

Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo

Projeto de Racionalização do Uso da Água no Prédio
da Faculdade de Economia e Administração da
Universidade de São Paulo

Turma: 18
Profº: Cyro Takano
Autores: turma 18

São Paulo, 09 de junho de 2009

Resumo Executivo

Projeto: Racionalização do uso da água no prédio da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo.

Objetivo: Economizar 15% da água gasta no prédio FEA1, pois tal prédio é um dos que mais consome água dentre todos os prédios da Cidade Universitária, segundo o PURA-USP (Programa de Uso Racional da Água em edifícios).

Desenvolvimento: O projeto foi primeiramente subdividido em 4 subprojetos para que fosse melhor estudado:

- Banheiros masculinos;
- Banheiros femininos;
- Limpeza e
- Jardins, bebedouros, copas e outros.

Tais áreas foram pesquisadas, com levantamento de dados no prédio e na literatura, e foram propostas alternativas de solução para os problemas encontrados, para avaliá-las, foram utilizadas matrizes de decisões, que dependeram da definição de critérios de quantificação, escala de notas, fatores e comparação dois a dois. Posteriormente, os subprojetos foram unificados, bem como as soluções.

A solução escolhida foi: implantação de pedal para acionamento das torneiras, substituição das válvulas de descarga convencionais por válvulas com duas regulagens de vazões e rodízio dos banheiros a serem utilizados.

Com a implantação do projeto, cujo prazo é de 1 mês, é possível economizar uma média de 1624 m³/ano (o que representa R\$12000,00 por ano e 15% da água consumida no prédio FEA1) com um investimento de R\$22000,00 e retorno financeiro em 2 anos e atingir o objetivo do projeto, que é economizar água.

Índice

1. Introdução.....	4
2. Levantamento e Análise dos dados.....	10
3. Definição do Problema.....	12
4. Subprojetos e Metodologia usada.....	12
5. Consolidação das soluções.....	31
6. Especificações das Soluções Consolidadas.....	32
7. Conclusões.....	33
8. Bibliografia.....	34
9. Anexos.....	35

1. Introdução

As cidades consomem cada vez mais água do planeta. A acelerada urbanização, que colocou em 2008 mais da metade da população mundial em centros urbanos, faz com que aumente cada vez mais o volume retirado dos rios para abastecer residências e indústrias. O crescimento das cidades causa também outras pressões sobre a reserva hídrica: o aumento do volume de resíduos sólidos e o despejo de resíduos industriais e domésticos sem tratamento. Como resultado, além de sobrecarregar as reservas, as populações das cidades estão sujeitas a consumir água de baixa qualidade.

A crescente escassez de água de qualidade nos grandes centros urbanos e a necessidade de ações no nível dos sistemas prediais tem acarretado a implantação de ações de uso racional.

1.1. Água e o Desenvolvimento

A água é essencial para o desenvolvimento humano em relação à tecnologia e à economia, devido às suas inúmeras utilizações. A água compõe no mínimo 70% da maioria dos seres vivos, além de ser solvente universal e, portanto, participar de diversas reações que incluem soluções iônicas. É também utilizada para resfriamento de aparelhos, limpeza, dissolução de soluções, irrigação de campos agrícolas, solução de fertilizantes agrícolas, como geradora de energia a partir de hidrelétricas ou a partir do vapor de água aquecida.

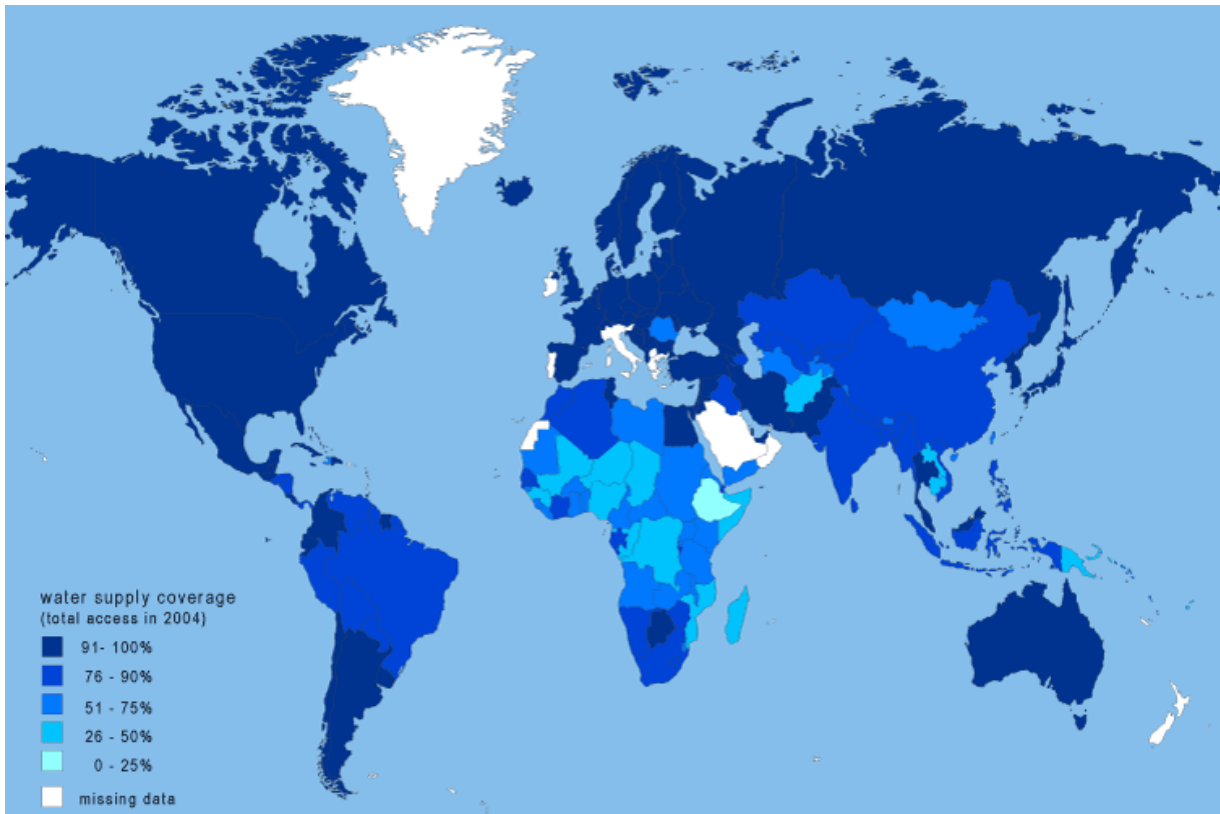
1.2. Panorama Mundial da Água

Apesar de morarmos em um planeta que é composto em sua maior parte por água, sofremos com a escassez. Afinal, apenas cerca de 1% de toda a água do mundo está disponível para consumo. Veja os números:

A Terra possui 75% de sua superfície coberta por Água, onde:

- 97,5% são de água salgada, não potável;
- 1,97% é de água doce, na forma de geleiras (não disponíveis ao consumo humano);
- 0,51% é de água doce subterrânea, na forma de vapor (não disponível para uso imediato);
- 0,006% é de água doce disponível para consumo em rios e lagos, nos quais grande parte já se encontra poluída;
- 0,001% é de água existente na atmosfera.

(Fonte: Universidade da Água)



Mapa 1: Cobertura global de abastecimento d'água.

O planeta já enfrenta uma crise de água. Isso não significa que a água da terra esteja chegando ao fim. O volume que circula por mares, rios e lagos, que é guardado como depósitos subterrâneos, como gelo nas calotas polares ou como umidade da atmosfera, jamais diminuiu ou aumentou. Está em eterno processo de reciclagem.

Avaliar o volume total de água do planeta e a taxa de consumo é uma ciência pouco exata. A natureza não distribui água de maneira equilibrada pelo mundo. Enquanto há regiões com recursos hídricos em abundância outras não dispõem do mínimo diário de 20 a 50 litros por pessoa recomendado pela ONU, apenas para as necessidades básicas (*ver gráfico 2*). Mesmo nações privilegiadas por caudalosos rios podem apresentar discrepâncias internas como, por exemplo, o Brasil.

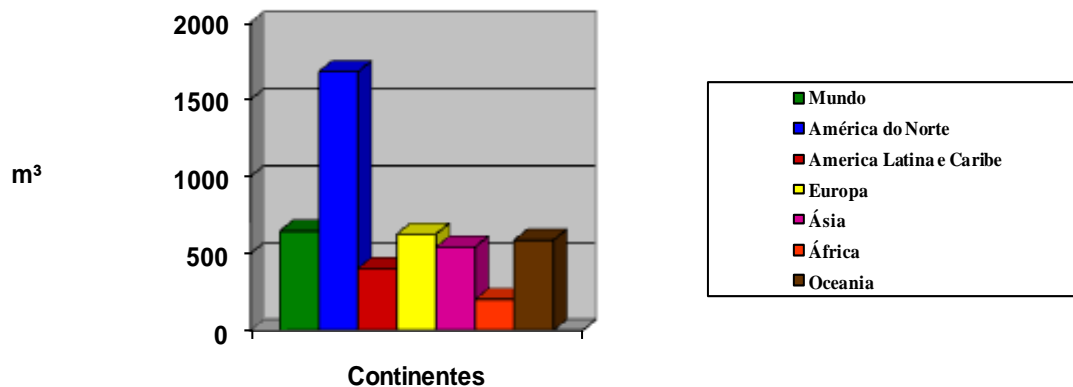


Gráfico 1: Consumo anual per capita no mundo

Apesar do volume de água no globo, que não se altera, a população cresce aceleradamente. Assim, para uma mesma quantidade de água existem mais bocas sedentas.

Apenas entre 1950 e 2008, a população mundial subiu de 2,5 para 6,7 bilhões, sendo que o consumo de água nesse período aumentou em sete vezes. Em 2050 poderemos ter ultrapassado a marca de 9 bilhões, e os efeitos desse inchaço populacional, que já estão sendo sentidos em várias regiões do planeta, se agravará.

No gráfico acima encontram-se dados sobre a distribuição de água no planeta e o seu acesso, sendo fornecida o consumo anual de água per capita no mundo e em cada continente.

1.3.Panorama no Brasil

Com grande número de rios abundantes o Brasil detém 11,6% de toda água superficial do planeta (*Fonte: Universidade da Água*). Somando-se a isso os depósitos subterrâneos e o fato de mais de 90% do território brasileiro receber chuvas abundantes durante o ano e de que as condições climáticas e geológicas propiciam a formação de uma extensa e densa rede de rios, o país oferece a cada habitante 34 milhões de litros por ano. O país é riquíssimo em recursos hídricos, mas o maior volume de água está na bacia amazônica, que se localiza na região de menor densidade demográfica. No outro extremo, capitais e regiões metropolitanas do sudeste, como Rio de Janeiro e São Paulo, de expressiva concentração demográfica, já estão ameaçados de escassez hídrica e são obrigados a buscar água em bacias cada vez mais distantes.

Embora o Brasil seja o primeiro país em disponibilidade hídrica em rios do mundo, a poluição e o uso inadequado comprometem esse recurso em várias regiões do país.

O Brasil é um país essencialmente urbano- 83% dos brasileiros vivem em cidades, e, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 92,6% dessa população é atendida por rede geral de abastecimento de água. Nas grandes cidades das regiões sudeste e nordeste, o acesso à água começa a se tornar um problema que extrapola os limites metropolitanos, graças ao crescimento desordenado das suas regiões periféricas.

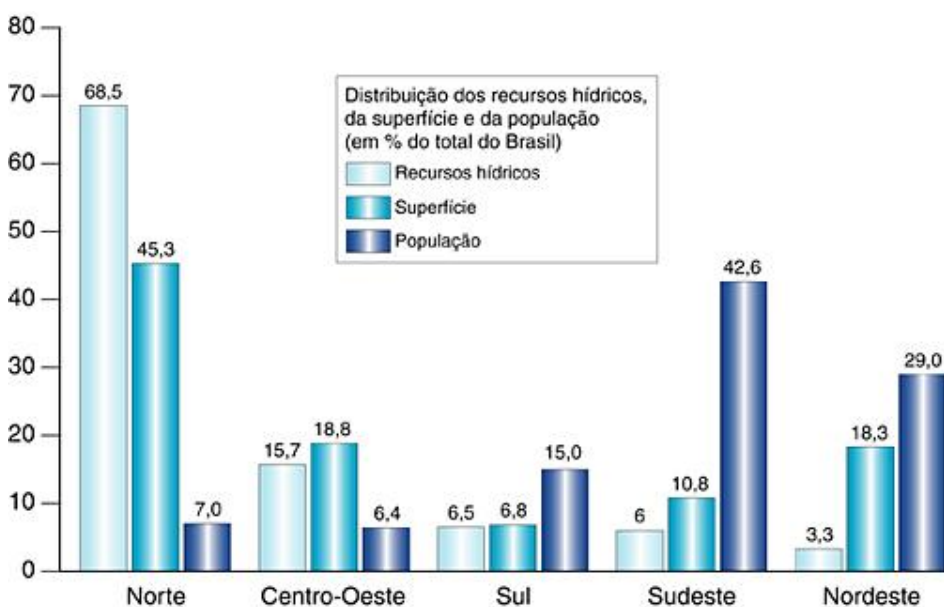


Gráfico 2: Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população no Brasil em %

1.4. Panorama em São Paulo

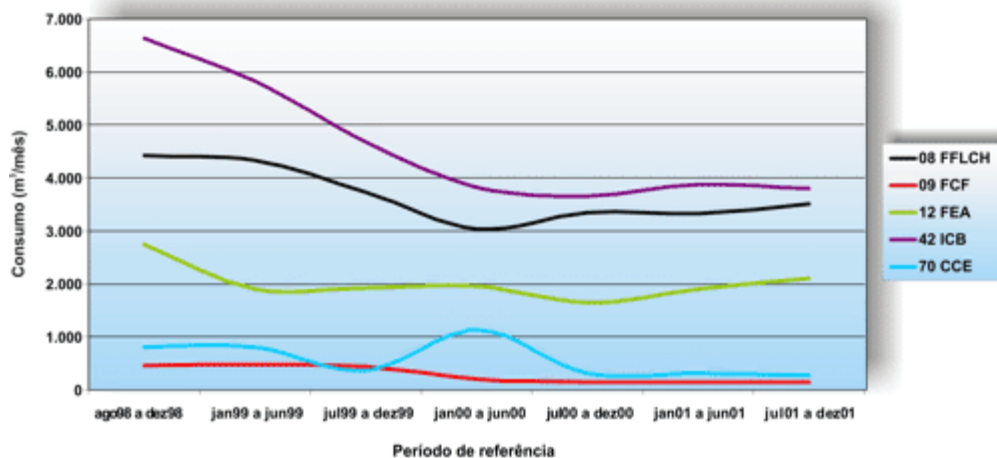
Para abastecer os quase 20 milhões de habitantes da Grande São Paulo, a bacia do alto Tietê e as represas Billings e Guarapiranga não são mais suficientes. A solução é importar água de outras bacias: mais da metade da água consumida na região vem da bacia do rio Piracicaba, a mais de 70 quilômetros da capital. Essa transferência de recursos hídricos, é claro, exerce pressão sobre a oferta de água para as cidades, as indústrias e a agricultura do interior paulista. Basta um breve período de falta de chuva nas fontes de água para a população se ver forçada a limitar o consumo, sob ameaça de torneiras secas e racionamento de água. Em São Paulo, a população abastecida é de aproximadamente 10,8 milhões de pessoas, o que resulta em uma média de consumo 221 litros/habitante por dia (USP).

