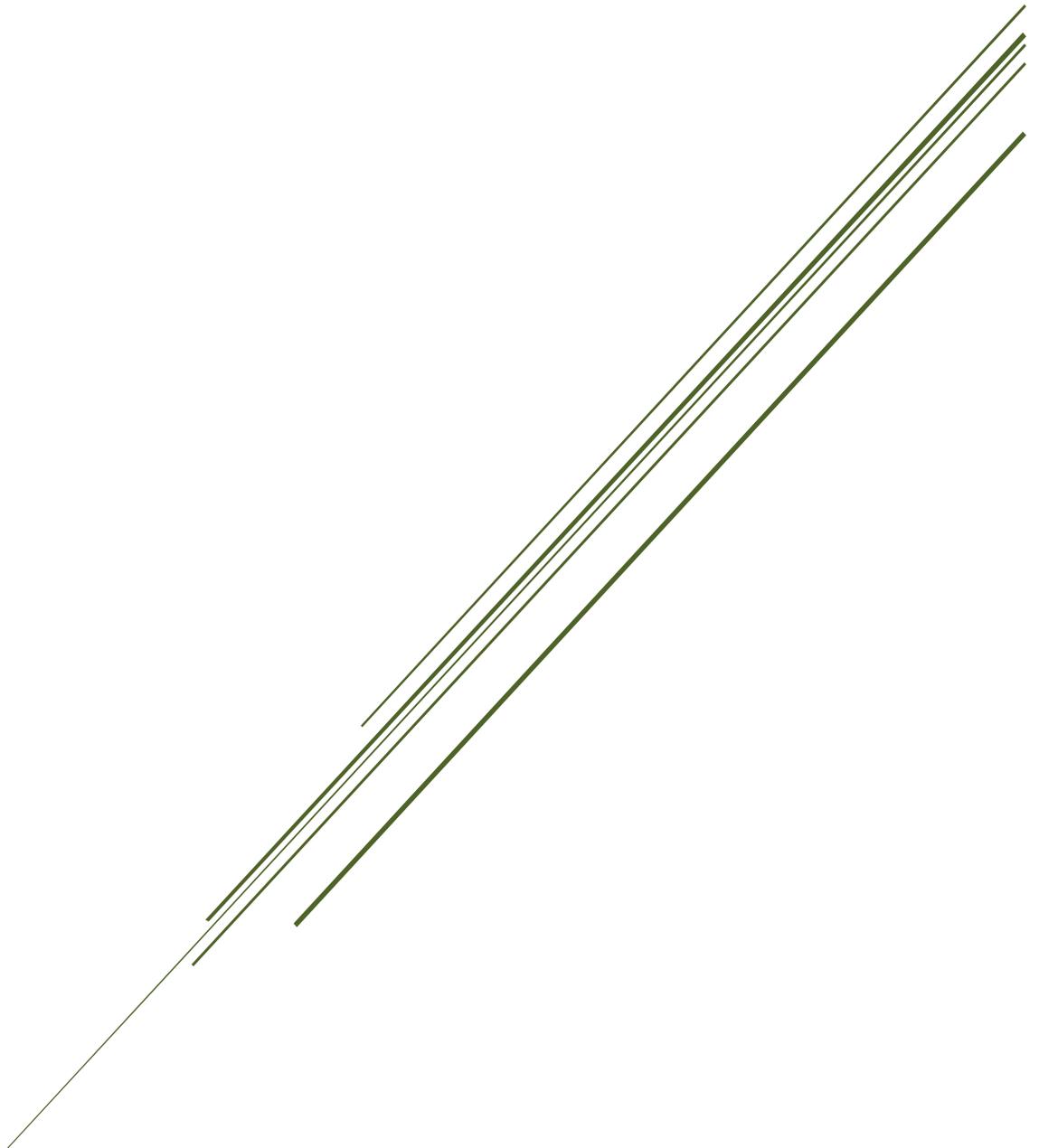


# PLANO DE GESTÃO

Uso da água no  
Prédio da Engenharia Ambiental – EESC/USP



3M Engenharia  
Consultoria e Projetos Ambientais



## Sumário

1. Plano de Trabalho .....	4
1.1. Objetivo .....	4
1.2. Plano de Trabalho .....	4
1.3. Detalhamento das etapas/produtos .....	5
1.3.1. Plano de Trabalho .....	5
1.3.2. Diagnóstico.....	5
1.3.3. Estudo de Alternativas.....	5
1.3.4. Estudos de Cenários .....	6
1.3.5. Análise de Viabilidade .....	6
1.3.6. Resumo Executivo.....	6
1.3.7. Plano de Gestão.....	6
2. Diagnóstico.....	8
2.1. Objetivo .....	8
2.2. Introdução .....	8
2.3. Considerações para os cálculos .....	10
2.4. Cálculo do consumo de água .....	10
2.4.1. Inspeção nas instalações sanitárias .....	11
2.4.2. Questionário de hábitos dos frequentadores do prédio.....	17
2.4.3. Sanitários .....	18
2.4.4. Laboratórios didáticos.....	18
2.4.5. Limpeza do prédio .....	19
2.4.6. Rega de jardins .....	20
2.4.7. Percentual de utilização de água em cada atividade consuntiva .....	20
2.5. Conclusões.....	21
3. Estudo de Alternativas .....	23
3.1. Objetivo .....	23
3.2. Estudo de Alternativas.....	23
3.2.1. América do Norte.....	23
3.2.2. Europa.....	26
3.2.3. Oceania .....	27



3.2.4. América Latina.....	28
3.3. Conclusão .....	29
4. Cenários .....	31
4.1. Conclusão .....	32
5. Análise de Viabilidade.....	34
5.1. Objetivo .....	34
5.2. Análise de Viabilidade .....	34
5.2.1. Alternativas 1 e 2.....	34
5.2.2. Alternativa 3 .....	34
5.2.3. Alternativas 4 e 5.....	35
5.2.4. Alternativa 6 .....	37
5.2.5. Alternativa 7 .....	38
5.2.6. Alternativa 8 .....	39
5.3. Conclusão .....	43
6. Plano de Gestão.....	45
6.1. Política Ambiental.....	45
6.2. Objetivos .....	45
6.3. Planejamento.....	46
6.3.1. Programas .....	46
6.3.2. Cenários.....	48
6.4. Implementação e Operação.....	50
6.5. Verificação.....	52
6.6. Análise pela Administração.....	54
7. Resumo Executivo.....	56
8. Anexo 1 .....	59
9. Referências Bibliográficas .....	61



**3M Engenharia**  
**Consultoria e Projetos Ambientais**

*Produto 1/7*

*Engenheiras responsáveis:  
Ana Carolina Ferrari dos Santos  
Marina da Costa Ribeiro de Almeida  
Natália Ribeiro Cruz*

## **PLANO DE TRABALHO**

**Projeto para gestão de água no prédio da Engenharia  
Ambiental - Campus II da USP de São Carlos**

São Carlos, 11 de março de 2015.



## 1. Plano de Trabalho

### 1.1. Objetivo

Definição do plano de trabalho para o projeto de gestão de água no prédio da Engenharia Ambiental, contando somente a parte do complexo dedicada às atividades didáticas, ou seja, salas de aula e laboratórios didáticos.

Este projeto será desenvolvido no escopo da disciplina “Sustentabilidade e Gestão Ambiental”, do curso de Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

### 1.2. Plano de Trabalho

A Tabela 1 apresenta resumidamente o plano de trabalho para o projeto em questão. As tarefas serão realizadas conjuntamente pelas engenheiras responsáveis.

Tabela 1: Plano de trabalho

<b>Data de Entrega</b>	<b>Produto</b>	<b>Objetivos</b>
11/03/2015	Plano de Trabalho	Definir as datas das entregas parciais do projeto
22/04/2015	Diagnóstico	Avaliação da situação atual do consumo de água no prédio da Engenharia Ambiental
	Estudo de Alternativas	Avaliar alternativas disponíveis, levando em consideração boas práticas e alternativas já aplicadas em contextos similares.
	Estudo de Cenários	Escolha das alternativas mais adequadas para cenários futuros
10/06/2015	Análise de Viabilidade	Avaliação da viabilidade das alternativas propostas para cada cenário, incluindo a viabilidade econômica da implantação das alternativas escolhidas.



Tabela 2 (continuação): Plano de trabalho

<b>Data de Entrega</b>	<b>Produto</b>	<b>Objetivos</b>
01/07/2015	Resumo Executivo	Descrição simplificada do projeto, incluindo resultados das análises propostas.
	Plano de Gestão	Plano para gestão das alternativas propostas

### **1.3. Detalhamento das etapas/produtos**

#### **1.3.1. Plano de Trabalho**

Definição das etapas e cronograma de trabalho, assim como detalhamento das atividades necessárias para a realização dos produtos.

#### **1.3.2. Diagnóstico**

As etapas do diagnóstico consistem em visitar o local de estudo e estimar os usos de cada pessoa que frequenta o mesmo. Para isso, conversas serão realizadas com funcionários do prédio, como a secretária, pessoas da limpeza e técnicos de laboratório. Além deles, a conversa se estenderá a professores que frequentam o prédio apenas em seus horários de aula, com professores responsáveis pelos laboratórios de pesquisa e os professores que tem seus escritórios localizados no prédio. Também serão estimadas a quantidade de alunos que frequentam o local, especificando o gênero, e quantas vezes utilizam o banheiro e o bebedouro por dia.

