo de uso é determinado pelo período que o usuário aciona a válvula. Além de sua instalação ocupar menos espaço interno, uma vez que a bacia chega a ser de 10 a 15 cm menor do que uma bacia com caixa acoplada, é mais indicada para uso público devido a sua inviolabilidade e maior vida útil dos seus componentes.



*Figura 4: Composição da válvula de descarga*

## **Bacia com Caixa Acoplada**

A bacia com caixa acoplada apresenta como principal característica a simplicidade de instalação e a utilização de tubos de diâmetros menores, sendo que o tempo de uso é dado pelo preenchimento da caixa acoplada, dependendo diretamente da pressão de instalação, uma vez que quanto menor for a pressão, maior será o tempo de enchimento da caixa.



*Figura 5: Foto do interior de uma caixa acoplada*

## 2) O PURA-USP

Ao final da década de 1980, surgiam vários projetos de conservação de água ao redor do mundo, e no Brasil não foi diferente. Um grande foco de preocupação no Estado de São Paulo era a Universidade de São Paulo, no Campus da Capital, conhecido como Cidade Universitária. Simplesmente o maior consumidor não-industrial do Estado, o Campus da Capital recebeu em 1997 uma “luz ao fim do túnel” em relação ao consumo de água.



O PURA – Programa de Uso Racional da Água, criado em 1995 após um convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, o Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil - LSP/PCC e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, com o objetivo de criar novas tecnologias e catalogar e aprimorar os estudos com os gastos de água em locais críticos. Deste modo, em 1997, a Cidade Universitária foi escolhida como um dos locais a receberem a ajuda do PURA, com especial enfoque à Escola Politécnica.

Para estimular a redução do consumo, um acordo foi feito entre a SABESP e a USP. Caso o consumo fosse reduzido em 10% do que era antes do início do projeto, a Universidade ganharia uma isenção de 25% do valor da fatura com os gastos de água. Uma dupla vantagem: a água seria economizada paralelamente ao dinheiro.

O Estudo e implantação do projeto foram realizados em cinco etapas:

a) Diagnóstico Geral, que englobava estudos dos gastos de água, o tipo de uso do líquido, estudos dos aparelhos e plantas de transmissão de água e por fim um levantamento do número de pontos de água e sua disposição.

b) Redução de perdas Físicas, que envolvia a eliminação de vazamentos em redes internas e externas.

c) Redução de consumo nos equipamentos, onde foram trocados vários aparelhos de água por outros mais novos e mais econômicos.

d) Caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água, onde foi principalmente estudados os gastos com água de resfriamentos em destiladores ( que geravam gastos de 50 litros por hora) e a relação entre água necessitada X água obtida por meio de tecnologia (de certo modo, uma relação custo X benefício).

e) Campanhas educativas e treinamento dos funcionários de manutenção.

O resultado foi muito superior ao esperado. Com o uso da tecnologia dos telemedidores, programas de computador que medem em tempo real o fluxo de água que passa pelo hidrômetro de um determinado local 24 horas por dia e o desenvolvimento das etapas acima, em dez anos o consumo de água na USP foi reduzido em 42%. Mesmo assim, o PURA-USP continua monitorando as unidades de maiores gastos e estudando melhores formas de combater os desperdícios.

### 3) Reaproveitamento de Água

Neste trabalho, por várias vezes, foi mencionada como alternativa ao desperdício da água a reutilização da água já utilizada. Trata-se simplesmente de utilizar a água que já foi utilizada uma vez em outro processo.

Para tal uso, é necessário muitas vezes que a água seja filtrada uma ou diversas vezes em filtros de qualidade para que possa ser reutilizada. De qualquer modo, recomenda-se que o reuso da água seja sempre realizado em uma atividade menos nobre que a anterior. Por “atividade menos nobre”, podemos citar o uso de tal água em descargas de vasos sanitários.

Já para a água captada da chuva, após a filtragem esta pode ser usada para atividades um pouco “mais nobres” do que o uso nos vasos sanitários. Por ser mais limpa que uma água já usada, por exemplo, em limpezas e bebedouros, as águas pluviais após tratamento podem ser usadas para regarem plantas, troca de água de chafarizes e espelhos-d’água, etc.

A um primeiro olhar, esse processo todo pode parecer caro e desvantajoso, pois o uso da água se torna muito mais específico e se gasta com a compra de filtros, sua lavagem e manutenção. Não obstante, esse processo não é utilizado em inúmeras instituições e indústrias sem motivo: ele proporciona economia de água, economia de dinheiro e, principalmente, afasta pouco a pouco a humanidade de um futuro sem vida.

#### 4) Histórico do consumo de água do Prédio Paula Souza

O gráfico da figura 18, cedido pelo PURA-USP para a disciplina PNV2100 – Introdução à Engenharia retrata de forma bastante fiel o consumo de água no prédio da Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Nota-se o elevado consumo no 2º semestre de 1998, que chega a quase 4.000 m<sup>3</sup>/mês, que se mantém, em média, até o 1º semestre de 2000. Neste período, começaram as ações efetivas do PURA para diminuir os gastos com a água. Essa taxa se manteve praticamente constante até o 1º semestre de 2007, quando houve ligeira alta no consumo mais uma vez.

É importante notar que, apesar da sensível redução no consumo de água em 10 no prédio da Engenharia Civil, o consumo nunca se encontrou abaixo dos 1.500 m<sup>3</sup>/mês. Tal fato mostra que, além de tudo que já foi feito, ainda há um longo caminho a ser percorrido para que se economize o máximo de água o possível no local.

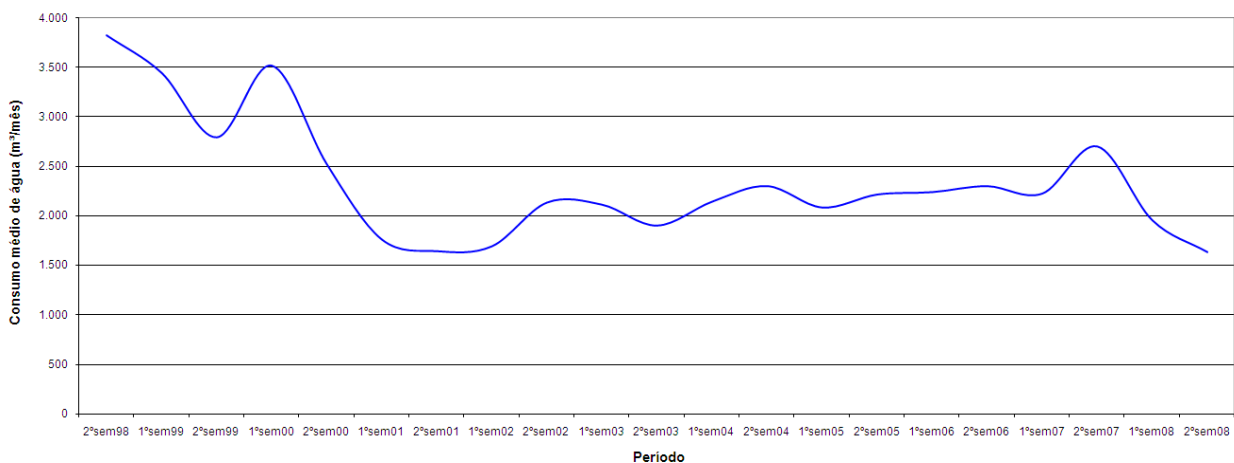


Figura 6 : Gráfico cedido pelo PURA-USP, que retrata o histórico do consumo de água no prédio por dez anos.