Em 1996, a Escola Politécnica da USP e o IPT criaram o PURA (Programa de Uso Racional da Água), de onde foram retirados os dados abaixo, que mostram desenvolvimento do programa ao longo de seus dez anos de existência.

1.5. USP

Em 1996, a Escola politécnica da USP e o IPT criaram o PURA (programa de uso racional da água em edifícios). De onde foram retirados os dados abaixo, que mostram desenvolvimento do programa ao longo de seus 10 anos de existência.

Evolução do consumo de água PURA-USP Fase 1



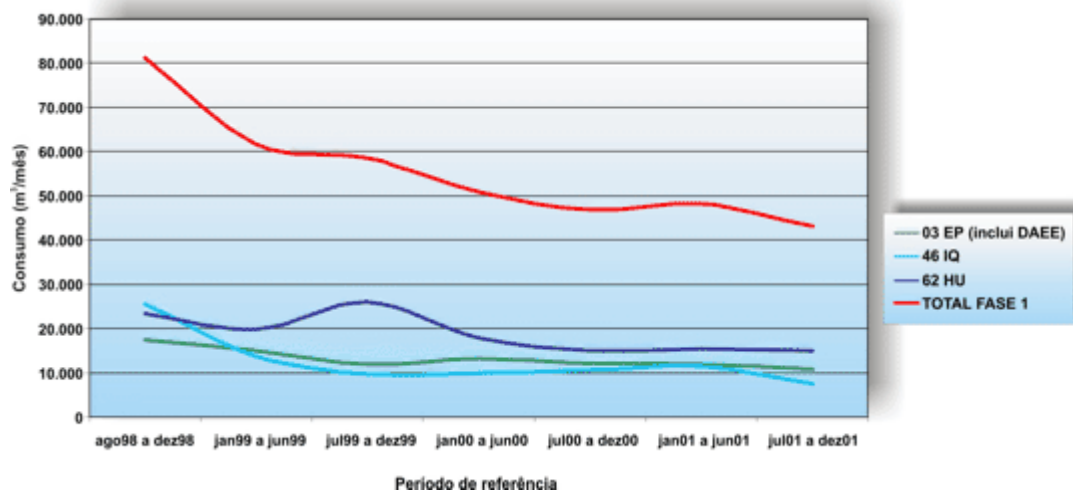


Gráfico 3: Dados de Consumo

CONSUMO MÉDIO DE TODAS AS UNIDADES DA CUASO - PURA- USP FASE 1 (m³/mês)							
Período de referência	ago98	jan99	jul99	jan00	jul00	jan01	jul01
Unidade	a dez98	a jun99	a dez99	a jun00	a dez00	a jun01	a dez01
EP (inclui DAEE)	17.404	14.858	11.946	13.125	12.178	11.849	10.794
FFLCH	4.423	4.335	3.727	3.041	3.336	3.320	3.518
FCF	456	477	436	198	154	150	143
FEA	2.750	1.894	1.915	1.949	1.638	1.903	2.094
ICB	6.633	5.825	4.679	3.828	3.661	3.882	3.805
IQ	25.432	13.626	9.642	9.804	10.550	11.481	7.530
HU	23.245	19.841	25.863	17.828	15.046	15.304	15.072
CCE	805	803	366	1.126	309	303	281
TOTAL	81.147	61.658	58.574	50.899	46.872	48.193	43.236

Tabela 1: Consumo de água na USP, dados da PURA

1.6. Por que racionalizar

Nações desenvolvidas começam a perceber a importância da correta aplicação de água e energia. Países como a França, e principalmente, o Japão já utilizam tecnologia visando o máximo aproveitamento dos meios naturais. Existem, assim, programas sérios de racionalização de diversos recursos como, por exemplo, a água.

Percebe-se, porém, que grande parte dos habitantes não possui a noção exata da importância de tais recursos finitos para o futuro da vida do homem na Terra. Assim, a utilização desses meios é indevida ocorrendo sub-aproveitamento, como visto diariamente nas ruas brasileiras. Tendo em vista o possível colapso de abastecimento de água potável, a racionalização da água é de essencial importância para a manutenção das atividades humanas em suas devidas proporções.

O objetivo de racionalizar é manter o fornecimento de água com qualidade para a população e para as atividades econômicas, sem haver a necessidade de utilização de novas fontes, o que geraria prejuízos para o meio ambiente, além de se tratarem de fontes finitas.

Segue abaixo um gráfico que mostra a distribuição de consumo de água numa habitação. Através dele é possível perceber que é possível utilizar a água da chuva para a maior parte das tarefas habituais.

Em média, cada um de nós utiliza 150L diários de água, repartidos como se pode ver no gráfico:

Distribuição do consumo de água numa habitação

■ Substituível por água da chuva
■ Água potável insubstituível

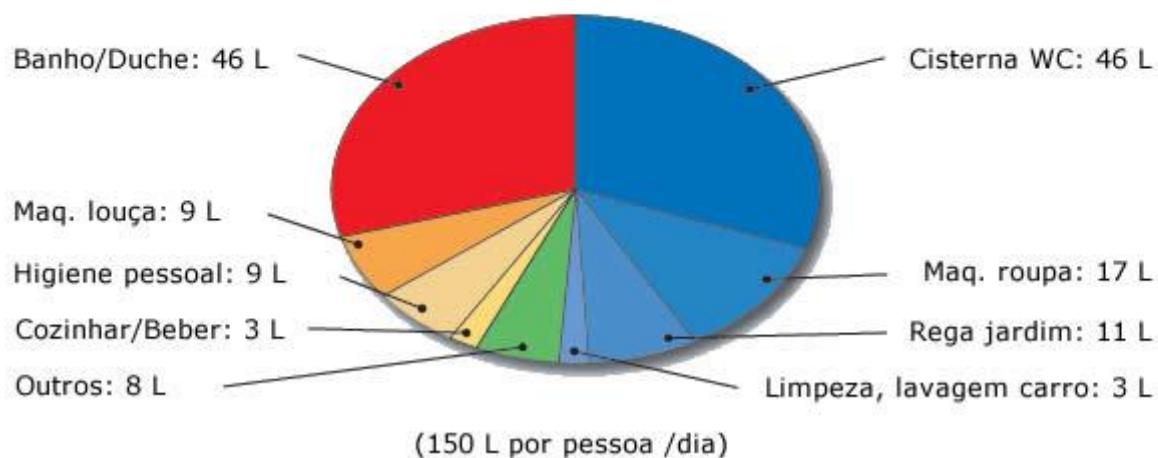


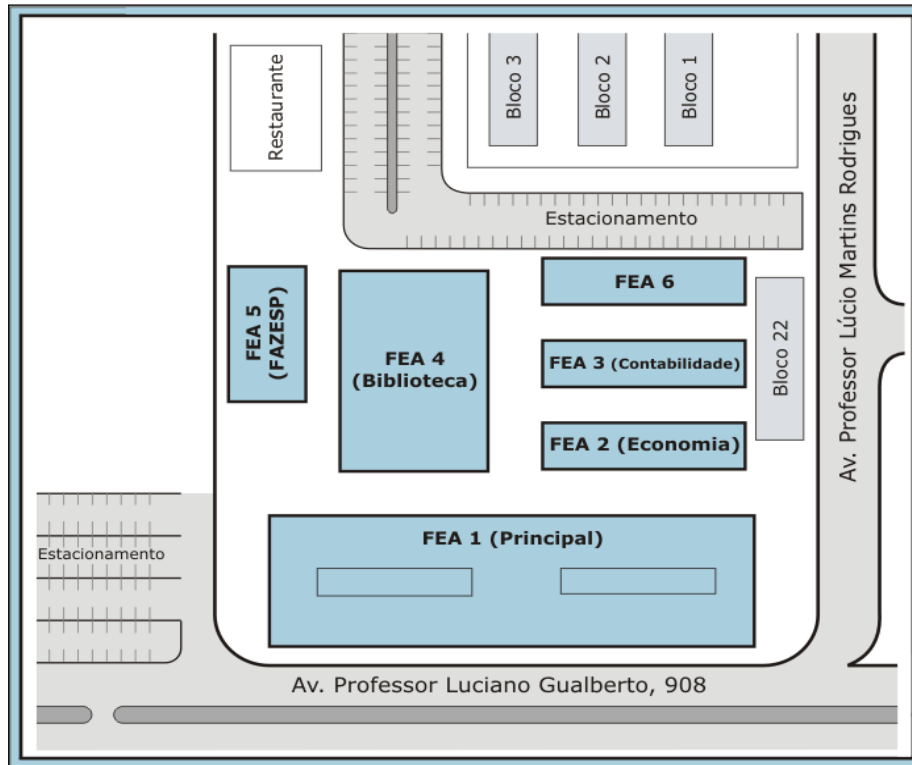
Gráfico 4: Consumo de água por habitante nos países desenvolvidos

Nesse contexto, em que o uso sustentável da água é um assunto em alta no mundo, desenvolvemos este projeto, que tem como objetivo reduzir os gastos desnecessários desse recurso em um caso específico: o conjunto de prédios da FEA (Faculdade de Economia e Administração), da USP.

2. Levantamento e Análise dos dados

- FEA

A Faculdade de Economia e Administração apresenta-se dividida em seis prédios principais.



Planta do prédio da Faculdade de Economia e Administração - USP

- Circulação

Circulam cerca de 2500 pessoas por dia na FEA dentre alunos, professores e funcionários, sendo que a maior parte destas pessoas se encontra no FEA1, devido ao grande número de aulas serem ministradas neste prédio.

- Estrutura e distribuição

A rede central de distribuição de água da FEA é ligada a uma caixa d'água de 93.000m³, sendo que, do total, 30.000m³ são destinados ao abastecimento da rede de hidrantes.

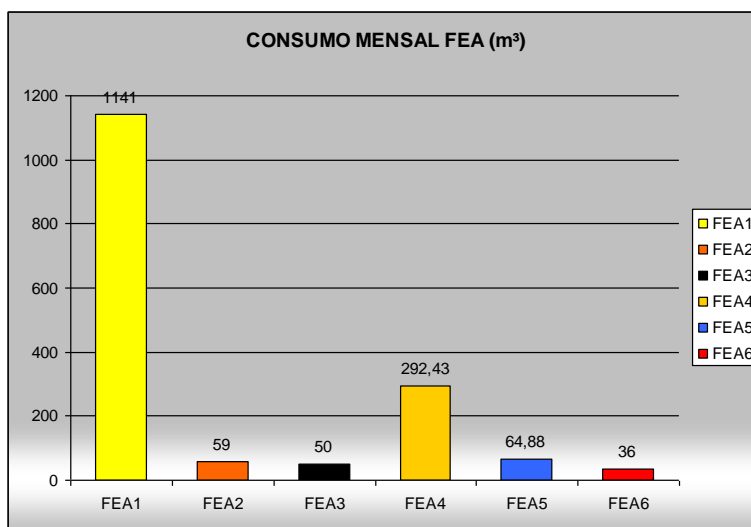
A estrutura dos encanamentos da FEA já foi substituída de ferro galvanizado para PVC, que proporciona maior resistência ao surgimento de novos vazamentos e corrosão, proporcionando assim um menor gasto com manutenção. Apesar da rede de hidrantes ter

seja mantida com encanamento de ferro, ela permanece separada do resto da rede e, portanto, se torna fácil a verificação de possíveis vazamentos.