Quanto à estrutura do prédio, serão contabilizadas as torneiras em uso, além de sua regulagem se for automática. Por fim, esses dados coletados serão comparados com estudos existentes do local e demais literaturas, como normas da ABNT.

#### **1.3.3. Estudo de Alternativas**

A partir dos resultados do diagnóstico, será realizada uma avaliação das alternativas disponíveis para a gestão da água. As alternativas incluirão reuso de água, reaproveitamento de água de chuva, manutenção dos equipamentos que consomem



água, estudo de formas de economizar água, entre outras. As alternativas serão definidas com base em boas práticas e experiências em contextos similares.

#### 1.3.4. Estudos de Cenários

Os estudos de cenários serão realizados estabelecendo possíveis situações futuras, como expansão do prédio destinado a laboratórios ou manutenção das condições atuais devido à crise financeira da USP. Após o estabelecimento dos cenários futuros, serão propostas as alternativas mais adequadas quanto à questão da água no prédio da engenharia ambiental.

#### 1.3.5. Análise de Viabilidade

Nessa etapa, serão avaliadas tecnicamente as alternativas escolhidas para cada cenário. Assim, será possível selecionar as melhores alternativas conforme a aplicabilidade delas dentre os cenários, considerando a aceitação das pessoas que convivem no local, benefícios que trará e dificuldade de realização.

Ademais, para cada alternativa será estimado seu custo de implantação e será verificada sua viabilidade financeira. Assim, serão definidas as técnicas que serão realmente aplicadas para cada cenário.

#### 1.3.6. Resumo Executivo

O resumo executivo consiste numa simplificação do projeto, que contém todas as etapas realizadas, incluindo os resultados obtidos, numa linguagem acessível ao público.

#### 1.3.7. Plano de Gestão

O Plano de Gestão, além de incluir as etapas do projeto, apresentará como as alternativas viáveis devem ser implementadas e operadas para que o objetivo de redução do consumo de água seja atingido.



**3M Engenharia**  
*Consultoria e Projetos Ambientais*

*Produto 2/7*

*Engenheiras responsáveis:  
Ana Carolina Ferrari dos Santos  
Marina da Costa Ribeiro de Almeida  
Natália Ribeiro Cruz*

## **DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL**

**Projeto para gestão de água no prédio da Engenharia  
Ambiental - Campus II da USP de São Carlos**

São Carlos, 22 de abril de 2015.



## 2. Diagnóstico

### 2.1. Objetivo

O objetivo desta etapa é a identificação da quantidade de água consumida na parte didática do complexo de prédios da Engenharia Ambiental, distinguindo o consumo de água para cada tipo de uso (nos sanitários, laboratórios didáticos, limpeza do prédio e rega de jardins). A partir desta identificação, será possível avaliar, nas próximas etapas, em quais tipos de uso é possível aplicar a gestão do uso da água, e como isso pode ser realizado.

### 2.2. Introdução

O prédio da Engenharia Ambiental está localizado no Campus 2 da Universidade de São Paulo, na cidade de São Carlos, SP. O complexo conta, atualmente, com 4 prédios construídos, sendo os blocos 1, 2 e 3 dedicados à parte didática. O bloco 4 e o futuro bloco 5 (atualmente em construção) são dedicados aos laboratórios de pesquisa, e o consumo de água nestes não estão incluídos no escopo deste trabalho.

O bloco 1 conta com quatro salas de aula no pavimento térreo, e uma sala de aula, uma sala de computadores, uma sala de projetos e uma sala de desenho no pavimento superior. O bloco 2 conta com uma secretaria, uma área de convivência, uma sala da secretaria acadêmica e dois sanitários (um masculino e um feminino) no pavimento térreo e um auditório, uma copa e dois sanitários (um masculino e um feminino) no pavimento superior. O bloco 3 conta com laboratórios didáticos de recursos hídricos, fenômenos de transporte, geologia e solos e processos e operações unitárias no pavimento térreo e com laboratórios didáticos de poluição ambiental, biologia/microbiologia, modelação matemática e análise ambiental no pavimento superior.

As Figura 1 e

Figura 2 mostram a planta dos pavimentos térreo e superior, respectivamente, dos blocos atualmente construídos do complexo de prédios da Engenharia Ambiental.



Figura 1: Planta do pavimento térreo do complexo de prédios da Engenharia Ambiental.



Figura 2: Planta do pavimento superior do complexo de prédios da Engenharia Ambiental

Toda a água de abastecimento utilizada nas dependências do Campus 2, e, portanto, incluindo o prédio avaliado, é proveniente de poços artesianos. Os mesmos



retiram água do Aquífero Guarani por bombeamento. O esgoto é coletado pela rede municipal e enviado para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da cidade.

### **2.3. Considerações para os cálculos**

Os alunos do curso de Engenharia Ambiental cursam a grande maioria das disciplinas no prédio em questão, sendo que apenas algumas disciplinas ocorrem em outros locais do Campus 2. Sendo assim, a circulação diária de pessoas no prédio conta com alunos do primeiro ao quinto ano, professores, funcionários e alguns alunos de outros cursos que cursam matérias juntamente com os alunos da Engenharia Ambiental.

O total de alunos por ano gira em torno de 40 pessoas. Sendo assim, o curso tem um total aproximado de 200 alunos. Ainda, conta com 37 professores e 8 funcionários (Cerveira, 2014).

O número de alunos de outros cursos que frequentam o prédio é bastante pequeno, e por isso será desprezado. A divisão de sexo entre os alunos do curso é bastante homogênea, sendo assim será considerado que a população que frequenta o prédio é composta por 50% de homens e 50% de mulheres.

Será considerado que, pelo curto tempo de permanência dos professores nas dependências didáticas do prédio, os mesmos não utilizam as instalações sanitárias. Os funcionários serão considerados da mesma forma que os alunos para os cálculos. Sendo assim, tem-se uma população de estudo formada por 104 mulheres e 104 homens.

### **2.4. Cálculo do consumo de água**

Para calcular a quantidade de água consumida no prédio foram adotadas duas estratégias. Para o cálculo do uso em sanitários, foi realizado um questionário comportamental com os alunos do curso, onde os mesmos responderam perguntas relacionadas com as atividades diárias nas dependências do prédio, bem como de seu



tempo de permanência no mesmo. Para os demais usos, a quantidade foi obtida das análises de Cerveira, 2014.

A falta de micromedição do prédio, ou seja, de um hidrômetro individual medindo o consumo de água no prédio, é um problema, pois não é possível saber ao certo a quantidade real de água gasta, sendo que este estudo fornecerá uma estimativa da mesma.

O prédio da Engenharia Ambiental possui dois dispositivos já instalados para a economia de água nos sanitários: descarga de mictórios com fechamento automático e torneiras com fechamento automático e sistema de injeção de ar, para aumentar a pressão e reduzir o consumo de água.

Todos os vasos sanitários possuem sistema de descarga simples, de caixa acoplada, com capacidade para 6 litros.

#### 2.4.1. Inspeção nas instalações sanitárias

Para verificar a situação atual de operação dos equipamentos hidráulico-sanitários, foi realizada uma vistoria em todos os sanitários do prédio, na manhã do dia 25 de março de 2015.

Nesta vistoria foram avaliados a vazão e tempo de funcionamento das torneiras dos sanitários, para verificação dos sistemas de fechamento automático, a presença/ausência de vazamentos nas caixas de descarga e nos mictórios e o nível de água nas caixas de descarga dos vasos sanitários.

Para a avaliação da vazão das torneiras, o tempo de funcionamento foi medido com um cronômetro e o volume de água foi medido com um béquer transparente plástico de 2 litros. Na data da inspeção, o sanitário masculino do térreo encontrava-se fora de operação.

As Tabela 3,

Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6 apresentam os resultados da inspeção. Os dados colhidos durante a mesma encontram-se no Resumo Executivo



Para a redução do consumo da água no prédio didático da Engenharia Ambiental, o primeiro passo realizado foi o diagnóstico atual do consumo de água e a vistoria dos equipamentos hidráulicos dos banheiros. O consumo de água se encontra na Tabela 1.

Tabela 1: Consumo de água atual no prédio didático da Engenharia Ambiental.

Atividade		Consumo mensal (L/mês)	Consumo mensal (%)
Sanitários	Vasos sanitários	29 952	41,06
	Mictórios	12 480	17,11
	Torneiras	10 583	14,51
Laboratórios didáticos		554,41	0,76
Limpeza do prédio		9 900	13,57
Rega de Jardins		9 480	13,00
<b>TOTAL</b>		<b>72 949,41</b>	<b>100</b>

A vistoria nos banheiros concluiu que as bacias sanitárias diferiam entre si quanto ao nível de água na caixa de descarga, e alguns mictórios e torneiras apresentavam defeito na válvula de acionamento automático, fazendo com que eles funcionassem por mais tempo que o necessário. Sendo assim, contatou-se a falta de manutenção dos equipamentos mencionados.

Em seguida, foram estudadas as alternativas para redução de água aplicada em diversas universidades, a nível nacional e mundial, para encontrar soluções que pudessem ser aplicadas no estudo em questão. A maior parte das soluções focava-se em redução da rega de jardins, reaproveitamento da água de chuva e reuso de água cinza.