- Gasto geral de água do prédio

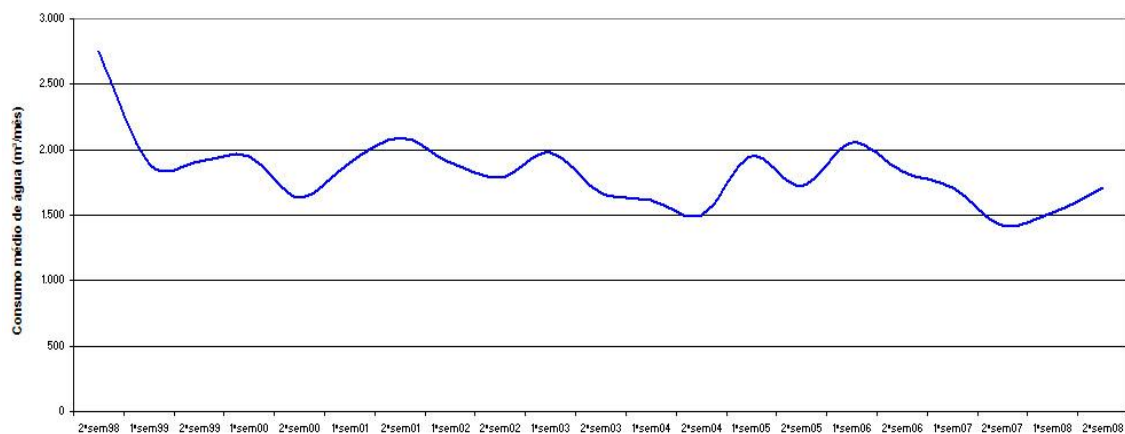
A Faculdade de Economia e Administração tem um gasto médio mensal de aproximadamente 1320m³ de água. Sendo que o prédio que apresenta maior gasto é o prédio alvo do projeto, o FEA1, com um gasto de 910m³ de água. Assim, podemos estimar um consumo per capita diário na FEA corresponde a 17,6L/pessoa = 38,3% das necessidades básicas diárias.

Abaixo temos um gráfico do consumo mensal de água averiguado na FEA no período de fevereiro de 2009:



Como podemos observar o prédio FEA1 é responsável, sozinho, por aproximadamente 69% do gasto total de água da FEA, tal gasto se dá por conta de o FEA1 ser o maior prédio e apresentar a maior circulação de pessoas.

A variação do consumo de água da FEA ao longo de 10 anos, desde a implantação do programa PURA-USP, pode ser acompanhada pelo gráfico a seguir.



Como podemos observar, o gráfico acima mostra que de maneira geral, após a implantação do projeto do PURA-USP, houve uma queda média no consumo de água, relevando os picos de consumo existentes. Mas apesar dessa relativa diminuição, ainda existem áreas não consideradas pelo PURA, em que se pode alcançar maior racionalização do uso da água.

3. Definição do Problema

3.1. Necessidades e objetivos

Economizar água no prédio 1 da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, pois tal prédio é um dos que mais consome água dentre todos os prédios da Cidade Universitária, segundo o PURA-USP (Programa de Uso Racional da Água em edifícios).

3.2. Requisitos e restrições

É preciso economizar água sem que qualidade dos serviços oferecidos às pessoas que frequentam a FEA fique abaixo de níveis críticos de higiene e conforto, dessa forma, há um ponto em que não há mais condições para maior economia de água.

3.3. Meta geral

Economizar 15% da água gasta no prédio FEA1, o que corresponde a uma economia de 1638 m³ de água por ano.

4. Subprojetos e Metodologia usada

Para facilitar o desenvolvimento do projeto principal foi adotada uma divisão em subprojetos, a análise do projeto como um todo seria muito complexa, pois esta envolve inúmeras variantes que de tal forma impossibilitariam uma análise mais criteriosa do problema da economia de recursos hídricos.

O projeto então foi dividido em quatro ambientes para otimizar e maximizar os resultados, dado que a solução de economia de água nesses ambientes poderia ser representativa para a economia de água na FEA.

Primeiramente percebemos que a água era gasta de maneira específica: torneiras, sanitários, limpeza, representavam grande parcela de seu uso. Logo, foi natural a escolha de um método que pudesse abranger a maior parte dos responsáveis pelo desperdício de água, e assim, resolvendo o problema individual de cada ambiente, poderíamos resolver o problema geral da FEA.

Portanto, os ambientes escolhidos foram:

- Banheiros Femininos;
- Banheiros Masculinos;
- Limpeza;
- Bebedouros, Copa, Jardins.

4.1. Banheiros Femininos

4.1.1. Levantamento de Dados Específicos

Metodologia para o levantamento estatístico

O grupo buscou dados de agências e organizações sobre o consumo percentual de água no banheiro em relação ao total usado pelas instalações em residências e comparou com os dados obtidos do prédio principal da Faculdade de Economia e Administração. Os dados relativos ao consumo de água e à quantidade de pessoas que usam os banheiros do prédio da instituição foram obtidos por meio de pesquisa realizada pelos alunos do grupo no próprio local. Da mesma forma foram obtidos os dados sobre os equipamentos utilizados nos banheiros (torneiras e vasos sanitários). Os dados foram colhidos três vezes ao dia durante o período de três dias, priorizando horários em que o fluxo de pessoas no prédio era bastante diferente.

Dados brutos

Tabela: Médias de vazão de sanitários e torneiras em segundos

	Sanitários	Torneiras
Banheiro 01	6,3	4,7
Banheiro 02	6,4	5,0
Banheiro 03	6,0	3,2
Banheiro 04	4,6	3,1
Banheiro 05	4,3	2,8
Banheiro 06	5,5	5,4
Banheiro 07	4,7	5,6
Banheiro 08	4,6	7,1
Banheiro 09	5,6	3,4
Banheiro 10	4,9	4,6
Banheiro 11	5,0	8,8
Banheiro 12	3,7	3,0
Banheiro 13	4,7	8,2
Banheiro 14	6,4	4,7
Banheiro 15	5,2	7,1
Banheiro 16	5,3	4,7

Observação: não colocamos os dados de tempo de vazão de cada dispositivo individualmente, devido a extensão dos dados (levar em consideração que cada banheiro possui quatro sanitários e cinco torneiras).

Tabela: Quantidade de usuários dos banheiros da FEA

Banheiro	segunda (6:50 - 7:10)	quarta (6:50 - 7:10)	sexta (6:50 - 7:10)	segunda (12:00 - 12:20)	quarta (12:00 - 12:20)	sexta (12:00 - 12:20)	segunda (17:00 - 17:20)	quarta (17:00 - 17:20)	sexta (17:00 - 17:20)
1	2	0	3	2	3	3	0	2	2
2	2	0	2	1	4	2	1	0	1
3	0	0	0	2	1	1	0	1	0
4	0	0	1	0	1	0	0	2	1
5	1	0	0	1	2	1	0	2	2
6	0	1	0	2	1	0	3	3	1
7	0	0	1	0	0	1	2	3	3
8	0	0	0	0	1	2	4	1	2
9	2	2	1	1	0	2	2	0	2
10	0	0	1	2	1	0	0	1	1
11	0	0	0	2	1	2	2	1	0
12	1	0	0	1	2	3	3	2	2
13	1	0	0	1	0	0	0	0	1
14	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Estimativas

Para tal estimativa considerou-se os banheiros de 1 a 4 integrantes do setor 1, de 4 a 8 do setor 2, de 9 a 12 do setor 3 e de 13 a 16 do setor 4.

Setor 1 = $166,666 + 320 + 320 = 807$ pessoas

Setor 2 = $50 + 176 + 836 = 1062$ pessoas

Setor 3 = $29,1666 + 68 + 128 = 225$ pessoas

Setor 4 = $42 + 24 + 16 = 82$ pessoas

Estimativa de um dia = 2176 pessoas

4.1.2. Análise dos Dados

- Nenhum dos banheiros apresentou utilização máxima durante o período de observação.
- Observamos que o setor 4 possui pouco uso em relação aos demais banheiros, apesar de possuir a mesma estrutura, com mesma capacidade.

4.1.3. Alternativas de Solução Primárias

- Calibração de torneiras e outros dispositivos hidráulicos dos banheiros femininos;
- Diminuição da quantidade de banheiros em cada pavimento: Inativação de banheiros pouco utilizados;
- Priorizar banheiros mais utilizados;
- Implementação da água de reuso inclusive de ar condicionado;
- Adoção de métodos para reutilização de água nos limites da faculdade: Água da chuva e água da torneira;
- Conscientização de usuários dos banheiros;
- Detecção de vazamentos;

4.1.4. Análise Preliminar das Soluções

Na primeira parte do projeto, tomada a parte de consumo de água nos banheiros femininos, revelaram-se finalmente quatro alternativas de solução. É importante destacar que a discussão delas implica em otimização do trabalho, afinal o levantamento de custos ficará apenas sobre aquelas realmente interessantes. Eram elas: Criação de política permanente de manutenção (1); Criação de um sistema de reaproveitamento de água(2); Implantação de dispositivos/mecanismos que visem à economia de água(3); Conscientização dos usuários(4).

Destacaremos aqui que a conscientização dos usuários não será tomada como solução desejada, afinal ela deve estar embutida em qualquer ação humana e não deve ser visada como objetivo primário nesse trabalho.

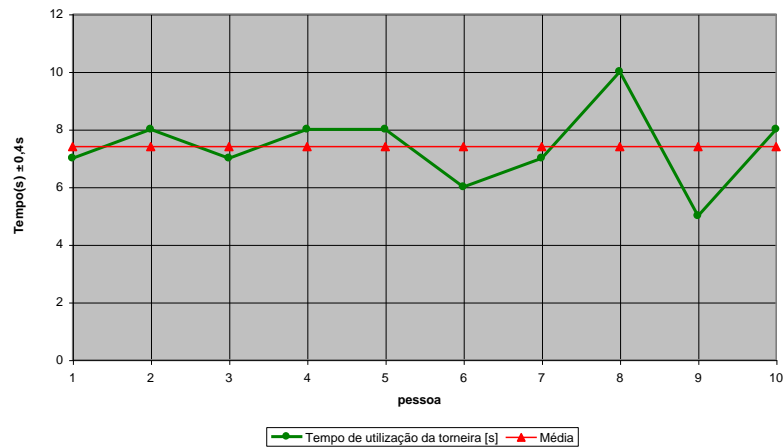
Numa possível combinação teórica dessas alternativas, seria necessária a implantação de dispositivos que garantissem a economia de água, a manutenção dos mecanismos escolhidos para serem utilizados como se fosse possível a integração das três alternativas, no entanto, como o objetivo é selecionar dentre estas a que melhora se adequaria à racionalização do consumo de água na FEA, iremos logo em seguida priorizar o objetivo de uma única escolha.

4.2. Banheiros Masculinos

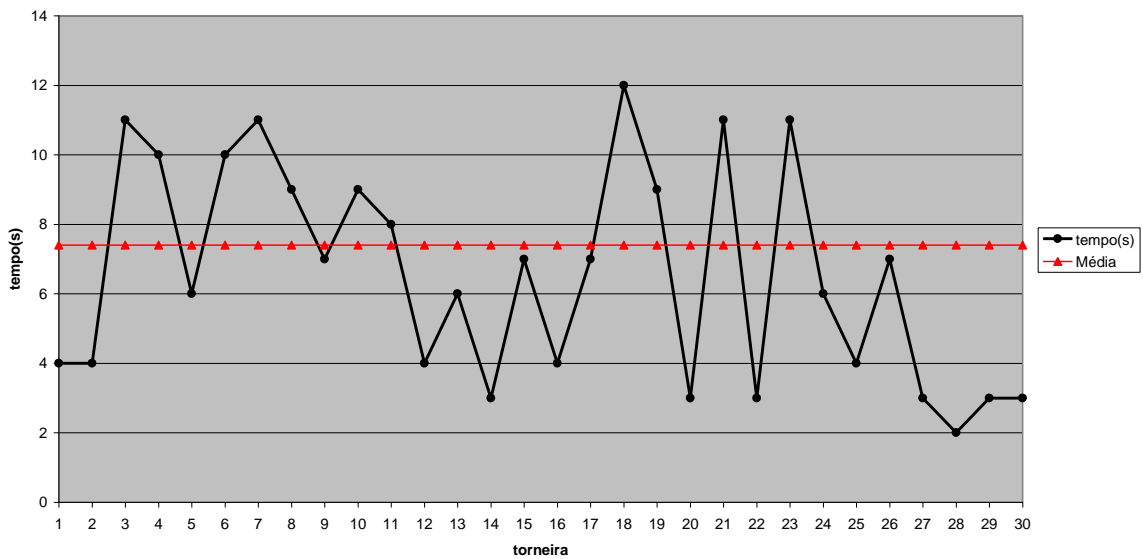
4.2.1. Levantamento de Dados Específicos

Torneiras

Tempo de utilização da torneira por pessoa
(banheiro masculino)

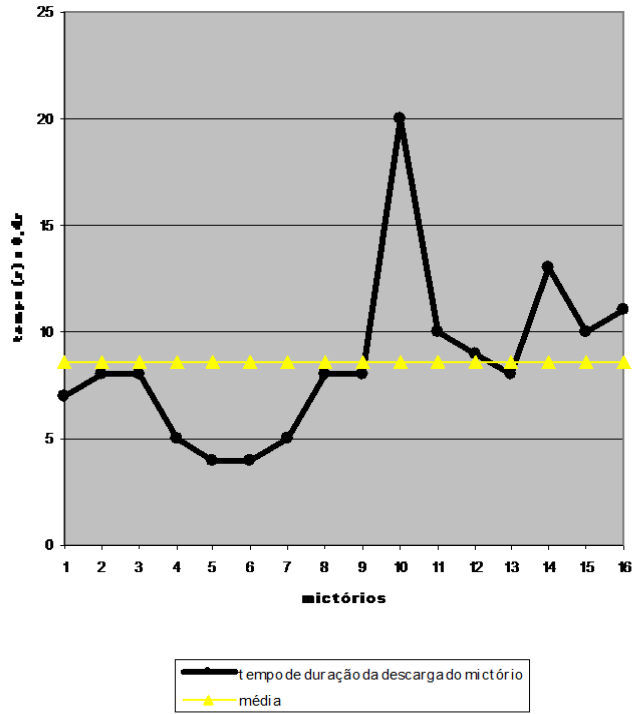


Tempo de funcionamento por acionamento por torneira dos banheiros masculinos
(banheiro masculino)



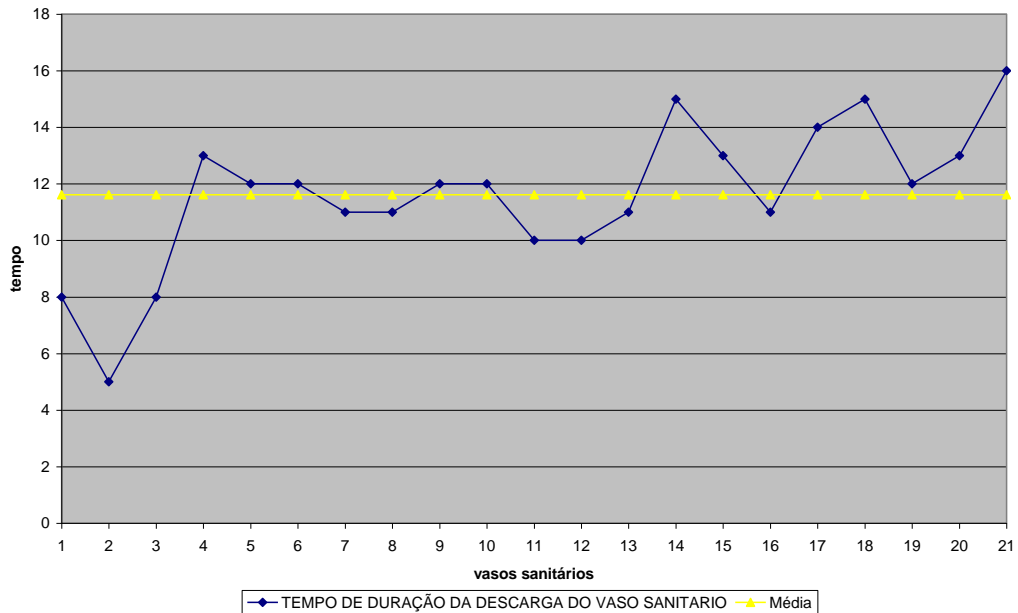
Mictórios

Tempo de duração da descarga dos mictórios

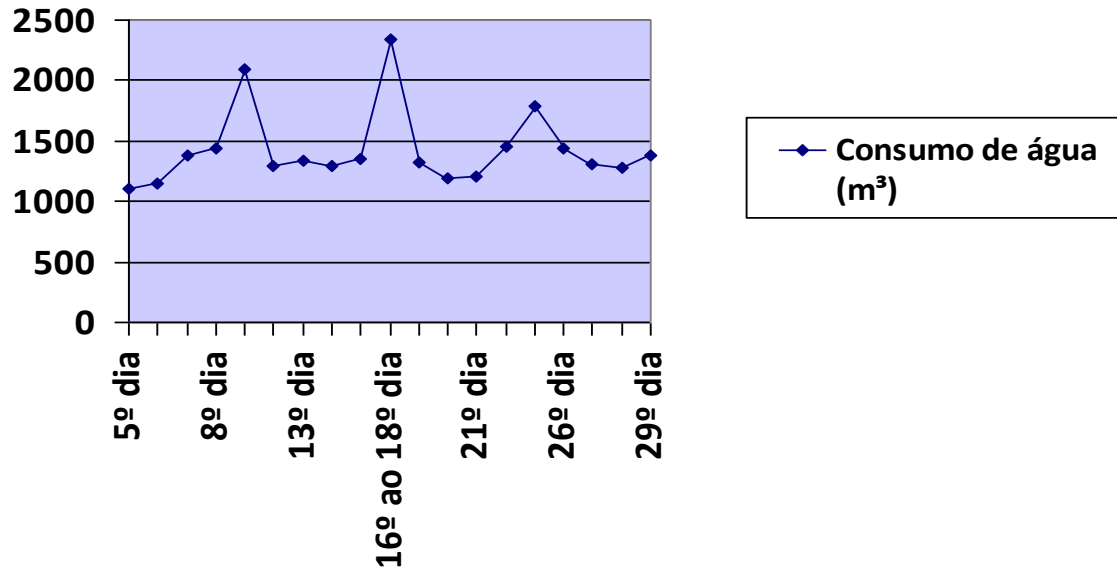


Vasos Sanitários

Tempo de duração da descarga dos vasos sanitários



Leitura diária do hidrômetro dos prédios da FEA referentes ao mês de Janeiro



Gasto diário no prédio da FEA (m³)

4.2.2. Análise dos Dados

Ao analisarmos os dados obtidos percebe-se o grande desvio padrão obtido em várias medições. Essa variação é fruto da má regulagem de torneiras automáticas instaladas no prédio. Algumas das quais despejam um volume muito além do ideal para a higiene pessoal, outras pelo contrário forçam o usuário a pressioná-las insistentemente.

A grande extensão do prédio da FEA obriga os projetistas a posicionar 8 banheiros masculinos pelos 2 andares do estabelecimento. Essa grande quantidade não interfere no consumo de água se os aparelhos estiverem regulados, porém foram detectadas pequenas falhas nos banheiros visitados pela equipe como o gotejamento ininterrupto de algumas torneiras depois de acionadas.

Como o tempo médio de duração do escoamento da água das medições realizadas é 6,57 segundos e a média do tempo útil é 7,43 segundos, parecendo absurdo aumentar o tempo e conseqüentemente o volume de água gasto, pode-se concluir, inclusive a partir do gráfico, que temos problemas de funcionamento da torneira, fato esse que ocasiona os múltiplos acionamentos da torneira pelo mesmo usuário. Em função disso, a média verificada das medições aparece inferior à média geral.

A média de duração verificada nas medições das descargas é de 11,62 segundos. Porém, o volume de água gasto numa descarga deve ser de no máximo 6 litros, em um vaso sanitário cuja vazão seja de 1,6 L/s. Isso implica uma duração de quase 4 segundos de fluxo

de água no vaso. Tempo este que nos permite estimar um desperdício de aproximadamente 60% de água.

Nos mictórios, o tempo de duração do fluxo de água após o acionamento é de 8,63 segundos, enquanto que o tempo útil é de somente 4 segundos, considerando a mesma vazão de água em ambos os casos, fato que gera um desperdício de mais de 50%.

Considerando-se que no mês de fevereiro havia em torno de 3000 alunos de graduação circulando nas instalações da FEA, e que a leitura do hidrômetro no início do mês era de 106345m³ e ao final do mesmo era de 107309m³, verifica-se um gasto de 964m³ em todo o mês. Portanto, o gasto per capita referente à esse mês é de, aproximadamente, 0,32m³/pessoa (320 litros/pessoa).

4.2.3. Alternativas de Solução Primárias

Torneiras

- Instalação de sensores de presença, a fim de melhor controlar o tempo de vazão;
- Pedal de acionamento;
- Regular a vazão da torneira como também a regulagem do sistema;
- Regular a pressão de escoamento da água;
- Papel umedecido;
- Sistemas para diagnosticar possíveis vazamentos no banheiro;
- Trocar as torneiras por modelos mais econômicos (ver tabela 1);

Mictórios

- Implantar mictórios com gel anti-odor e anti-bactericida;
- Reutilização da água da chuva;
- Reutilização da água das torneiras;
- Pedal de acionamento da descarga;
- Aumentar a pressão dos furos por onde a água escoar;
- Aumentar a superfície de contato da água com o mictório;
- Colocar gelo no mictório, tornando desnecessário o acionamento excessivo de descargas;
- Colocar naftalina ou limão, para amenizar o cheiro e reduzir o número de descargas;
- Sistema de controle de descargas, que as acionam em tempos determinados;
- Substituir os mictórios individuais pelos coletivos, e fazer com que a água usada na lavagem das mãos caia diretamente no lavatório, mantendo-o limpo;
- Furar um poço artesiano, para utilizar nos sanitários;
- Trocar os mictórios por modelos mais econômicos (ver tabela abaixo);

Vasos Sanitários

- Reutilização da água da chuva;
- Reutilização da água das torneiras;
- Sistema de toaletes à vácuo, que necessitam de pouca água e utilizam um recipiente para armazenar os dejetos;
- Instalação de descargas econômicas;

- Sistema de três diferentes níveis de vazão na descarga;
- Criação dos sistemas de aproveitamento dos restos de poda;
- Trocar os vasos sanitários por modelos mais econômicos (ver tabela abaixo);

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/seg	41%
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%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de jardim - 40 a 50 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/seg	50%

4.2.4. Análise Preliminar das Soluções

As alternativas foram agrupadas da seguinte maneira: soluções para mictórios, para torneiras e para sanitários. Ao todo foram 4 alternativas para mictório, 3 para torneiras e 3 para sanitários. Algumas alternativas foram descartadas devido às suas inviabilidades e outras foram agrupadas devido às suas semelhanças.

Grupo 1 : Mictório

Alternativa 1: Implantar mictórios com gel anti-odor e bactericida.

Alternativa 2: Reutilização da água da chuva.

Alternativa 3: Substituir os mictórios individuais pelos coletivos, e fazer com que a água usada na lavagem das mãos caia diretamente no mictório, mantendo-o limpo.

Alternativa 4: Trocar os mictórios por modelos mais econômicos.

Grupo 2 : Torneiras

Alternativa 1 : Instalação de sensores de presença que controlem o tempo de escoamento de água.

Alternativa 2 : Regulagem da vazão da torneira e do sistema e da pressão do escoamento de água,

Alternativa 3 : Implementação de sistemas para diagnosticar possíveis vazamentos no banheiro.

Grupo 3 : Sanitários

Alternativa 1 : Reutilização da água da chuva para as descargas.

Alternativa 2 : Instalação de descargas econômicas com dois diferentes níveis de vazão.

Alternativa 3 : Trocar os vasos sanitários por modelos mais econômicos

4.3. Limpeza

4.3.1. Levantamento de Dados Específicos

Segundo funcionários que efetuam a limpeza do prédio da FEA, a limpeza é feita da seguinte forma: todos os 32 banheiros são lavados todos os dias com água, detergente, cloro e desinfetante, a lavagem dura em média uma hora e consome 60 litros de água por banheiro, uma vez que a lavagem é feita com baldes e com as torneiras abertas.

As salas são limpas com rodos e panos molhados todos os dias, que necessita em média de 10 litros por sala, e a cada 6 meses é feita lavagem com água e produtos de limpeza. O pátio e corredores são limpos todos os dias com rodo pano molhado e a cada 2 meses é feita lavagem. Ao todo são gastos diariamente 4060 litros de água por dia na limpeza do prédio, volume que pode dobrar quando são lavados também salas, pátio e corredores.

4.3.2. Análise dos Dados

O levantamento de dados nos permitiu concluir que a limpeza do prédio excede a necessidade, portanto pode haver maior economia de água nesse setor sem que se afete a qualidade do serviço de maneira considerável e o conforto do usuário.

4.3.3. Alternativas de Solução Primárias

Reciclagem de Água

Uma vez que a água necessária para limpeza não precisa ser potável, um grande leque de possibilidades para a obtenção da mesma se abre. A reciclagem de água é uma alternativa financeiramente viável, e não prejudicaria em nada a qualidade dos métodos de higienização do prédio. Por exemplo, a água restante de bebedouros pode ser utilizada para limpezas mais finas, como as de azulejos e espelhos, enquanto a água proveniente das próprias pias dos banheiros poderia ser reciclada e usada nas limpezas mais rústicas, como as de pisos e paredes.

A última deveria passar por métodos de separação de misturas (filtração) para que possa ser mais seguramente aplicada nas tarefas de limpeza.

Condensadores

A cidade de São Paulo é historicamente conhecida pelos seus altos índices pluviométricos ao longo do ano, e pelas altas umidades relativas do ar registradas. Assim pode-se considerar a adoção de uma tecnologia recente, porém inovadora na coleta de água: os condensadores atmosféricos.

Trata-se de grandes painéis que ficam expostos ao vento, constituídos por uma série de haletas. Nas haletas ocorre a condensação da umidade presente no ar, e pode-se obter água de alta qualidade. Trata-se de um método incapaz de produzir grandes quantidades de água, no entanto, sua instalação tem custo relativamente baixo e tal dispositivo requer pouquíssima manutenção.

Um coletor de umidade de 30 metros quadrados consegue capturar até 48 litros de água potável por dia. Dependendo do número de coletores de umidade utilizados, seria possível produzir uma quantidade de água suficiente para suprir muitas das necessidades hídricas da FEA-USP, inclusive no setor de limpeza.

Redução na Quantidade de Limpeza

A redução da quantidade de limpeza é um método barato e eficiente para economia de água sem prejudicar muito a higienização dos banheiros, economizando recursos pessoais e água.

Captação de Água da Chuva

Um método muito eficiente porém pouco explorado é a coleta de águas pluviais. Em São Paulo, a qualidade do ar é baixa, o que faz com que a água da chuva possa adquirir

facilmente caráter ácido. Entretanto, com a instalação de reservatórios apropriados para o armazenamento e o posterior tratamento das águas pluviais, seria possível reduzir drasticamente as rotações nos hidrômetros da FEA.