Posteriormente, foram criados cenários futuros, para que as alternativas pudessem ser avaliadas do ponto de vista de viabilidade. Foram criados 8 cenários: (i) cenário com a presença de crise hídrica, (ii) cenário com cobrança pelo uso da água, realizada pelo Comitê de Bacias Hidrográficas, (iii) cenário com crise financeira na universidade, (iv) cenário com crise hídrica e cobrança pelo uso da água, (v) cenário com crise hídrica e crise financeira, (vi) cenário com cobrança pelo uso da água e crise



financeira, (vii) cenário com crise hídrica, cobrança pelo uso da água e crise financeira e (viii) cenário sem alteração, ou seja, as condições atuais serão mantidas.

As alternativas propostas foram: (1) evitar regar o jardim, (2) evitar lavar a área externa do prédio, (3) conscientização ambiental, (4) coletar água da chuva para regar o jardim e lavar áreas externas, (5) captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas, (6) manutenção das torneiras e descargas, (7) coleta da água das torneiras e destiná-las para as bacias e (8) investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas.

Para cada cenário, foram definidas as propostas que se mostraram viáveis, após avaliação de custos e benefícios. A Tabela 2 apresenta as alternativas adequadas para cada cenário.

Tabela 2: Alternativas de redução de consumo de água viáveis para cada cenário futuro.

Hipóteses	Crise hídrica	Cobrança pelo uso	Crise financeira
<b>Crise hídrica</b>	1, 2, 3, 5, 6, 8	-	-
<b>Cobrança pelo uso</b>	1, 2, 3, 5, 6, 8	1, 2, 3, 5, 6, 7	-
<b>Crise financeira</b>	1, 2, 3, 6	1, 2, 3, 6	1, 2, 3
<b>Todas as hipóteses</b>	1, 2, 3, 7		
<b>Sem alteração</b>	1, 2, 3, 5, 6, 8		

Por fim, foi criado um plano de gestão para o prédio em questão. Neste, a economia de água foi estimada para cada cenário e colocada como meta a ser alcançada. A redução do consumo de água para cada cenário pode ser avaliada na Tabela 3.

Tabela 3: Redução no consumo de água para cada cenário futuro.



<b>Cenário</b>	<b>Redução do consumo de água</b>
(i) crise hídrica	73%
(ii) cobrança pelo uso	66%
(iii) crise financeira	23%
(iv) crise hídrica e cobrança pelo uso da água	73%
(v) crise hídrica e crise financeira	30%
(vi) cenário com cobrança pelo uso da água e crise financeira	30%
(vii) cenário com crise hídrica, cobrança pelo uso da água e crise financeira	37%
(viii) cenário sem alteração	53%

Portanto, a economia de água possível no prédio didático da Engenharia Ambiental dependerá da situação futura a ser considerada e das alternativas a serem adotadas para o cenário em questão.

A. As torneiras e os vasos sanitários foram numerados da esquerda para a direita.



Segundo a Norma NBR 13.713, que regulamenta a regulação de aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático, o tempo de funcionamento das torneiras em questão deve variar entre 5 e 10 segundos, com vazão de 0,04 a 0,10 L/s e volume de 0,2 a 1,0 L. As torneiras que não se encontram dentro do padrão estão sinalizadas com a cor cinza.

Tabela 3: Avaliação das torneiras de fechamento automático dos sanitários do pavimento térreo.

Pavimento térreo				
Sanitário feminino				Sanitário masculino
Torneira	Tempo de funcionamento médio (s)	Volume médio gasto (L)	Vazão média (L/s)	Fora de operação
1	6,5	0,69	0,10	
2	9,7	1,39	0,14	
3	11,5	1,53	0,13	
4	8,5	1,20	0,14	

Tabela 4: Avaliação das torneiras de fechamento automático dos sanitários do pavimento superior.

Pavimento superior							
Sanitário feminino				Sanitário masculino			
Torneira	Tempo de funcionamento médio (s)	Volume médio gasto (L)	Vazão média (L/s)	Torneira	Tempo de funcionamento médio (s)	Volume médio gasto (L)	Vazão média (L/s)
1	7,5	1,20	0,16	1	8,0	0,44	0,06
2	7,5	1,00	0,13	2	7,4	0,60	0,08
3	Fechamento automático não funciona	1,20	0,15	3	8,0	1,25	0,16
4	Fechamento automático não funciona	1,20	0,14	4	7,0	0,72	0,10



Tabela 5: Avaliação dos vasos sanitários e mictórios dos sanitários do pavimento térreo.

Pavimento térreo			
Vasos sanitários			Mictórios
Masculino	Feminino		Fora de operação
Fora de operação	1	Com vazamento	
	2	Interditado	
	3	Nível normal de água	

Tabela 6: Avaliação dos vasos sanitários e mictórios dos sanitários do pavimento superior.

Pavimento superior							
Vasos sanitários				Mictórios			
Masculino		Feminino		Estavam sem vazamento			Média
				Mictório	Tempo de descarga (s)		
<b>1</b>	Com vazamento Nível de água alto	<b>1</b>	Nível normal de água	<b>1</b>	7.0	10.4	8.7
<b>2</b>	Interditado	<b>2</b>	Interditado	<b>2</b>	3.2	2.8	3.0
<b>3</b>	Nível de água baixo	<b>3</b>	Nível normal de água	<b>3</b>	2.2	2.5	2.4

Como pode ser observada nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, a maioria das torneiras estavam com o desligamento automático mal regulado. Em alguns casos, este nem funcionava. Ainda, alguns vasos sanitários estavam com vazamentos de água, e os mictórios diferiram muito no tempo de descarga, indicando que os mesmos também estavam mal regulados. Portanto, é possível perceber que a falta de regulagem, provavelmente causada pela falta de manutenção, é um problema para o consumo de água.

A partir dos dados coletados, tem-se que o tempo de funcionamento médio é 8 segundos, volume médio gasto por acionamento é 1,06 litros e a vazão média das



torneiras é 0,13 litros por segundo. Tanto o volume médio quanto a vazão média são superiores ao recomendado pela norma NBR 13.713.

Em comparação com a inspeção realizada por Cerveira, 2014, pode-se concluir que as médias (tempo de funcionamento de 8 segundos, volume consumido de 1,2 litros e vazão de 0,14 litros por segundo, sendo que o volume e a vazão estão fora do padrão recomendado pela norma) são similares às encontradas na inspeção realizada no mês de março de 2015. Pode-se concluir que entre as inspeções não houve manutenção nos equipamentos ou a manutenção foi realizada, mas não foi eficiente.

#### 2.4.2. Questionário de hábitos dos frequentadores do prédio

Para melhor avaliar a utilização dos sanitários pelos frequentadores do prédio, e conseqüentemente fornecer uma estimativa mais precisa do consumo de água para este tipo de uso, foi realizado um questionário online. O mesmo foi respondido por um total de 25 alunos de graduação, ou seja, 12,5% do total de alunos do curso. As perguntas, juntamente com a resposta média, estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7: Questionário de hábitos e respostas encontradas.

<b>Pergunta</b>	<b>Resposta (média)</b>
Em uma semana normal, quantos dias você vem ao prédio da Engenharia Ambiental?	4 dias
Em uma semana normal, quanto tempo você permanece no prédio da Engenharia Ambiental?	22,5 horas por semana
Em média, quantas vezes você utiliza o banheiro do prédio por dia?	3 vezes por dia
Você lava as mãos após utilizar o banheiro?	Sim (unânime)
Se você é do sexo masculino, quantas vezes você utiliza o mictório por dia?	3 vezes por dia
Se você é do sexo masculino, quantas vezes você utiliza o vaso sanitário por dia?	0 vezes por dia

A partir dos dados coletados, pode-se verificar que a utilização média do sanitário é 12 vezes por semana (3 vezes ao dia, 4 dias na semana). Considerando que um mês possui quatro semanas (já que há ocorrência de feriados eventuais e nem



todos os dias do mês são letivos), obtém-se o valor de 48 utilizações do sanitário por pessoa por mês. Ou ainda pode-se considerar a utilização do sanitário como uma vez a cada 1,875 horas de permanência no prédio (12 vezes na semana, com permanência média de 22,5 horas por semana).

#### 2.4.3. Sanitários

Conforme já mencionado, considerando a população do prédio como 50% masculina e 50% feminina (204 homens e 204 mulheres), e considerando o volume da descarga do vaso sanitário como 6 litros por descarga (capacidade padrão das caixas) e da descarga dos mictórios como 2,5 litros por descarga (Júnior, 2013), pode-se calcular o total gasto por mês com as descargas. Foi considerado também que os homens não utilizam o vaso sanitário, por conta das respostas obtidas no questionário. Claramente isso não é verdade, mas como se trata de uma estimativa, esta é a aproximação que será utilizada.

Ainda, considerando que em cada ida ao sanitário a pessoa acione uma vez a torneira de fechamento automático, com consumo de 1,06 litros por acionamento, pode-se calcular o total gasto por mês com as torneiras.