Nos períodos mais chuvosos do ano as precipitações seriam capazes de suprir quase que em sua totalidade a necessidade do complexo da FEA-USP, tratando-se de higienização.

Coletores pluviais têm baixo custo relativo de implantação, mas grandes investimentos teriam que ser realizados nos tanques de armazenamento de água e no sistema de tratamento da mesma.

Otimização da Limpeza

Otimizar a limpeza com produtos mais eficientes, que consomem menos água para enxágue.

Rodízio de Banheiros

Reduzir a quantidade de banheiros em funcionamento (rodízio) para reduzir a necessidade de limpeza dos mesmos, visto que a utilização deles nem sempre é significativa.

4.3.4. Análise Preliminar das Soluções

Consideramos todas as alternativas relevantes para que se alcance o objetivo fixado, sem que nenhuma fosse rejeitada inicialmente.

4.4. Bebedouros, Jardins e Copa

4.4.1. Levantamento de Dados Específicos

Bebedouros

No caso dos bebedouros os gastos se dão com água mineral em galões de 20L e com água advinda da rede de distribuição, sendo de 25 bebedouros de pressão em todos os prédios do conjunto da FEA (11 deles na FEA1). Os gastos com galões de água mineral são no total de 50 por semana, sendo 30 destes destinados a FEA1. Já os gastos com a água da rede são muito difíceis de serem determinados exatamente, pois os bebedouros não contam com um sistema próprio de medição, mas segundo coleta de dados em campo através da medição da proporção de água aproveitada em relação à água que vai para a rede de esgoto podemos estimar o aproveitamento médio em cerca de 48%, ou seja, a cada litro de água que chega nos bebedouros somente 480ml são realmente aproveitados e os outros 520ml são direcionados à rede de esgoto. Tal proporção foi obtida fazendo-se o quociente entre o total de água que escoava com uma pessoa bebendo água em determinado período de tempo e o total de água que escoava pelo cano de saída do bebedouro no seu fluxo aberto no mesmo período de tempo.

Medições	Porcentagem desperdiçada (%)	
1	49,29	Média 52%
2	64,29	
3	50,76	
4	42,33	
5	56,14	
6	53,84	
7	63,04	
8	48,32	
9	52,92	
10	39,23	

Copa

Apesar de pequena a copa da Faculdade de Economia e Administração (FEA) tem um gasto considerável de água, sendo que a maioria do gasto se dá com o preparo de café para os funcionários. Tal gasto é estimado em cerca de 40 litros de água por dia para o preparo de 2 Kg de pó de café. Quanto às torneiras, todas apresentam sistema de fechamento automático que evita desperdícios.

Jardins

Os jardins externos da FEA não apresentam gasto significativo de água, pois sua demanda é alimentada pela água da chuva.

Já os jardins internos têm um gasto muito mais expressivo que chega a 584 litros por mês.

4.4.2. Análise dos Dados

Observamos um elevado desperdício relativo de água nos bebedouros, na irrigação dos jardins e falta de manutenção e má regulagem dos bebedouros de pressão.

4.4.3. Alternativas de Solução Primárias

Bebedouros

- Melhoria na distribuição (tamanho e pressão das torneiras e alteração do volume do copo plástico);
- Manutenção adequada do equipamento para que não haja vazamentos;
- Armazenar a água que seria perdida nos bebedouros e reutilizá-la;
- Fiscalização freqüente da regulagem dos bebedouros, assegurando que o jato não esteja sob pressão muito alta ou baixa;
- Criar sistemas de refrigeração dos ambientes para reduzir a demanda por água;
- Substituição dos bebedouros de pressão por outros de galão;
- Retirada de bebedouros excedentes, reduzindo as fontes de desperdício;
- Reduzir a concentração de sal nos alimentos vendidos na FEA;
- Fornecer copos plásticos junto aos bebedouros.

Jardins

- Criação de um sistema para armazenamento da água da chuva, que pode ser usada na irrigação e para outros fins;
- Melhorar o sistema de irrigação do jardim externo para que gaste menos água;
- Implantação de jardins artificiais;
- Trocar as existentes por outras espécies de plantas que requerem menos água.

Copa

- Conscientização dos funcionários que utilizam o ambiente;
- Implantação de torneiras com sensor de presença.

Encanamentos

- Funcionários especializados na detecção de vazamentos;
- Sensores e equipamentos próprios para detecção;
- Rede adequada a reutilização e reciclagem da água;
- Implantação de sistemas de encanamento externo, visando facilitar a detecção de vazamentos.

Prédio em geral

- Sistema de captação da água pluvial;
- Caixa de armazenamento da água descartada nos bebedouros;
- Programa de intervalo de “Água Zero”, ou seja, períodos para evitar todo e qualquer uso de água em atividades não urgentes;
- Fusão hidrogênio + oxigênio para formar água;

4.4.4. Análise Preliminar das Soluções

Devido ao baixo consumo desse setor em relação ao consumo do prédio como um todo, pudemos eliminar numa primeira etapa as alternativas propostas cujo custo-benefício não era favorável dentro desse subprojeto.

Então as alternativas selecionadas foram:

- 1 - Substituição por galão
- 2 - Copos plásticos
- 3 - manutenção/Detecção de vazamentos
- 4 - Captação da água da chuva
- 5 - Reutilização da água dos bebedouros

4.5. Método de quantificação

4.5.1. Matriz de decisão

A maior qualidade de um engenheiro é quantificar dados que aparentemente seriam subjetivos.

Foi partindo dessa premissa que escolhemos a matriz de decisão como método de análise de dados, pois assim somos capazes de visualizar em números nossas escolhas e ponderar em valores cada uma das soluções apresentadas.

O fato das soluções supostamente serem conflitantes deixa de ser verdade após a passagem dessas informações pela matriz de decisão, logo, a matriz é a chave para que possamos configurar o melhor cenário de resolução do problema da água, justificando assim a sua escolha.

4.5.2. Método de montagem da matriz de decisão

Foi montada uma matriz auxiliar para comparação entre os fundamentos adotados, de acordo com as considerações feitas nos critérios de avaliação, a fim de atribuir peso relativo para cada um.

A partir daí, avaliou-se cada alternativa de solução, comparando umas com as outras, dentro de cada fundamento adotado, por meios de matrizes auxiliares, uma para cada um, adotando, de forma análoga a da matriz dos critérios, pesos comparativos.

Por fim, na matriz decisão, multiplicou-se o peso de cada solução pelo peso relativo do critério no qual ela teve aquele peso, no fim chegando a uma soma de pesos para cada alternativa, em que a de maior valor define a melhor solução de acordo com os critérios adotados.

Atribuição de Valores

Na escolha de valores para classificar cada um dos critérios nós levamos em conta o erro que poderíamos cometer em caso de um julgamento impreciso.

Pensamos que caso a nota para cada critério variasse pouco, não seríamos capazes de selecionar entre critério muito próximos, logo, a tabela que varia entre 1 e 9 nos permite uma margem de erro que ao final do trabalho não seria tão abusiva, assim, para critérios de importância muito próxima entre si poderíamos optar mais corretamente pelo seu nível de vantagem, o que não ocorreria se a tabela fosse dividida em patamares menores.

Definimos uma escala de 1 a 9 para quantificar a importância dos critérios adotados. Eles foram comparados uns em relação aos outros, da seguinte maneira:

Critérios igualmente importantes	1
Critério moderadamente importante	3 e 2
Critério mais importante	5 e 4
Critério muito importante	7 e 6
Critério extremamente mais importante	8 e 9

4.5.3.Critérios de Avaliação

Técnico

Por ter sido comparado dois à dois com os outros três critérios escolhidos, obteve peso maior levando-se em conta a viabilidade e a disponibilidade de recursos para a execução do projeto, como também a redução do consumo de água e o tempo de implantação do projeto.

Que são sub-critérios determinantes na escolha da solução final.

Econômico

Levando-se em conta que trata-se de um projeto de grande porte, o fator econômico tem vital importância, já que economias percentuais pequenas refletem em grandes cortes nos gastos. Como também lidamos com um projeto de caráter permanente, a rentabilidade precisa ser alta para compensar os avanços tecnológicos que possam ocorrer na área.

Ambiental

De menor importância se comparado aos aspectos técnico e econômico, no entanto, possui o enfoque do projeto em si. Já que a idéia central do projeto está ligado à redução do impacto ambiental causado pela utilização indevida e/ou negligente da água.

Social

Possui pequena importância, pois o projeto somente afetará o meio durante sua implantação. Levam-se em conta desconfortos e surgimento de novas adaptações na rotina diária de todos nos prédios do complexo FEA-USP. Assim que o projeto estiver implantado, seu impacto social será pequeno, ou talvez até não exista.

4.6.Matrizes

Aqui exporemos as matrizes de decisão para cada setor utilizado no estudo, dentro dos critérios acima descritos, sendo as matrizes feitas da forma descrita também acima.

4.6.1.Banheiros Femininos

Alternativas:

- Alternativa 1: Criação de política permanente de manutenção
- Alternativa 2: Criação de um sistema de reaproveitamento de água
- Alternativa 3: Implantação de dispositivos/mecanismos que visem à economia de água

Matriz de decisão

Critérios		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	1,9	0,27	0,51	2	3,8	0,72	1,37
Econômico	1,33	0,25	0,33	0,72	0,95	2	2,66
Ambiental	0,44	1,81	0,79	0,26	0,11	0,91	0,4
Social	0,27	1,78	0,48	0,39	0,1	0,8	0,21
Somatório			2,11		4,96		4,64

Escolha da solução

A escolha da melhor alternativa deve ser feita obedecendo soma dos valores obtidos após multiplicação na matriz de decisão dos pesos pelos fatores. Isto feito, a maior soma nos indicará a melhor alternativa segundo os graus de importância anteriormente atribuídos. No caso da escolha da melhor alternativa de solução para redução do gasto de água no prédio da FEA a partir da matriz de decisão obtivemos como melhor alternativa a adoção da PIA-DESCARGA que nada mais é que uma pia cuja água é reaproveitada para a descarga do vaso sanitário.

4.6.2. Banheiros Masculinos

A) Torneiras:

Alternativas:

- Alternativa 1 : Instalação de sensores de presença que controlem o tempo de escoamento de água.
- Alternativa 2 : Regulagem da vazão da torneira e do sistema e da pressão do escoamento de água,
- Alternativa 3 : pedal de acionamento

Matriz de decisão

Critérios		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	2,09	0,400	0,840	0,150	0,310	0,450	0,940
Econômico	1,08	0,450	0,490	0,090	0,098	0,450	0,486
Ambiental	0,54	0,430	0,232	0,140	0,076	0,430	0,232
Social	0,28	0,333	0,093	0,333	0,093	0,333	0,093
Somatório			1,655		0,577		1,751

B) Mictórios:

Alternativas:

- Alternativa 1: Implantar mictórios com gel anti-odor e anti-bactericida.
- Alternativa 2: Reutilização da água da chuva.
- Alternativa 3: Substituir os mictórios individuais pelos coletivos, e fazer com que a água usada na lavagem das mãos caia diretamente no mictório, mantendo-o limpo.
- Alternativa 4: Trocar os mictórios por modelos mais econômicos.

Matriz de decisão

Critérios	Alternativa 1			Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	2,09	0,49	1,024	0,18	0,376	0,19	0,397	0,14	0,293
Econômico	1,08	0,66	0,713	0,05	0,054	0,2	0,216	0,09	0,097
Ambiental	0,54	0,5	0,270	0,31	0,167	0,13	0,070	0,06	0,032
Social	0,28	0,16	0,045	0,26	0,073	0,15	0,042	0,44	0,123
Somatório			2,052		0,670		0,725		0,545

C) Sanitários:

Alternativas:

- Alternativa 1 : Reutilização da água da chuva para as descargas.
- Alternativa 2 : Instalação de descargas econômicas com dois diferentes níveis de vazão.
- Alternativa 3 : Trocar os vasos sanitários por modelos mais econômicos

Matriz de decisão

Critérios	Alternativa 1			Alternativa 2		Alternativa 3	
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	2,09	0,22	0,460	0,69	1,442	0,08	0,167
Econômico	1,08	0,29	0,313	0,62	0,670	0,09	0,097
Ambiental	0,54	0,62	0,335	0,28	0,151	0,1	0,054
Social	0,28	0,4	0,112	0,31	0,087	0,2	0,056
Somatório			1,220		2,350		0,374

D) Escolha da solução

Tomando por base as matrizes decisão de cada grupo do setor de banheiros masculinos (mictórios, torneiras e sanitários), pudemos escolher as soluções mais viáveis de acordo com os critérios descritos.

As soluções escolhidas foram:

- Mictórios: Implantar mictórios com gel anti-odor e anti-bactericida;
- Torneiras: Pedal de acionamento;
- Sanitários: Instalação de descargas econômicas com dois diferentes níveis de vazão.

4.6.3.Limpeza

Alternativas:

- Alternativa 1 = Condensadores
- Alternativa 2 = Reciclagem
- Alternativa 3 = Captação
- Alternativa 4 = Redução da quantidade de limpeza
- Alternativa 5 = Rodízio de Banheiros
- Alternativa 6 = Otimização de Produtos de Limpeza

Matriz de decisão

Critérios	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5		Alternativa 6		
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	2,081	0,179	0,372	0,360	0,749	1,730	3,600	1,065	2,216	1,876	3,904	0,791	1,646
Econômico	1,367	0,209	0,286	0,401	0,548	0,156	0,213	2,141	2,927	2,141	2,927	0,952	1,301
Ambiental	0,344	1,332	0,458	1,332	0,458	1,332	0,458	0,666	0,229	0,666	0,229	0,666	0,229
Social	0,208	1,332	0,277	1,332	0,277	1,332	0,277	0,336	0,070	0,336	0,070	1,332	0,277
Somatório			1,393		2,033		4,549		5,442		7,130		3,454

Escolha da solução

Tomando por base a matriz decisão feita, que levou em consideração os pesos dos critérios adotados, decidimos a alternativa 5, rodízio de banheiros, como a mais vantajosa para o nosso projeto.

4.6.4.Jardins, Bebedouros e Copa

Alternativas:

- Alternativa 1 = Substituição por galão
- Alternativa 2 = Copos plásticos
- Alternativa 3 = Manutenção/Deteção de vazamentos
- Alternativa 4 = Captação da água da chuva
- Alternativa 5 = Reutilização da água dos bebedouros

Matriz de decisão

Critérios	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5		
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	2,2858	1,976	4,517	1,3538	3,095	0,5691	1,301	0,4048	0,925	0,6926	1,583
Econômico	1,0583	0,612	0,647	2,4268	2,568	1,0094	1,068	0,2588	0,274	0,6934	0,734
Ambiental	0,4773	0,288	0,138	0,4298	0,205	0,6089	0,291	1,8677	0,891	1,8052	0,862
Social	0,1785	0,874	0,156	0,9455	0,169	1,3575	0,242	0,2251	0,040	1,5978	0,285
Somatório			5,458		6,037		2,902		2,131		3,464

Escolha da solução

- Bebedores: A melhor escolha segundo a matriz de decisão foi a implantação dos copos plásticos.

- Copa: Havia apenas duas alternativas de solução propostas, logo por decisão unânime da equipe escolhemos a substituição da torneira de pressão por uma torneira com sensor de presença.

- Jardim: Não é diretamente afetada pelas atividades hídricas dos prédios da FEA-USP, portanto gasto de água com o mesmo não precisam ser contabilizados. Caso sejam necessárias cortes mais abrangentes, pode-se considerar a substituição da plantas por outras adaptadas a um baixo consumo de água

5.Consolidação das soluções

5.1.Considerações

Para uma consolidação coerente das soluções, devido à semelhança de ambientes entre banheiros femininos e masculinos, excetuando-se os mictórios, decidimos unir as soluções dos dois ambientes nas partes comuns, torneiras e sanitários, desenvolvendo uma única solução para cada uma dessas partes que servirá para ambos os ambientes.

Uma das alternativas de solução encontradas para economizar água nos mictórios foi a implantação de um gel anti-odor e anti-bactericida que não necessita de água para descarga. A implantação de tal gel é dissertação de mestrado de William Schmidt, orientado pelo Professor Doutor Orestes Marraccini Gonçalves (PCC- Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica).

Analisados os custos de implantação desse gel e chegamos à conclusão de que a opção não é viável economicamente no momento, pois o gel precisa ser utilizado em mictórios específicos, que assim como ele precisam ser importados dos Estados Unidos, pois ainda não são fabricados no Brasil.

Custos: \$30,00 pote de gel para um mictório que dura em média 4 meses e \$259,00 vaso de mictório específico para esse gel. Implantação: \$259,00 x 64 mictórios = \$16576,00 (aproximadamente R\$33152,00), além dos custos de importação e material e mão-de-obra para instalação dos mictórios.

Manutenção: $\$30,00 \times 3 = \$90,00$ por ano por mictório $\times 36$ mictórios usados depois do rodízio = $\$3240,00$ por ano (aproximadamente R\\$6480,00 por ano).

Dessa forma, a alternativa será viável se o produto começar a ser fabricado no Brasil (o que é uma boa proposta para os fabricantes de louças para banheiros) ou se o preço para adquirir o produto importado diminuir. Assim, propomos que num futuro próximo os custos sejam reavaliados, pois é uma alternativa inovadora que pode contribuir para o uso racional da água.

O subprojeto de jardins, bebedouros e copa se refere a áreas em que o gasto de recursos hídricos é relativamente pequeno em comparação ao gasto da FEA como um todo. Portanto, as alternativas desse subprojeto foram desconsideradas na consolidação final das soluções do projeto.

As outras soluções, obtidas pelo método da matriz de decisão, para os outros setores não mencionados a pouco, foram consolidadas abaixo.

5.2.Torneiras

Pedal de acionamento de torneiras: evita desperdícios de água durante o tempo de abrir e fechar a torneira e também evita o desperdício de água das torneiras com fechamento automático que continuam a funcionar durante um tempo após a utilização. O pedal economiza de 20 a 30% de água.

5.3.Rodízio de banheiros

Nessa solução, propomos o fechamento rotativo de determinados banheiros, levando em conta o nível de utilização de cada pavimento do prédio, visando a diminuição de banheiros a serem limpos a cada dia, e assim economizando água que era usada sem necessidade real.

5.4.Vasos Sanitários

Vasos com dois níveis de descarga, evitando o consumo excessivo de água, dependendo da utilização dos mesmos.

Descargas com bacia VDR economizam de 40 a 50% da água utilizada.

6.Especificações das Soluções Consolidadas

6.1.Rodízio de banheiros

Determinada quantidade de banheiros serão fechados, tendo em vista que o uso está longe da capacidade que os banheiros suportam, a cada dia, diferentes banheiros funcionarão, de modo a diminuir a necessidade de limpeza destes, e conseqüentemente diminuindo o consumo de água. A demanda seria comportada pelos outros banheiros, que estão longe de sua capacidade máxima de utilização.

Como o rodízio de banheiros implica apenas na não utilização e não limpeza dos mesmos por um dia, o custo de implantação é zero.

Da mesma forma, podemos perceber que também não haverá custos de manutenção desta solução.

Chegamos à estimativa de que seriam necessários 6 banheiros para suprir a demanda em sua capacidade máxima de utilização(ver item 10.1), porém, esse número considera a utilização uniforme e despreza horários de pico, e portanto se fossem implantadas dessa forma afetariam consideravelmente o conforto do usuário.

Logo, decidimos que a quantidade de banheiros a serem fechados deveria ser estipulada a partir da demanda por ala do prédio da FEA-USP, e pela utilização nos horários de pico.

Ala inferior direita (pós-graduação): Possui uma menor quantidade de alunos que a graduação, apesar de possuir a mesma quantidade de banheiros. Logo, é razoável o fechamento de 4 banheiros, sendo 2 masculinos e 2 femininos por dia, alternadamente.

Ala inferior esquerda (graduação): Possui a maior quantidade de alunos da FEA-USP, portanto o fechamento de 1 banheiro masculino e 1 banheiro feminino é o ideal.

Ala superior direita (diretoria): O número de funcionários aqui é reduzido, e os 8 banheiros a disposição suprem a demanda com sobras. O fechamento de 2 banheiros masculinos e 2 banheiros femininos é suficiente.

Ala superior esquerda (docentes): O número de docentes é menor que o número de alunos de pós-graduação e graduação, e 2 banheiros masculinos e 2 banheiros femininos são capazes de suprir a demanda em horários de pico. No total, temos o fechamento de 14 banheiros, de 32 do prédio principal da FEA-USP, deixando claro que esse rodízio é feito de forma alternada, poupando a quantidade de água para limpeza.

6.2.Pedal de acionamento de torneira e válvula com dupla vazão de descarga

A matriz proporcionou a escolha da torneira com pedal de acionamento e do mictório com gel como as melhores alternativas de solução, a mudança das válvulas da descarga para uma válvula dupla, ou seja, com possibilidades de escoamento de 3 e 6 litros, continua sendo a melhor escolha. A implantação pode ser feita em um curto período, aproximadamente 1 mês, uma vez que a instalação destes dispositivos não requerem obras, apenas acoplamento aos equipamentos já existentes (apenas no caso de alguns modelos de pedais de acionamento talvez fossem necessários alterações na rede elétrica, pois necessitam de serem ligados a tomadas, outros modelos possuem baterias e sua instalação é mais prática).

7.Conclusões

O projeto de racionalização de água no prédio 1 da Faculdade de Economia e Administração da USP foi realizado com uma divisão em quatro subprojetos, banheiros masculinos, banheiros femininos, limpeza e jardins, bebedouros e copa, utilizando como metodologia de quantificação as matrizes de decisão.

Assim chegou-se à solução final que integra as soluções dos subprojetos analisados: rodízio de banheiros, pedais de acionamento de torneiras e válvulas de descarga com regulador de vazão dupla.

A implantação do projeto acarreta economia de 1624m³ de água/ano, o que representa 10% do total de água consumida em todos os prédios da FEA e 15% da água consumida no prédio FEA1(prédio alvo do projeto), atingindo portanto a meta do projeto. O custo de implantação é de R\$22080,00 e a economia de água equivale a R\$12000,00 por ano, o que significa que o dinheiro investido será recuperado em dois anos, após isso, o projeto economiza tanto água quanto dinheiro.

Das soluções propostas pelo projeto, temos que o rodízio de banheiros possui implantação imediata. O pedal de acionamento de torneiras e as bacias de descarga com dupla vazão não requerem obras para sua implantação, que se limita a uma simples instalação. Assim, podemos estimar que em aproximadamente um mês, todas as alternativas propostas possam estar em pleno funcionamento.

8.Bibliografia

- Artigo nordeste, diversificação fontes de água
<http://www.adufpb.org.br/publica/conceitos/11/art12.pdf> - data de acesso: 5/04/2009
- Hidro termo engenharia
<http://hidrotermo.com/noticias.php?id=18> - data de acesso: 5/04/2009
- Igam
http://www.igam.mg.gov.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=174 - data de acesso: 5/04/2009
- Corsan
<http://www.corsan.com.br/ambientais/uso.htm> - data de acesso: 6/04/2009
- São Francisco
<http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-agua/usos-da-agua.php>- data de acesso: 7/04/2009
- Jardim de Flores
<http://www.jardimdeflores.com.br/ECOLOGIA/agua.html> - data de acesso: 3/04/2009
- Rema Atlântico
http://www.remaatlantico.org/Members/suassuna/artigos/panorama-mundial-da-agua-para-2025?set_language=en&cl=en - data de acesso: 5/04/2009
- Relatório do desenvolvimento Humano 2006 (ONU);
- Guia do estudante, Atualidades, 1º semestre 2009;
- Publicados pela Folha de S.Paulo de 02/07/99, pág. 5 do caderno especial “Ano 2000 água, comida e energia”;
- SABESP Coordenadoria do Uso Racional da Água;

- MACINTYRE, A.J., Instalações hidráulicas, RJ, 1982;

- PURA-USP. Dados de consumo.

<http://www.pura.poli.usp.br/download/PURAUSP%20Consumo%20de%20agua%20CUASO%202005.pdf>>. Acesso em 13 de Abril de 2009.

- Sabesp. Dados. Coordenadoria do Uso Racional da Água. Equipamentos Economizadores. <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=0&proj=pura&pub=T&db=&docid=58704763E5380E548325711B0050C88B>>. Acesso em 13 de abril de 2009.

9. Anexos

9.1. Memorial de Cálculo das Estimativas de banheiros Femininos

Estimativa de uso dos banheiros femininos da FEA:

- o período 1 (6:50-7:10) : dados usados para a estimativa do período 6:50-11:00 = 250min = $5 \times 50\text{min} = 20 \times 12,5\text{min} = 10 \times 25\text{min}$

- o período 2 (12:00-12:20): dados usados para a estimativa do período 12:00-16:00 = 240min = $5 \times 48\text{min} = 20 \times 12\text{min} = 10 \times 24\text{min}$

- o período 3 (17:00-17:20): dados usados para a estimativa do período 16:00-24:00 = 480min = $5 \times 96\text{min} = 20 \times 24\text{min} = 10 \times 48\text{min}$

- Setor 1 = banheiros de 1 a 4

- Setor 2 = banheiros de 5 a 8

- Setor 3 = banheiros de 9 a 12

- Setor 4 = banheiros de 13 a 16

SETOR 1: (5 min de observação por banheiro)

-1º período: Soma do dia 1=4 ; Soma do dia 2=0; Soma do dia 3=6

Estimativa do dia 1: 200 pessoas; estimativa do dia 2: 0 pessoas; estimativa do dia 3: 300 pessoas .

Média do Período 1 = $(200+0+300)/3=166,6666\dots$ pessoas.