Os resultados de gastos estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Cálculo do consumo de água nos sanitários

<b>Utilização das instalações</b>	<b>Gasto em cada utilização (L)</b>	<b>Número de utilizações (utilização/pessoa/mês)</b>	<b>Consumo de água por mês (L/mês)</b>
<b>Vaso sanitário</b>	6	48	29 952
<b>Mictório</b>	2,5	48	12 480
<b>Torneiras</b>	1,06	48	10 583
<b>Total</b>			<b>53 015</b>

Sendo assim, o consumo mensal referente aos sanitários é de 53 015 litros por mês.

#### 2.4.4. Laboratórios didáticos

O uso de água nos laboratórios didáticos consiste basicamente na água utilizada para lavagem dos materiais utilizados. A primeira lavagem é realizada com



água corrente proveniente da torneira e a segunda lavagem é realizada com água deionizada. Para a deionização da água é utilizada água proveniente da torneira, que passa por um equipamento especial para a remoção de íons.

A Tabela 9 apresenta o gasto de água nos laboratórios didáticos, de acordo com os estudos de Cerveira, 2014.

Tabela 9: Consumo de água semestral nos laboratórios didáticos.

Laboratório didático	Tempo de utilização das torneiras m (min)	Vazão média (L/s)	Volume médio de água utilizado (L)	Volume total de água utilizado (L) (1 semestre)
Biologia	20	0,082	82	738
Microbiologia	15	0,082	67,1	738
Processos e operações unitárias	13	0,07	54,6	273
Poluição ambiental	8,5	0,079	37,41	149,64
<b>Consumo de água total no semestre</b>				<b>1898,64</b>

Para a produção da água deionizada utilizada nos laboratórios, descarta-se 1,2 litros de água da torneira para cada litro de água deionizada produzida. Como são produzidos 145 litros de água deionizada por semestre, tem-se um total de consumo de 319 litros de água da torneira por semestre (Cerveira, 2014).

Somando este valor aos encontrados para os laboratórios, tem-se um total de consumo de água de 2217,64 litros de água por semestre. Se considerarmos que um semestre letivo possui 4 meses, encontra-se um valor de consumo de água de 554,41 litros por mês.

#### 2.4.5. Limpeza do prédio

Atualmente a limpeza do prédio consiste em 3 partes: limpeza das salas de aula, limpeza dos banheiros e lavagem do pátio. De acordo com Cerveira, 2014, a limpeza das salas de aula ocorre diariamente e são gastos 10 baldes de 15 litros; a



limpeza do banheiro também ocorre diariamente e são utilizados 2 baldes de 15 litros para cada banheiro dos 4 existentes no prédio; a lavagem do pátio não ocorre diariamente, totalizando em um mês 10 lavagens, sendo que cada lavagem utiliza 450 litros de água. A Tabela 10 apresenta o consumo de água nas diferentes formas de limpeza realizada do prédio da Engenharia Ambiental por dia e o consumo total de água por mês da limpeza do prédio.

Tabela 10: Consumo de água (L) por dia e por mês na limpeza do prédio da engenharia ambiental

Atividade	Consumo (L/dia)	Consumo (L/mês)
Limpeza das salas de aula	150	3000
Limpeza do banheiro	120	2400
Lavagem do pátio	-	4500
<b>Total de consumo de água</b>		<b>9900</b>

#### 2.4.6. Rega de jardins

A rega de jardins ocorre aproximadamente 2 vezes por semana utilizando duas mangueiras com vazões distinta e com durações diferentes. No total, são consumidos 9.480 L/mês (Cerveira, 2014).

#### 2.4.7. Percentual de utilização de água em cada atividade consuntiva

A Tabela 11 apresenta um resumo do consumo mensal de água no prédio da Engenharia Ambiental. O valor percentual permite uma avaliação comparativa dos impactos de cada tipo de uso.

Tabela 11: Consumo mensal de água no prédio da Engenharia Ambiental

Atividade	Consumo mensal (L/mês)	Consumo mensal (%)
<b>Sanitários</b>	Vasos sanitários	29 952
	Mictórios	12 480
	Torneiras	10 583
<b>Laboratórios didáticos</b>	554,41	0,76
<b>Limpeza do prédio</b>	9 900	13,57
<b>Rega de Jardins</b>	9 480	13,00
<b>TOTAL</b>	<b>72 949,41</b>	<b>100</b>



A Figura 3 apresenta os percentuais de cada tipo de uso consuntivo da água.

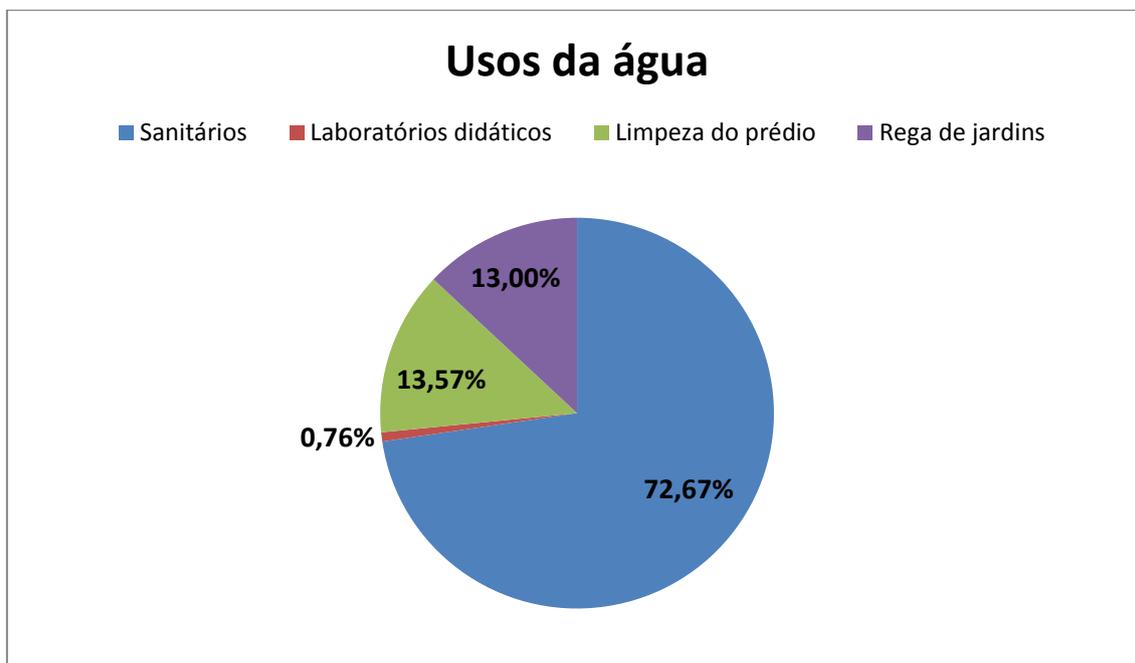


Figura 3: Tipos de uso consuntivo da água

## 2.5. Conclusões

Como pode ser percebido pela Figura 3, o maior gasto de água na parte didática do complexo de prédios da Engenharia Ambiental acontece nos sanitários, principalmente na utilização das descargas. Esta informação é importante, pois irá nortear as alternativas de minimização de consumo de água a serem propostas para o local em questão. A rega de jardins e a limpeza do prédio também consomem parte importante da água, sendo necessário incluir alternativas para redução do consumo também para esses dois usos.



**3M Engenharia**  
*Consultoria e Projetos Ambientais*

*Engenheiras responsáveis:*  
*Ana Carolina Ferrari dos Santos*  
*Marina da Costa Ribeiro de Almeida*  
*Natália Ribeiro Cruz*

*Produto 3/7*

## **ESTUDO DE ALTERNATIVAS**

**Projeto para gestão de água no prédio da Engenharia  
Ambiental - Campus II da USP de São Carlos**

São Carlos, 22 de abril de 2015.



## 3. Estudo de Alternativas

### 3.1. Objetivo

O estudo de alternativas tem como objetivo avaliar as alternativas disponíveis, levando em consideração boas práticas e alternativas já aplicadas em contextos similares, ou seja, em universidades. Para esse estudo, foram encontradas alternativas de quatro continentes diferentes, sendo eles América do Norte, América do Sul, Europa e Oceania.

### 3.2. Estudo de Alternativas

#### 3.2.1. América do Norte

##### 3.2.1.1. *Boston University*

A Boston University localiza-se em Boston, Massachusetts, EUA, e tem em torno de 33.000 alunos e 3.800 funcionários. Dados obtidos no site da BU mostram que em 8 anos, ao mesmo tempo que a universidade cresceu 14%, seu consumo de água se reduziu em 13%. Diversas medidas foram tomadas para que isso acontecesse. Dentre elas, pode-se citar a instalação de um dispositivo para colheita da água da chuva, com capacidade de 15.000 litros, localizado em um campo recém-instalado dentro da universidade. O tanque não irá suprir toda a necessidade de irrigação do campus, mas reduziu em 80% o consumo da água proveniente da cidade. Outra medida tomada para a diminuição nos gastos de irrigação foi a instalação de sistemas de gotejamento, que requer menos água, já que molha diretamente a raiz das plantas. Também é um sistema de fácil controle, tanto quanto quantidade de água gasta, quanto de tempo ligado. Além dessas, foi instalado um sensor de desligamento automático dos sistemas de irrigação quando a chuva se inicia.