- 2º período: Soma do dia 1=5; Soma do dia 2=9; Soma do dia 3=6

Estimativa do dia 1:240pessoas; estimativa do dia 2:432pessoas; estimativa do dia 3:288pessoas

Média do Período 2 $= (240+432+288)/3=320$ pessoas

- 3º período: Soma do dia 1=1; Soma do dia 2=5; Soma do dia 3=4

Estimativa do dia 1:96pessoas; estimativa do dia 2:480pessoas;
estimativa do dia 3:384pessoas

Média do Período 3 $= (96+480+384)/3=320$ pessoas

ESTIMATIVA SETOR 1 $= 166,666+320+320=807$ pessoas

SETOR 2: (5 min de observação por banheiro)

- 1º período: Soma do dia 1=1; Soma do dia 2=1; Soma do dia 3=1

estimativa do dia 1:50pessoas; estimativa do dia 2:50pessoas;
estimativa do dia 3:50pessoas

Média do Período 1 $= 50$ pessoas

- 2º período: Soma do dia 1=3; Soma do dia 2=4; Soma do dia 3=4

estimativa do dia 1:144pessoas; estimativa do dia 2:192pessoas;
estimativa do dia 3:192pessoas

Média do Período 2 $= (144+192+192)/3=176$ pessoas

- 3º período: Soma do dia 1=9; Soma do dia 2=9; Soma do dia 3=8

estimativa do dia 1:864pessoas; estimativa do dia 2:864pessoas;
estimativa do dia 3:768pessoas

Média do Período 3 $= (864+864+768)/3=836$ pessoas

ESTIMATIVA SETOR 2 $= 50+176+836=1062$ pessoas

SETOR 3: (20 min de observação por banheiro)

- 1º período: Soma do dia 1=3; Soma do dia 2=2; Soma do dia 3=2

Estimativa do dia 1:37,5pessoas; estimativa do dia 2:25pessoas;
estimativa do dia 3:25pessoas

Média do Período 1 $= (37,5+25+25)/3=29,16666...$

- 2º período: Soma do dia 1=6; Soma do dia 2=4; Soma do dia 3=7

Estimativa do dia 1:72pessoas; estimativa do dia 2:48pessoas;
estimativa do dia 3:84pessoas

Média do Período 2 $= (72+48+84)/3=68$ pessoas

- 3º período: Soma do dia 1=7; Soma do dia 2=4; Soma do dia 3=5

Estimativa do dia 1:168pessoas; estimativa do dia 2:96pessoas;
estimativa do dia 3:120pessoas

Média do Período 3 $= (168+96+120)/3=128$ pessoas

ESTIMATIVA SETOR 3 $= 29,1666+68+128=225$ pessoas

SETOR 4: (10 min. de observação por banheiro)

- 1º período: Soma do dia 1=1; Soma do dia 2=3; Soma do dia 3=1

Estimativa do dia 1:25 pessoas; estimativa do dia 2:75pessoas; estimativa do
dia 3:25 pessoas

Média do Período 1 $= (25+75+25)/3= 41,666...$ pessoas.

- 2º período: Soma do dia 1=3; Soma do dia 2=0; Soma do dia 3=0

Estimativa do dia 1:72pessoas; estimativa do dia 2:0pessoas; estimativa do
dia 3:0pessoas

Média do Período 2 $= (72)/3=24$ pessoas

- 3º período: Soma do dia 1=0; Soma do dia 2=0; Soma do dia 3=1

Estimativa do dia 1:0pessoas; estimativa do dia 2:0pessoas; estimativa do dia
3:48pessoas

Média do Período 3 $= (48)/3=16$ pessoas

ESTIMATIVA SETOR 4 $= 42+24+16 = 82$ pessoas

Estimativa de um dia= estimativa setor 1+ estimativa setor 2+ estimativa setor 3+
estimativa setor 4 $= 807 + 1062+ 225 + 82 = 2176$ pessoas

9.2. Memorial de Cálculo das Estimativas da Economia Total da soluções

- Descargas com bacia VDR economizam de 40 a 50%;

Banheiros masculinos

Das 3 vezes que os homens vão ao banheiro, consideraremos que apenas 1 eles usam os vasos.

Numero de homens * quantidade de vezes que usam o vaso * volume médio de uma descarga do vaso = consumo de água por dia com vasos

Consumo de água por dia com vasos * quantidade de dias letivos no ano = consumo de água por ano com vasos

ECONOMIA

Consumo de água por ano com vasos * 40% = economia mínima.

Consumo de água por ano com vasos * 50% = economia máxima.

Em números:

$1200 * 1 * 6 = 7200$ litros/dia.

$1200 * 200$ (dias letivos) = 240000 litros/ano = 240m³/ano

ECONOMIA

De $240 * 40\% = 96$ m³/ano a $240 * 50\% = 120$ m³/ano

De $96 * 7,36 = R\$706,56$ a $120 * 7,36 = R\$883,2$

Banheiros femininos

Número de mulheres que utilizam o banheiro por dia * volume médio de uma descarga do vaso = consumo de água por dia.

Consumo de água diário * quantidade de dias letivos no ano = consumo de água no ano com vasos no banheiro feminino.

Consumo de água por ano com vasos * 40% = economia mínima.

Consumo de água por ano com vasos * 50% = economia máxima.

Em números:

$2176 * 6 = 13056$ litros/dia

$13056 * 200 = 2611200$ litros/ano = 2611,2m³/ano

ECONOMIA

De $2611,2 * 40\% = 1044,48$ m³/ano a $2611,2 * 50\% = 1305,6$ m³/ano

De $1044,48 * 7,63 = R\$7687,37$ a $1305,6 * 7,36 = R\$9609,22$

Torneiras:

O pedal economiza de 20 a 30% de água.

Número de pessoas que usam os banheiros * volume médio de uma torneira = consumo de água por dia.

Consumo diário * quantidade de dias letivos = consumo anual médio com torneiras.

ECONOMIA

Consumo anual médio com torneiras * 20% economia mínima

Consumo anual médio com torneiras * 30% economia máxima

Em números:

$$(2176 + 3600) * 0,6 = 3465,6 \text{ litros/dia}$$

$$3465,6 * 200 = 693120 \text{ litros/ano} = 693,12 \text{ m}^3/\text{ano}$$

ECONOMIA

$$\text{De } 693,12 * 20\% = 138,624 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ a } 693,12 * 30\% = 207,936 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{De } 138,624 * 7,36 = \text{R}\$1020,27 \text{ a } 693,12 * 7,36 = \text{R}\$1530,41$$

Rodízio de banheiros

- São gastos 60 litros de água por lavagem de um banheiro, e são lavados todos os dias.

- O rodízio de 14 banheiros economizará $14 \times 60 = 840$ litros por dia. São ao todo aproximadamente 200 dias letivos ao ano. Portanto, $200 \times 840 = 168000$ litros economizados por ano,

o que equivale a $168 \text{ m}^3/\text{ano}$.

$$168 * 7,36 = \text{R}\$1236,48$$

TOTAL ECONOMIZADO

$$1624 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$1624 * 7,36 = \text{R}\$11952,64 \text{ por ano}$$

$$\text{Água gasta na FEA por ano} = 1320 \text{ (mensal)} \times 12 = 15840 \text{ m}^3$$

$$\text{Água gasta na FEA1 por ano} = 910 \text{ (mensal)} \times 12 = 10920 \text{ m}^3$$

$$1624 / 15840 = 10\% \text{ da água gasta na FEA}$$

$$1624 / 10920 = 15\% \text{ da água gasta na FEA1.}$$

CUSTOS:

$$\text{Pedais de acionamento: } \text{R}\$90,00 \times 160 \text{ torneiras} = \text{R}\$14400,00$$

$$\text{Válvula de descarga VDR (2vazões): } \text{R}\$60 \times 128 \text{ vasos} = \text{R}\$7680,00$$

$$\text{Total} = \text{R}\$22080,00$$

9.3. Memorial de Cálculo da estimativa da meta de economia

$$0,15 * 10920 = 1638 \text{ m}^3/\text{ano}$$

9.4. Matrizes auxiliares de critérios e alternativas

9.4.1. Setor de banheiros femininos

Matriz de Comparação dos Critérios

	Técnico	Econ.	Amb.	Social					Peso
Técnico	1	2	6	4	0,52	0,58	0,52	0,28	1,9
Econ.	0,5	1	4	6	0,26	0,29	0,35	0,33	1,33
Amb.	0,15	0,25	1	3	0,08	0,07	0,08	0,21	0,44
Social	0,25	0,17	0,33	1	0,13	0,04	0,03	0,07	0,27
Soma	1,92	3,42	11,33	14	1	1	1	1	3,94

Alternativas:

- Alternativa 1: Criação de política permanente de manutenção
- Alternativa 2: Criação de um sistema de reaproveitamento de água
- Alternativa 3: Implantação de dispositivos/mecanismos que visem à economia de água

Matriz de alternativa para critério técnico

	alt. 1	alt. 2	alt. 3				Fator
alt. 1	1	0,14	0,33	0,09	0,09	0,07	0,27
alt. 2	7	1	3	0,63	0,68	0,69	2
alt. 3	3	0,33	1	0,27	0,22	0,23	0,72
Soma	11	1,47	4,33	0,99	0,99	0,99	19,77

Matriz de alternativa para critério econômico

	alt. 1	alt. 2	alt. 3				Fator
alt. 1	1	0,33	0,14	0,09	0,07	0,09	0,25
alt. 2	3	1	0,33	0,27	0,23	0,22	0,72
alt. 3	7	3	1	0,63	0,69	0,68	2
Soma	11	4,33	1,47	0,99	0,99	0,99	19,77

Matriz de alternativa para critério ambiental

	alt. 1	alt. 2	alt. 3				Fator
alt. 1	1	5	3	0,65	0,45	0,71	1,81
alt. 2	0,2	1	0,2	0,13	0,09	0,04	0,26
alt. 3	0,33	5	1	0,22	0,45	0,24	0,91
Soma	1,53	11	4,2	0,99	0,99	0,99	19,7

Matriz de alternativa para critério social

	alt. 1	alt. 2	alt. 3				Fator
alt. 1	1	7	3	0,54	0,53	0,71	1,78
alt. 2	0,5	1	0,2	0,27	0,08	0,04	0,39
alt. 3	0,33	5	1	0,18	0,38	0,24	0,8
Soma	1,83	1,3	4,2	0,99	0,99	0,99	10,3

Matriz de decisão

		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Critérios	Peso real	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	1,9	0,27	0,51	2	3,8	0,72	1,37
Econ.	1,33	0,25	0,33	0,72	0,95	2	2,66
Amb.	0,44	1,81	0,79	0,26	0,11	0,91	0,4
Social	0,27	1,78	0,48	0,39	0,1	0,8	0,21
Soma	3,94	4,11	2,11	3,37	4,96	4,43	4,64

9.4.2. Setor de banheiros masculinos

Matriz de Comparação dos Critérios

	técnico	econômico	ambiental	social	normalização				peso
técnico	1	2	4	7	0,53	0,53	0,53	0,50	2,09
econômico	1/2	1	2	4	0,26	0,27	0,27	0,29	1,08
ambiental	1/4	1/2	1	2	0,13	0,13	0,13	0,14	0,54
social	1/7	1/4	1/2	1	0,08	0,07	0,07	0,07	0,28
soma	1,89	3,75	7,50	14,00					

A) As matrizes de alternativas para as torneiras:

Alternativas:

- Alternativa 1 : Instalação de sensores de presença que controlem o tempo de escoamento de água.
- Alternativa 2 : Regulagem da vazão da torneira e do sistema e da pressão do escoamento de água,
- Alternativa 3 : pedal de acionamento

Matriz de alternativa para critério técnico

	técnico			normalizado			peso	fator	fator*peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3			
alt1	1	3	1/2	0,55	0,38	0,29	0,40	2,09	0,84
alt2	1/3	1	1/4	0,18	0,13	0,14	0,15	2,09	0,31
alt3	1/2	4	1	0,27	0,50	0,57	0,45	2,09	0,94
soma	1,83	8,00	1,75	1,00	1,00	1,00	1,00	2,09	

Matriz de alternativa para critério econômico

	econômico			normalizado			peso	fator	fator*peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3			
alt1	1	5	1	0,45	0,45	0,45	0,45	1,08	0,490909
alt2	1/5	1	1/5	0,09	0,09	0,09	0,09	1,08	0,098182
alt3	1	5	1	0,45	0,45	0,45	0,45	1,08	0,490909
soma	2,20	11,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,08	

Matriz de alternativa para critério ambiental

	ambiental			normalizado			peso	fator	fator*peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3			
alt1	1	3	1	0,43	0,43	0,43	0,43	0,54	0,231429
alt2	1/3	1	1/3	0,14	0,14	0,14	0,14	0,54	0,077143
alt3	1	3	1	0,43	0,43	0,43	0,43	0,54	0,231429
soma	2,33	7,00	2,33	1,00	1,00	1,00	1,00		

Matriz de alternativa para critério social

	social			normalizado			peso	fator	fator*peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3			
alt1	1	1	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,28	0,0924
alt2	1	1	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,28	0,0924
alt3	1	1	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,28	0,0924
soma	3	3	3	1	1	1	1		

Matriz de decisão

Critérios	Alternativa 1			Alternativa 2		Alternativa 3	
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	2,09	0,400	0,840	0,150	0,310	0,450	0,940
Econômico	1,08	0,450	0,490	0,090	0,098	0,450	0,486
Ambiental	0,54	0,430	0,232	0,140	0,076	0,430	0,232
Social	0,28	0,333	0,093	0,333	0,093	0,333	0,093
Somatório			1,655		0,577		1,751

B) As matrizes de alternativas para os mictórios:

Alternativas:

- Alternativa 1: Implantar mictórios com gel anti-odor e anti-bactericida.
- Alternativa 2: Reutilização da água da chuva.
- Alternativa 3: Substituir os mictórios individuais pelos coletivos, e fazer com que a água usada na lavagem das mãos caia diretamente no mictório, mantendo-o limpo.
- Alternativa 4: Trocar os mictórios por modelos mais econômicos.

Matriz de alternativa para critério técnico

	técnico				normalizado				
	alt1	alt2	alt3	alt4	alt1	alt2	alt3	alt4	peso
alt1	1	3	5	5	0,58	0,36	0,54	0,48	0,49
alt2	1/3	1	1/4	4	0,19	0,12	0,03	0,39	0,18
alt3	1/5	4	1	1/3	0,12	0,48	0,11	0,03	0,19
alt4	1/5	1/4	3	1	0,12	0,03	0,32	0,10	0,14
soma	1,73	8,25	9,25	10,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de alternativa para critério econômico

	econômico				normalizado				peso
	alt1	alt2	alt3	alt4	alt1	alt2	alt3	alt4	
alt 1	1	9	7	8	0,73	0,50	0,83	0,60	0,66
alt 2	1/9	1	1/5	1/3	0,08	0,06	0,02	0,03	0,05
alt 3	1/7	5	1	4	0,10	0,28	0,12	0,30	0,20
alt 4	1/8	3	1/4	1	0,09	0,17	0,03	0,08	0,09
soma	1,38	18,00	8,45	13,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de alternativa para critério ambiental

	ambiental				normalizado				peso
	alt1	alt2	alt3	alt4	alt1	alt2	alt3	alt4	
alt 1	1	5	3	5	0,58	0,79	0,32	0,31	0,50
alt 2	1/5	1	5	7	0,12	0,16	0,54	0,44	0,31
alt 3	1/3	1/5	1	3	0,19	0,03	0,11	0,19	0,13
alt 4	1/5	1/7	1/3	1	0,12	0,02	0,04	0,06	0,06
soma	1,73	6,34	9,33	16,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de alternativa para critério social

	social				normalizado				peso
	alt1	alt2	alt3	alt4	alt1	alt2	alt3	alt4	
alt 1	1	1	1	1/4	0,14	0,23	0,14	0,11	0,16
alt 2	1	1	3	1/2	0,14	0,23	0,43	0,22	0,26
alt 3	1	1/3	1	1/2	0,14	0,08	0,14	0,22	0,15
alt 4	4	2	2	1	0,57	0,46	0,29	0,44	0,44
	7,00	4,33	7,00	2,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de decisão

mictórios		técnico		econômico		ambiental		social	nota
alt1	0,49	2,09	0,66	1,08	0,5	0,54	0,16	0,28	2,05
alt2	0,18	2,09	0,05	1,08	0,31	0,54	0,26	0,28	0,67
alt3	0,19	2,09	0,2	1,08	0,13	0,54	0,15	0,28	0,73
alt4	0,14	2,09	0,09	1,08	0,06	0,54	0,44	0,28	0,55

C) As matrizes de alternativas para os sanitários:

Alternativas:

- Alternativa 1 : Reutilização da água da chuva para as descargas.
- Alternativa 2 : Instalação de descargas econômicas com dois diferentes níveis de vazão.
- Alternativa 3 : Trocar os vasos sanitários por modelos mais econômicos

Matriz de alternativa para critério técnico

	técnico			normalizado			peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3	
alt1	1	1/5	4	0,16	0,15	0,36	0,22
alt2	5	1	6	0,80	0,73	0,55	0,69
alt3	1/4	1/6	1	0,04	0,12	0,09	0,08
soma	6,25	1,37	11,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de alternativa para critério econômico

	econômico			normalizado			peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3	
alt1	1	6	5	0,73	0,83	0,50	0,69
alt2	1/6	1	4	0,12	0,14	0,40	0,22
alt3	1/5	1/4	1	0,15	0,03	0,10	0,09
soma	1,37	7,25	10,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de alternativa para critério ambiental

	ambiental			normalizado			peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3	
alt1	1	3	5	0,65	0,71	0,50	0,62
alt2	1/3	1	4	0,22	0,24	0,40	0,28
alt3	1/5	1/4	1	0,13	0,06	0,10	0,10
soma	1,53	4,25	10,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de alternativa para critério social

	social			normalizado			peso
	alt1	alt2	alt3	alt1	alt2	alt3	
alt1	1	2	2	0,50	0,57	0,40	0,49
alt2	1/2	1	2	0,25	0,29	0,40	0,31
alt3	1/2	1/2	1	0,25	0,14	0,20	0,20
soma	2,00	3,50	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Matriz de decisão

vasos sanitários		técnico		econômico		ambiental		social	nota
alt1	0,22	2,09	0,29	1,08	0,62	0,54	0,4	0,28	1,22
alt2	0,69	2,09	0,62	1,08	0,28	0,54	0,31	0,28	2,35
alt3	0,08	2,09	0,09	1,08	0,1	0,54	0,2	0,28	0,37

9.4.3. Setor de Limpeza

Matriz de Comparação dos Critérios

	Técnico	Econômico	Ambiental	Social	Normalização				Somatório
Técnico	1	2	6	8	0,558	0,598	0,480	0,444	2,081
Econômico	1/2	1	5	7	0,279	0,299	0,400	0,389	1,367
Ambiental	1/6	1/5	1	2	0,093	0,060	0,080	0,111	0,344
Social	1/8	1/7	1/2	1	0,070	0,043	0,040	0,056	0,208
Somatório	1,792	3,343	12,500	18,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Alternativas:

- Alternativa 1 = Condensadores
- Alternativa 2 = Reciclagem
- Alternativa 3 = Captação
- Alternativa 4 = Redução da quantidade de limpeza
- Alternativa 5 = Rodízio de Banheiros
- Alternativa 6 = Otimização de Produtos de Limpeza

Matriz de alternativa para critério técnico

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Normalização						Somatório
A1	1	1/3	1/7	1/6	1/8	1/5	0,033	0,017	0,040	0,027	0,040	0,021	0,179
A2	3	1	1/6	1/2	1/6	1/4	0,100	0,052	0,047	0,081	0,053	0,026	0,360
A3	7	6	1	1	1	4	0,233	0,310	0,281	0,162	0,320	0,423	1,730
A4	6	2	1	1	1/3	2	0,200	0,103	0,281	0,162	0,107	0,212	1,065
A5	8	6	1	3	1	2	0,267	0,310	0,281	0,486	0,320	0,212	1,876
A6	5	4	1/4	1/2	1/2	1	0,167	0,207	0,070	0,081	0,160	0,106	0,791
Somatório	30	19,333	3,560	6,167	3,125	9,450	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Matriz de alternativa para critério econômico

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Normalização						Somatório
A1	1	1/3	2	1/9	1/9	1/7	0,034	0,014	0,061	0,043	0,043	0,015	0,209
A2	3	1	5	1/9	1/9	1/5	0,102	0,041	0,152	0,043	0,043	0,021	0,401
A3	1/2	1/5	1	1/9	1/9	1/7	0,017	0,008	0,030	0,043	0,043	0,015	0,156
A4	9	9	9	1	1	4	0,305	0,367	0,273	0,387	0,387	0,422	2,141
A5	9	9	9	1	1	4	0,305	0,367	0,273	0,387	0,387	0,422	2,141
A6	7	5	7	1/4	1/4	1	0,237	0,204	0,212	0,097	0,097	0,105	0,952
Somatório	29,500	24,533	33,000	2,583	2,583	9,486	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Matriz de alternativa para critério ambiental

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Normalização						Somatório
A1	1	1	1	2	2	2	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	1,332
A2	1	1	1	2	2	2	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	1,332
A3	1	1	1	2	2	2	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	1,332
A4	1/2	1/2	1/2	1	1	1	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,666
A5	1/2	1/2	1/2	1	1	1	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,666
A6	1/2	1/2	1/2	1	1	1	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,666
	4,500	4,500	4,500	9,000	9,000	9,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Matriz de alternativa para critério social

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Normalização						Somatório
A1	1	1	1	4	4	1	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	1,332
A2	1	1	1	4	4	1	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	1,332
A3	1	1	1	4	4	1	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	1,332
A4	1/4	1/4	1/4	1	1	1/4	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,336
A5	1/4	1/4	1/4	1	1	1/4	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,336
A6	1	1	1	4	4	1	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	1,332
	4,500	4,500	4,500	18,000	18,000	4,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Matriz de decisão

Critérios	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5		Alternativa 6		
	Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso		
Técnico	2,081	0,179	0,372	0,360	0,749	1,730	3,600	1,065	2,216	1,876	3,904	0,791	1,646
Econômico	1,367	0,209	0,286	0,401	0,548	0,156	0,213	2,141	2,927	2,141	2,927	0,952	1,301
Ambiental	0,344	1,332	0,458	1,332	0,458	1,332	0,458	0,666	0,229	0,666	0,229	0,666	0,229
Social	0,208	1,332	0,277	1,332	0,277	1,332	0,277	0,336	0,070	0,336	0,070	1,332	0,277
Somatório			1,393		2,033		4,549		5,442		7,130		3,454

9.4.4. Setor de bebedouros, jardins e copa

Matriz de Comparação dos Critérios

Tabela 1	Técnico	Econômico	Ambiental	Social
Técnico	1,0000	4,0000	6,0000	8,0000
Econômico	0,2500	1,0000	5,0000	6,0000
Ambiental	0,1667	0,2000	1,0000	5,0000
Social	0,1250	0,1667	0,2000	1,0000
Σ	1,5417	5,3667	12,2000	20,0000

Tabela 2			Normalização		Σ
Técnico	0,6486	0,7453	0,4918	0,4000	2,2858
Econômico	0,1622	0,1863	0,4098	0,3000	1,0583
Ambiental	0,1081	0,0373	0,0820	0,2500	0,4773
Social	0,0811	0,0311	0,0164	0,0500	0,1785

Alternativas:

- Alternativa 1 = Substituição por galão
- Alternativa 2 = Copos plásticos
- Alternativa 3 = Manutenção/Deteção de vazamentos
- Alternativa 4 = Captação da água da chuva
- Alternativa 5 = Reutilização da água dos bebedouros

Matriz de alternativa para critério técnico

Técnico	1	2	3	4	5
1	1,0000	2,0000	4,0000	4,0000	3,0000
2	0,5000	1,0000	4,0000	2,0000	3,0000
3	0,2500	0,2500	1,0000	3,0000	0,5000
4	0,2500	0,5000	0,3333	1,0000	0,5000
5	0,3333	0,3333	2,0000	2,0000	1,0000
Σ	2,3333	4,0833	11,3333	12,0000	8,0000

Técnico	1	2	3	4	5	Σ horizontal
1	0,4286	0,4898	0,3529	0,3333	0,3750	1,9796
2	0,2143	0,2449	0,3529	0,1667	0,3750	1,3538
3	0,1071	0,0612	0,0882	0,2500	0,0625	0,5691
4	0,1071	0,1224	0,0294	0,0833	0,0625	0,4048
5	0,1429	0,0816	0,1765	0,1667	0,1250	0,6926

Matriz de alternativa para critério econômico

Econômico	1	2	3	4	5
1	1,0000	0,2500	1,0000	3,0000	0,5000
2	4,0000	1,0000	5,0000	7,0000	3,0000
3	1,0000	0,2000	1,0000	5,0000	3,0000
4	0,3333	0,1429	0,2000	1,0000	0,5000
5	2,0000	0,3333	0,3333	2,0000	1,0000
Σ	8,3333	1,9262	7,5333	18,0000	8,0000

Econômico	1	2	3	4	5	Σ horizontal
1	0,1200	0,1298	0,1327	0,1667	0,0625	0,6117
2	0,4800	0,5192	0,6637	0,3889	0,3750	2,4268
3	0,1200	0,1038	0,1327	0,2778	0,3750	1,0094
4	0,0400	0,0742	0,0265	0,0556	0,0625	0,2588
5	0,2400	0,1731	0,0442	0,1111	0,1250	0,6934

Matriz de alternativa para critério ambiental

Ambiental	1	2	3	4	5
1	1,0000	0,3333	0,3333	0,2000	0,2500
2	3,0000	1,0000	0,5000	0,1667	0,1667
3	3,0000	2,0000	1,0000	0,2500	0,2500
4	5,0000	6,0000	4,0000	1,0000	1,0000
5	4,0000	6,0000	4,0000	1,0000	1,0000
Σ	16,0000	15,3333	9,8333	2,6167	2,6667

Ambiental	1	2	3	4	5	Σ horizontal
1	0,0625	0,0217	0,0339	0,0764	0,0938	0,2883
2	0,1875	0,0652	0,0508	0,0637	0,0625	0,4298
3	0,1875	0,1304	0,1017	0,0955	0,0938	0,6089
4	0,3125	0,3913	0,4068	0,3822	0,3750	1,8677
5	0,2500	0,3913	0,4068	0,3822	0,3750	1,8052

Matriz de alternativa para critério social

Social	1	2	3	4	5
1	1,0000	1,0000	0,5000	7,0000	0,5000
2	1,0000	1,0000	0,5000	9,0000	0,5000
3	2,0000	2,0000	1,0000	8,0000	0,5000
4	0,1429	0,1111	0,1250	1,0000	0,3333
5	2,0000	2,0000	2,0000	3,0000	1,0000
Σ	6,1429	6,1111	4,1250	28,0000	2,8333

Social	1	2	3	4	5	Σ horizontal
1	0,1628	0,1636	0,1212	0,2500	0,1765	0,8741
2	0,1628	0,1636	0,1212	0,3214	0,1765	0,9455
3	0,3256	0,3273	0,2424	0,2857	0,1765	1,3575
4	0,0233	0,0182	0,0303	0,0357	0,1176	0,2251
5	0,3256	0,3273	0,4848	0,1071	0,3529	1,5978

Matriz de decisão

Critérios	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5	
		Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso	Fator	Fator x Peso
Técnico	2,2858	1,976	4,517	1,3538	3,095	0,5691	1,301	0,4048	0,925	0,6926	1,583
Econômico	1,0583	0,612	0,647	2,4268	2,568	1,0094	1,068	0,2588	0,274	0,6934	0,734
Ambiental	0,4773	0,288	0,138	0,4298	0,205	0,6089	0,291	1,8677	0,891	1,8052	0,862
Social	0,1785	0,874	0,156	0,9455	0,169	1,3575	0,242	0,2251	0,040	1,5978	0,285
Somatório			5,458		6,037		2,902		2,131		3,464