Nos banheiros, as torneiras do banheiro são automáticas, e funcionam a partir do movimento da água passando por elas. Essas “pequenas turbinas” ativam um pequeno gerador que gera energia elétrica que recarrega as baterias dos sensores de ativamento da torneira. Em algumas bacias também podem ser encontradas descargas



com duplo acionamento, que reduzem a quantidade de água gasta por mais da metade. Em outras bacias, são encontradas descargas com acionamento automático, que tem um gasto similar ao de duplo acionamento, mas são mais higiênicas já que não precisam que haja contato com a bacia.

Os dados sobre a Boston University podem ser encontrados no [site](#) da universidade.

#### *3.2.1.2. Duke University*

A Duke University é localizada na cidade de Durham, no estado de Carolina do Norte, EUA. Estudam por volta de 15.000 alunos, dentre eles a maioria é de cursos de pós-graduação. A universidade possui também aproximadamente 35.000 funcionários, incluindo o centro de saúde.

No campus foram tomadas diversas medidas para a economia de água. Para conservação, foram instaladas válvulas de baixo fluxo nas bacias e mictórios, higienizadores de mãos, máquinas de lavar de alta eficiência e auditoria para controle e gestão em todos os prédios do campus. Também foram implantados sistemas para ajudar na irrigação, como cisternas e mudanças na paisagem que tornem o solo mais absorvente.

A universidade também implantou um sistema de coleta de água de chuva, constituído em um lago (que recolhe 22% da água do runoff e da água da chuva) que é utilizado para o refrigeração dos prédios do campus. O volume esperado salvo por ano pelo lago é de 100 milhões de galões (aproximadamente 380 milhões de litros) de água potável.

Outra medida tomada foi a distribuição de chuveiros de baixa vazão para estudantes e funcionários instalarem em suas casas, poupando um valor estimado de 280 milhões de litros por ano. Além disso, avisos foram colocados próximos de torneiras, chuveiros, bacias e fontes de água, conscientizando com valores gastos e informações que fazem aqueles que usam pensar antes de desperdiçar água.



Os dados sobre a Duke University podem ser encontrados no [site](#) da universidade.

#### 3.2.1.3. *Harvard University*

A Harvard University é localizada em Cambridge, estado de Massachussets, EUA, e é parte da Ivy League, sendo uma das mais prestigiadas universidades do mundo. Ela possui 21.000 alunos e cerca de 5.000 funcionários.

A universidade tem como plano reduzir em 30% do seu consumo pelo ano de 2020, baseados nos dados de 2006. Até hoje, 21% dessa meta foi cumprido. Para isso, foram utilizadas medidas de conservação de água nos prédios, telhados verde e diminuição no consumo de água engarrafada.

Como conservação de água, a universidade implantou um sistema chamado EPIC (Environmental Passive Integrated Chamber), que consiste em capturar a água da chuva e filtrá-la, sendo armazenada numa cisterna. Essa água é utilizada para regar as plantas diretamente pela raiz, evitando o desperdício. A água da chuva também está sendo utilizada para descargas em um dos prédios do campus, o Stone Hall. Outros prédios também coletam a água da chuva e a armazenam, onde depois será utilizada para irrigação.

A universidade também implantou pavimentos porosos em um estacionamento, onde antes era composto por 100% de asfalto impermeável. A redução esperada do runoff no local é de 37%.

Os telhados verde foram instalados em 3 diferentes prédios. No prédio da Escola de Negócios, o telhado verde tem aproximadamente 490 metros quadrados, com 9000 mudas. Também são utilizados sensores que desligam o sistema de irrigação se há a presença de chuva.

A universidade possui um [plano sustentável](#), incluindo diversas outras medidas tomadas para a redução de consumo de energia e reciclagem, por exemplo. Esse plano e todos os dados sobre a Harvard University podem ser encontrados no [site](#) da universidade.



### 3.2.2. Europa

#### 3.2.2.1. *Swansea University*

A Swansea University está localizada em Swansea, País de Gales, e possui 15.921 estudantes da graduação e da pós graduação e 2.510 funcionários. A universidade possui cursos nas áreas das biológicas, exatas e humanas.

A universidade uma política sustentável, que consiste em comércio justo na compra de produtos utilizados na universidade, redução da geração de resíduos sólidos, reciclar os resíduos e diminuir o uso garrafas e copos de água no campus. Dentro da política sustentável da universidade, a comunicação tem um papel fundamental, tendo como meio um guia no qual as políticas e ações sustentáveis no campus são explicadas e exemplificadas de forma a conscientizar estudantes, funcionários e visitantes.

Esse [guia](#) e os dados sobre a Swansea University podem ser encontrados no [site](#) da universidade.

#### 3.2.2.2. *University of Liverpool*

Na University of Liverpool, localizada em Liverpool, Inglaterra, algumas medidas de economia de água foram tomadas pela Guild of Students (semelhante ao DCE da USP). Lá, o campus possui cerca de 20.000 estudantes e 6 alojamentos estudantis que são mantidos pela universidade. Como medida geral, eles possuem um programa chamado Student Switch Off, que visa a economia de água, energia e reciclagem dentro dos alojamentos.

No prédio da Guild, que possui diversos estabelecimentos (cafés, restaurantes, bar e lojas) e também salas de aula e de computadores, foi instalado um dispositivo em cada descarga do prédio, chamado “Hippo Bag”, que ajuda a economizar água nas descargas, chegando a 2,5 litros economizados por descarga. A estimativa feita por eles é de que 2600 litros de água são poupados por dia após a instalação do dispositivo.



Além disso, o prédio possui um telhado verde, onde são plantados vegetais e legumes que são vendidos para os estudantes e funcionários da universidade. No telhado, foram instaladas pequenas caixas d'água que coletam a água da chuva, que é utilizada para regar as plantas que lá se encontram.

Por fim, a universidade dá dicas aos alunos e funcionários de como poupar água. Uma delas é pedir para quem notar uma torneira vazando ou bacia, notificar a secretaria da Guild para que eles saibam do problema. Também pedem para que no telhado verde e nos jardins, sejam plantadas culturas que não requerem muito consumo de água, e que a regagem seja feita durante o início da manhã ou final da tarde, horários que possuem menores temperaturas, diminuindo a evaporação. Eles também recomendam que se tomem banhos de 5 minutos de duração ao invés de banhos na banheira (muito comuns na Europa), pois assim, pouparão quase um terço da água utilizada.

Os dados sobre a University of Liverpool podem ser encontrados no [site](#) da universidade.

### 3.2.3. Oceania

#### 3.2.3.1. *University of Queensland*

A University of Queensland é localizada em Brisbane, Austrália. Tem aproximadamente 47.000 alunos, sendo a maioria da graduação. Possui diversos campus, dentre eles em Santa Lucia, e um localizado nos Estados Unidos. A universidade possui um plano de manejo de água, onde fornece diversas medidas para a redução de consumo de água potável, reciclagem e disposição final.

Como redução no consumo de água potável, eles propõem a captura da água de chuva, para ser utilizada para irrigação e através de telhados verde, coletar água para ser utilizada nas descargas. Além disso, dispositivos de redução de gastos foram instalados nas descargas e torneiras.

Como reciclagem, é proposto a descarga de água tratada não volte pro rio, mas sim, seja utilizada para a irrigação. Outra medida é que a água usada para resfriamento



seja redirecionada para a irrigação. Como disposição final, é recomendado que a água de chuva que não possa ser contida seja disposta nos sistemas naturais.

Os dados sobre a University of Queensland podem ser encontrados no [site](#) da universidade.

#### 3.2.4. América Latina

##### 3.2.4.1. *Universidade de São Paulo*

A USP possui campus em 8 cidades do estado de São Paulo: São Paulo, Lorena, Santos, Piracicaba, Pirassununga, São Carlos, Ribeirão Preto e Bauru. São ao todo, aproximadamente, 88.000 estudantes e 20.000 funcionários.

Em 1998 foi criado o Programa de Uso Racional da Água (PURA) e tem como objetivos reduzir o consumo de água, manter o perfil de consumo reduzido ao longo do tempo, implantar e manter um sistema estruturado e de gestão da demanda de água, e desenvolver uma metodologia aplicável a outros locais.

Foram analisados os resultados do programa após 10 anos de sua implementação. Quanto ao objetivo principal do programa - redução do consumo de água - foi verificado que o consumo de água, em termos de consumo mensal, na cidade universitária teve uma redução de 43%, apesar da população universitária ter aumentado 12% e a área construída, 15%. Portanto, houve uma redução nos gastos da universidade de R\$ 140,6 milhões no período de 10 anos.

Os outros resultados obtidos foram em relação a manutenção predial dos equipamentos que levou a redução de perdas de material e maior rapidez de detecção e eliminação de vazamentos; a utilização de fontes alternativas de uso da água, como, o uso de águas pluviais na raia olímpica, e para irrigação de jardins e campos de futebol, e; a mudanças de comportamento dos usuários frente as novas tecnologias adotadas.

Os dados sobre o PURA podem ser encontrados no [site](#) da universidade. Os dados sobre a USP podem ser encontrados no [site](#) da universidade.



### **3.3. Conclusão**

As universidades possuem um papel importante no pioneirismo de tecnologia, de boas práticas e na adoção de programas que podem e devem ser ampliadas para toda a sociedade. No âmbito da sustentabilidade, as universidades cumprem esse importante papel de fomentar práticas ambientalmente, socialmente e economicamente sustentáveis visando melhorar essas ações e assim, concomitantemente, incentivar a sociedade a adotar as mesmas medidas ou medidas similares.

No plano ambiental, as universidades da América, da Europa e da Oceania possuem práticas semelhantes frente a adoção de medidas sustentáveis dentro do seus respectivos campi. As principais áreas abordadas são: água, energia, resíduos e biodiversidade.

Dentre as ações adotadas sobre a água estão presentes em diversas universidades medidas de redução de consumo de água por meio de conscientização ambiental, mudança de tecnologia nos banheiros e nas torneiras, reaproveitamento de água da chuva, por intermédio da coleta de água nas calhas ou de tetos verdes para privadas, mictórios e irrigação.



**3M Engenharia**  
*Consultoria e Projetos Ambientais*

*Produto 4/7*

*Engenheiras responsáveis:  
Ana Carolina Ferrari dos Santos  
Marina da Costa Ribeiro de Almeida  
Natália Ribeiro Cruz*

## **CENÁRIOS**

**Projeto para gestão de água no prédio da Engenharia  
Ambiental - Campus II da USP de São Carlos**

São Carlos, 22 de abril de 2015.



## 4. Cenários

Serão propostos oito cenários distintos que tem diferentes características. Para isso, houve a determinação de três hipóteses diferentes, Crise Hídrica, Cobrança pelo Uso e Crise Financeira. Os cenários são formados pela hipótese sozinha, união de duas hipóteses diferentes, união das três hipóteses e nenhuma das hipóteses. A explicação de cada cenário pode ser encontrada da Tabela 1:

Tabela 1 - Hipóteses e Cenários propostos.

Hipóteses	Crise hídrica	Cobrança pelo uso	Crise financeira
<b>Crise hídrica</b>	Considerar que há falta de água na bacia que abastece o aquífero	-	-
<b>Cobrança pelo uso</b>	Além da falta de água, o comitê de bacias começa a cobrar pelo uso de água.	Só há a cobrança pelo comitê de bacias	-
<b>Crise financeira</b>	Há falta de água e a Universidade está sem recursos para investimentos	A Universidade está sem recursos e o comitê começa a cobrar pelo uso da água	A Universidade está sem recursos para investimento
<b>Cenários combinados</b>	Além de a bacia estar com falta de água, o comitê começa a cobrar pelo uso e a Universidade está sem recursos.		
<b>Sem nenhuma alteração</b>	A situação se mantém, ou seja, sem crise hídrica, crise financeira e cobrança de uso.		

As alternativas propostas, nas quais será aplicada a análise de viabilidade, estão indicadas abaixo:

1. Evitar regar o jardim;
2. Evitar lavar a área externa do prédio;
3. Conscientização ambiental;
4. Coletar água da chuva para regar o jardim e lavar áreas externas;
5. Captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias;



**3M Engenharia**  
**Consultoria e Projetos Ambientais**

*Engenheiras responsáveis:*  
*Ana Carolina Ferrari dos Santos*  
*Marina da Costa Ribeiro de Almeida*  
*Natália Ribeiro Cruz*

6. Manutenção das torneiras e descargas;
7. Coleta da água das torneiras e destiná-las para as bacias;
8. Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas.

#### **4.1. Conclusão**

A definição de cenário hipotéticos futuros é bastante útil para a gestão ambiental. Ela possibilita a definição da(s) melhor(er) estratégia(s) a ser(em) seguida(s) em cada caso. Neste trabalho, a combinação entre cenários futuros de crise hídrica, crise financeira e cobrança pelo uso da água gerou 8 cenários, para os quais serão definidas as alternativas de redução de água viáveis no próximo produto.



**3M Engenharia**  
*Consultoria e Projetos Ambientais*

*Produto 5/7*

*Engenheiras responsáveis:  
Ana Carolina Ferrari dos Santos  
Marina da Costa Ribeiro de Almeida  
Natália Ribeiro Cruz*

## **ANÁLISE DE VIABILIDADE**

**Projeto para gestão de água no prédio da Engenharia  
Ambiental - Campus II da USP de São Carlos**

São Carlos, 10 de junho de 2015.



## 5. Análise de Viabilidade

### 5.1. Objetivo

O objetivo desta etapa é avaliar a viabilidade das alternativas propostas para cada cenário considerando o preço de implantação, tempo de retorno, os pontos positivos e negativos para cada alternativa dentro dos cenários.

### 5.2. Análise de Viabilidade

As alternativas propostas, nas quais será aplicada a análise de viabilidade, são:

- Evitar regar o jardim;
- Evitar lavar a área externa do prédio;
- Conscientização ambiental;
- Coletar água da chuva para regar o jardim e lavar áreas externas;
- Captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas;
- Manutenção das torneiras e descargas;
- Coleta da água das torneiras e destiná-las para as bacias;
- Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas.

#### 5.2.1. Alternativas 1 e 2

A primeira e segunda alternativa, evitar regar o jardim e lavar a área externa do prédio, não gerará gastos financeiros para a administração. As ações só ocorreriam em casos extremos, como os meses de seca (inverno) para a irrigação, e quando a sujeira do pátio não possa ser varrida ou aspirada.

#### 5.2.2. Alternativa 3

A terceira hipótese, conscientização ambiental, inclui a criação de um “Manual Verde” (feito por alunos que se interessem no assunto) que será fornecido para todos os funcionários, professores e alunos do prédio, onde indicará alternativas de redução



de consumo de água no local, que também podem ser levados para dentro das residências. Também podem ser realizadas oficinas para as pessoas que utilizam o prédio, explicando a importância da redução do consumo de água. Outra medida é adicionar próximo às bacias e torneiras frases impactantes, indicando os gastos de água a cada descarga e a cada lavagem de mão. A hipótese também não gera gastos financeiros, somente o tempo de alunos que querem participar da ação.

### 5.2.3. Alternativas 4 e 5

As alternativas 4 e 5 consistem na utilização da água da chuva pela captação da mesma pelo telhado do prédio da engenharia ambiental e das calhas. Para ambas as alternativas foram utilizadas a estimativa construtiva e de custos realizado por Cerveira (2014).

A alternativa 4 consiste em coletar água da chuva para regar o jardim e lavar áreas externas. Nessa alternativa não haverá gastos elevados de adaptações na rede de abastecimento, sendo apenas criada uma tubulação e torneira que serão utilizados exclusivamente para esses fins. O preço total de implantação dessa alternativa pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 12 - Custo da captação de água para irrigação e limpeza das áreas externas

<b>Produto</b>	<b>Custo</b>
Reservatório de descarte de 1000 Litros	R\$ 500,00
Cisterna de 10.000 litros já equipada com filtro de água, registro de esfera, filtro de água de chuva, conjunto de sucção com flutuador, sifão/ladrão, freio- d'água e gaxeta 100 milímetros.	R\$ 7250,00
Caixa d'água pluvial	R\$ 350,00
Conjunto motor-bomba	R\$ 1000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 9100,00</b>

O volume gasto mensalmente na irrigação e na limpeza de áreas externas é de 14 m<sup>3</sup>. Apesar de a cisterna possuir 10 m<sup>3</sup>, de acordo com Cerveira (2014) o volume mensal aproveitável é superior a 10 m<sup>3</sup>, sendo suficiente para suprir a utilização na irrigação e limpeza em todos os meses.



Caso a cisterna seja implementada, haverá uma economia mensal de R\$ 0,28, considerando o preço da água como o estabelecido pelo Decreto nº 51, do DAEE, no qual a tarifa cobrada é de R\$ 0,02 por m<sup>3</sup> de água. Portanto, o tempo de retorno ao se adotar essa alternativa é de 2712 anos. Contudo, caso o preço da água seja R\$ 2,00 o m<sup>3</sup> de água, o tempo de retorno seria 27 anos.

A alternativa 5 consiste em coletar água da chuva para abastecer parcialmente as bacias sanitárias, regar o jardim e lavar áreas externas. Para essa alternativa haverá a necessidade de adaptações na rede de abastecimento do prédio. O preço total de implantação dessa alternativa pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 13 - Custo da captação de água para irrigação e limpeza das áreas externas

<b>Produto</b>	<b>Custo</b>
Reservatório de descarte de 1000 Litros	R\$ 500,00
Cisterna de 10.000 litros já equipada com filtro de água, registro de esfera, filtro de água de chuva, conjunto de sucção com flutuador, sifão/ladrão, freio- d'água e gaxeta 100 milímetros.	R\$ 7250,00
Caixa d'água pluvial	R\$ 350,00
Conjunto motor-bomba	R\$ 1000,00
Adaptações na rede de abastecimento	R\$ 6000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 15100,00</b>

O volume gasto mensalmente no abastecimento de 50% das bacias sanitárias, na irrigação e na limpeza de áreas externas é de 29 m<sup>3</sup>. Apesar de a cisterna possuir 10 m<sup>3</sup>, de acordo com Cerveira (2014) o volume mensal aproveitável é superior a 10 m<sup>3</sup>, sendo suficiente para suprir a utilização da alternativa 5 em todos os meses.

Caso a cisterna seja implementada, haverá uma economia mensal de R\$ 0,58, considerando o preço da água como o estabelecido pelo Decreto nº 51, do DAEE, no qual a tarifa cobrada é de R\$ 0,02 por m<sup>3</sup> de água. Portanto, o tempo de retorno ao se adotar essa alternativa é de 2173 anos. Contudo, caso o preço da água seja R\$ 2,00 o m<sup>3</sup> de água, o tempo de retorno seria 22 anos.

Tanto a alternativa 4 como a 5 possuem altos custos de implementação e elevado tempo de retorno, considerando a cobrança da água como R\$0,02 m<sup>3</sup> de água,



não sendo, portanto, aconselhado sua implementação em tempos de crise financeira. Contudo, considerando outros cenários é possível implementar essas alternativas paulatinamente, para que não ocorra uma sobrecarga nas finanças da universidade. Já em crise hídrica, a adoção da alternativa 5 é essencial, pois utiliza água da chuva para usos menos nobres. Ademais, considerando que a universidade é um centro de desenvolvimento tecnológico, é importante a adoção de medidas como as alternativas 4 e 5, para incentivar a sociedade a implementar medidas semelhantes visando reutilizar água da chuva evitando assim o uso de água potável para usos menos nobres e auxiliando na retenção da água da chuva, diminuindo, portanto, o pico de enchentes.

#### 5.2.4. Alternativa 6

A sexta hipótese consiste na manutenção das torneiras e descargas já existentes. Pelo diagnóstico realizado, a maior parte das torneiras está desregulada, ficando aberta por muito mais tempo do que requerido pela Norma NBR 13.713, que indica que a água deve correr por 8 segundos em cada aperto. As bacias também indicam certa incoerência na altura d'água dentro da caixa, ou seja, cada uma tinha uma quantidade de água diferente, variando com a regulagem da boia. O ideal seria regular a descarga para 6 litros por aperto, já que as bacias não possuem duplo fluxo.

Para manutenções, os custos são onerados de uma verba disponibilizada pelo departamento. Quando é necessário algum reparo, é feita uma solicitação para o departamento, que envia um funcionário para fazer o trabalho, e assim, não é cobrada a mão-de-obra, somente os custos das peças. Os preços variam conforme a peça, e alguns exemplos podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14 - Peças variadas e seus respectivos preços

Peça*	Preço**
Botão para caixa acoplada com acionamento superior	R\$ 35,60
Mecanismo completo para caixa de descarga acoplada com botão superior (Tecnologia Universal)	R\$ 73,80
Mecanismo de saída universal dual flush para caixa acoplada	R\$ 109,90
Torneira Temporizada Mesa Bica Baixa - Romar	R\$ 79,90

\*Os dados das peças são do site [www.casadastorneiras.com.br](http://www.casadastorneiras.com.br)

\*\*Data de acesso: 03/06/2015



#### 5.2.5. Alternativa 7

Para a sétima alternativa, a coleta de água da pia para suprimento das bacias, é necessário pensar no custo da tubulação que tem que ser implantada, além do custo do reservatório de água e na bomba para levar a água até os vasos. Para isso, cotaram-se alguns valores de tubulação de PVC, bombona e bomba que podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Peças variadas e seus respectivos preços

Peça*	Marca	Preço**	Site
Bomba d'água centrífuga 5JCP 0.5 CV (500 Lh) (110V)	Jacuzzi	R\$ 427,90	Leroy Merlin
Bombona plástica 50L para reuso de água	-	R\$ 29,90	Mercado Livre
Cano 50mm PVC (21m)	Plastilit	R\$ 104,93	Leroy Merlin
Conector (cotovelo) 50mm (5pcs)	Tramontina	R\$ 11,45	Leroy Merlin
União Tê PVC (5pcs)	Tramontina	R\$ 11,45	Leroy Merlin
Valor total		R\$ 585,63	

\*Os dados das peças são dos sites [www.leroymerlin.com.br](http://www.leroymerlin.com.br) e [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)

\*\*Data de acesso: 03062015

O excedente da água da pia que não couber na bombona de 50 litros será direcionado para a galeria de esgoto, assim como acontece atualmente com a água da pia. Alguns dos problemas dessa alternativa são os gastos de mão-de-obra para instalação da nova tubulação, os futuros gastos com a manutenção da bomba e da limpeza da bombona.

Considerando que cada pessoa utiliza 1,06 litros de água por acionamento, observa-se que para encher a bombona seria necessárias aproximadamente 47 lavagens de mão para encher a bombona, que serão consumidos em aproximadamente 8 descargas, já que cada caixa acoplada tem capacidade de 6 litros. Se considerarmos o sistema de 50% de água cinza (água vinda da pia) e 50% de água do sistema de abastecimento, esse número sobe para 16 descargas, o que ainda é elevado, comparado com a necessidade de 47 lavagens de mão para encher a bombona. A partir dos dados conseguidos no diagnóstico, a descarga consome



mensalmente 29,95 m<sup>3</sup> e as pias “produzem” 10,58 m<sup>3</sup> de água, mostrando uma redução de 35,3% no consumo pelas descargas, e no total, um valor de 20% de redução.

Com os dados obtidos pelo Decreto nº 51, do DAEE, observa-se que a tarifa cobrada é de R\$ 0,02 por m<sup>3</sup> de água. Os 10,58 m<sup>3</sup> poupados gerariam uma economia de R\$ 0,23 por mês. Considerando que os custos de compra somados sejam de R\$ 2400,00 para os quatro banheiros, a obra se pagaria em cerca de 10435 meses (870 anos), um tempo muito elevado. Mas, pensando se a obra for feita em partes (um banheiro de cada vez), e parcelada, o valor não fica muito elevado para universidade pagar, se não estiver numa fase de crise financeira.

Se considerarmos somente o valor de implantação sem a cobrança pelo uso, o valor de R\$ 2400,00 é elevado se a Universidade estiver em crise financeira.

#### 5.2.6. Alternativa 8

A oitava hipótese, investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas, consiste basicamente na substituição das torneiras e descargas atuais por novas com tecnologia mais avançada, como torneiras com sensores automáticos e descargas de duplo fluxo (3 e 6 litros). Essa substituição pode ser feita de uma vez só, trocando as 16 torneiras e as 10 descargas, ou gradativamente, conforme as peças atuais forem quebrando.

Considerando que os valores de mão-de-obra não são cobrados, a Tabela 16 mostra os valores de cada peça.

Considerando que as torneiras automáticas economizam 80% da água gasta, vemos que de 10,58 m<sup>3</sup> o consumo para lavagens de mão cai para 2,12 m<sup>3</sup>. Considerando o valor de cobrança pelo uso pelo Decreto nº 51 do DAEE, a economia seria de R\$ 0,05. Cada torneira se pagaria em cerca de 483 anos. Se for considerado um cenário onde há cobrança de uso da água e crise financeira, o tempo de retorno é extremamente elevado, inviabilizando a aplicação das novas torneiras.



Tabela 16 - Peças variadas e seus respectivos preços

Peça*	Preço**	Loja
Torneira Automática Sensor Mesa, Bivolt	R\$ 289,70	Casa das torneiras
Torneira Temporizada (Automática) Mesa Bica Baixa - Fabrimar	R\$ 756,90	Leroy Merlin
Torneira Temporizada Mesa Bica Baixa - Romar	R\$ 79,90	Leroy Merlin
Mecanismo de Saída Universal Dual Flush para Caixa Acoplada	R\$ 109,90	Casa das torneiras

\*Os dados das peças são dos sites [www.leroymerlin.com.br](http://www.leroymerlin.com.br) e [www.casadastorneiras.com.br](http://www.casadastorneiras.com.br)

\*\*Data de acesso: 20/05/2015

Para as descargas, pode-se considerar que 95% das descargas dadas só precisariam de 3 litros, então se atualmente o gasto é de 29,95 m<sup>3</sup>, seria reduzido para 14,23 m<sup>3</sup>. Se houver a cobrança pelo uso, haveria uma economia de R\$ 0,29. Cada mecanismo de descarga se pagaria em cerca de 109 anos, também sendo inviável num cenário de cobrança com crise financeira.

Considerando só os valores para substituição das 16 torneiras, tem-se um valor de R\$ 4635,20, considerado alto se a universidade estiver passando por uma crise financeira. O mesmo acontece com as 10 descargas, totalizando um valor de R\$ 1099,00. Mas num cenário sem crise, a ação poderia ser aplicada, principalmente parcelada em diversos meses.

Assim, podem-se identificar na Tabela 6 quais as melhores alternativas para cada cenário, considerando cada uma de seus pontos positivos e negativos.



Tabela 17 – Alternativas adequadas para cada cenário

Hipóteses	Crise hídrica	Cobrança pelo uso	Crise financeira
Crise hídrica	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental; Coletar água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, regar o jardim e lavar áreas externas; Manutenção das torneiras e descargas; Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas.	-	-
Cobrança pelo uso	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental; Coletar água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, regar o jardim e lavar áreas externas; Manutenção das torneiras e descargas; Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental; Coletar água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, regar o jardim e lavar áreas externas; Manutenção das torneiras e descargas; Captação da água das torneiras e destina-la para as bacias.	-



**3M Engenharia**  
*Consultoria e Projetos Ambientais*

*Engenheiras responsáveis:*  
 Ana Carolina Ferrari dos Santos  
 Marina da Costa Ribeiro de Almeida  
 Natália Ribeiro Cruz

Tabela 6 (continuação) - Alternativas adequadas para cada cenário

Hipóteses	Crise hídrica	Cobrança pelo uso	Crise financeira
Crise financeira	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental; Manutenção das torneiras e descargas.	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental; Manutenção das torneiras e descargas.	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental.
Cenários combinados	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental; Captação da água das torneiras e destina-la para as bacias.		
Sem nenhuma alteração	Evitar regar o jardim; Evitar lavar a área externa do prédio; Conscientização ambiental; Manutenção das torneiras e descargas; Coletar água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, regar o jardim e lavar áreas externas; Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas.		



**3M Engenharia**  
**Consultoria e Projetos Ambientais**

*Engenheiras responsáveis:*  
*Ana Carolina Ferrari dos Santos*  
*Marina da Costa Ribeiro de Almeida*  
*Natália Ribeiro Cruz*

### **5.3. Conclusão**

Observa-se então que o valor à ser cobrado pelo uso da água é muito baixo, considerando a quantidade de água gasta pela universidade, de maneira geral. Assim, se esse valor fosse elevado para estabelecimentos como indústrias, empresas e órgãos públicos, talvez houvesse mais incentivos para que medidas mitigadoras fossem tomadas, como a instalação da cisterna e a troca das torneiras para automáticas e descargas para duplo fluxo.



**3M Engenharia**  
**Consultoria e Projetos Ambientais**

*Produto 6/7*

*Engenheiras responsáveis:  
Ana Carolina Ferrari dos Santos  
Marina da Costa Ribeiro de Almeida  
Natália Ribeiro Cruz*

# **PLANO DE GESTÃO**

**Projeto para gestão de água no prédio da Engenharia  
Ambiental - Campus II da USP de São Carlos**

São Carlos, 1 de julho de 2015



## 6. Plano de Gestão

### 6.1. Política Ambiental

A Universidade de São Paulo em geral, incluindo seus diversos departamentos e edificações, não possui uma política ambiental específica e definida. Mas vem-se observando um interesse por parte da gestão em conhecer melhor os impactos causados dentro da Universidade e potencial para mudanças e pequenas ações dentro da mesma. Esse interesse é notado em pequenos programas sustentáveis dentro dos campi da USP, como o USP Recicla, EESC Sustentável e o PURA (Programa de Uso Racional da Água).

A política deverá dispor sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas a água, incluindo instrumento econômico, caso necessário. Sendo que os efluentes que contenham organismos geneticamente modificados devem observar as normas, padrões e procedimentos disciplinados pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).

Na gestão e gerenciamento do recurso natural água, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização e tratamento final dos efluentes. Ademais, é possível propor objetivos e planos que sejam baseados nos princípios apresentados. Recomenda-se que cada campus da Universidade ou cada instituto crie uma Comissão para o desenvolvimento de uma política ambiental própria, com objetivos, princípios, diretrizes e planos, para inserção definitiva da sustentabilidade em suas práticas e monitoramento da qualidade ambiental, sendo todos os dados salvos em um banco de dados do Sistema de Informação sobre a gestão da água.

### 6.2. Objetivos

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) tem como objetivo a criação de uma metodologia para implementação e monitoramento das propostas encontradas durante a fase de cenários e de análise de viabilidade. Nele, podemos encontrar como



essas alternativas podem ser aplicadas e como podem ser monitoradas. Também indica um órgão que seja responsável por essa implementação e monitoramento das propostas.

### **6.3. Planejamento**

O planejamento tem como objetivo a redução no consumo de água proveniente da rede de abastecimento, sendo parte da mesma substituída por água de reuso.

Para cada cenário futuro projetado, as metas e programas serão distintos. As metas foram estipuladas com base na redução máxima possível com a aplicação correta de todos os programas sugeridos para cada cenário.

#### **6.3.1. Programas**

Os programas são ações que farão com que as metas sejam cumpridas, que por fim levarão ao cumprimento do objetivo geral.

- **Evitar regar o jardim**

O jardim do prédio da Engenharia Ambiental terá sua irrigação diminuída em 90%.

- **Evitar lavar a área externa do prédio**

A área externa do prédio da Engenharia Ambiental terá sua lavagem reduzida em 90%.

- **Conscientização ambiental**

Este programa inclui a criação de um “manual verde” de comportamento e de oficinas e palestras, para que os frequentadores do prédio prestem mais atenção em suas atitudes e possam, com pequenas mudanças de comportamento, diminuir seu consumo de água. É esperada uma redução de 10% no consumo total de água com este programa.

- **Coletar água da chuva para regar o jardim e lavar áreas externas**

Este programa consiste na utilização da água da chuva pela captação da mesma no telhado do prédio da Engenharia Ambiental e das calhas lá existentes. A água



coletada será armazenada numa cisterna e utilizada para regar o jardim e lavar áreas externas. É esperada uma redução de 100% da água utilizada para esses dois fins, ou seja, toda a água utilizada para esses fins virá de reuso da água de chuva.

- **Captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas.**

Este programa consiste na utilização da água da chuva pela captação da mesma no telhado do prédio da Engenharia Ambiental e das calhas lá existentes. A água coletada será armazenada numa cisterna e utilizada para regar o jardim, lavar áreas externas e abastecer 50% do volume necessário para as bacias sanitárias. É esperada uma redução de 100% da água utilizada para irrigação e lavagem das áreas externas, e de 50% da água utilizada nas bacias.

- **Manutenção das torneiras e descargas**

Este programa se foca na manutenção preventiva dos equipamentos hidráulicos dos banheiros, para que os mesmos não gastem mais água que o necessário. Essa manutenção inclui os vasos sanitários (manutenção das boias de descarga), os mictórios e as torneiras (manutenção da válvula de fechamento automático). É esperada uma redução de 10% no consumo de água destes equipamentos.

- **Coleta da água das torneiras e destiná-las para as bacias**

Este programa consiste na utilização da água provinda das torneiras (água cinza) para substituir 50% da água das bacias sanitárias. Os outros 50% continuariam sendo de água da rede, por motivos sanitários. É esperada uma redução de água equivalente à produção de água pelas torneiras.

- **Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas**

Este programa consiste na substituição das torneiras atuais de acionamento manual por torneiras com sensores, e das descargas atuais por descargas de duplo fluxo. É esperada uma redução de 80% no consumo de água das torneiras e de praticamente 50% no consumo de água nas bacias sanitárias.



### **6.3.2. Cenários**

Para cada cenário, deverá ser cumprida uma meta, adotando-se programas específicos.

- **Cenário com crise hídrica**

Meta: redução do consumo de água em 73%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins
- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental
- Captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas
- Manutenção das torneiras e descargas
- Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas

- **Cenário com cobrança pelo uso da água**

Meta: redução do consumo de água em 66%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins
- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental
- Captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas
- Manutenção das torneiras e descargas
- Coleta da água das torneiras e destiná-las para as bacias

- **Cenário com crise financeira**

Meta: redução do consumo de água em 23%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins



**3M Engenharia**  
**Consultoria e Projetos Ambientais**

*Engenheiras responsáveis:*  
*Ana Carolina Ferrari dos Santos*  
*Marina da Costa Ribeiro de Almeida*  
*Natália Ribeiro Cruz*

- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental

- **Cenário com crise hídrica e cobrança pelo uso da água**

Meta: redução do consumo de água em 73%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins
- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental
- Captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas
- Manutenção das torneiras e descargas
- Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas

- **Cenário com crise hídrica e crise financeira**

Meta: redução do consumo de água em 30%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins
- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental
- Manutenção das torneiras e descargas

- **Cenário com cobrança pelo uso da água e crise financeira**

Meta: redução do consumo de água em 30%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins
- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental
- Manutenção das torneiras e descargas



- **Cenário com crise hídrica, cobrança pelo uso da água e crise financeira**

Meta: redução do consumo de água em 37%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins
- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental
- Coleta da água das torneiras e destiná-las para as bacias

- **Cenário sem alterações**

Meta: redução do consumo de água em 53%.

Programas a serem implementados:

- Evitar a rega dos jardins
- Evitar lavar a área externa do prédio
- Conscientização ambiental
- Captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas.
- Manutenção das torneiras e descargas
- Investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas

#### **6.4. Implementação e Operação**

Para implementação dos programas definidos no item acima, primeiramente há a necessidade de criação de um Comitê responsável pelo prédio da Engenharia Ambiental. Esse comitê é deliberativo, formado através de reuniões e assembleias que envolvam alunos, funcionários e professores do curso de Engenharia Ambiental, que estejam presentes constantemente no prédio. Sugere-se a formação de um Comitê com 10 membros, sendo 3 (três) professores (de preferência, o Coordenador do Departamento de Hidráulica e Saneamento e o Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental), 3 (três) funcionários (como a Secretária do Prédio, um funcionário da



limpeza e um da segurança), e 4 (quatro) alunos, de qualquer ano, que estejam interessados em participar do Comitê.

Fica como responsabilidade do Comitê definir quais programas de redução no consumo de água serão implantados, dependendo do cenário no qual a Universidade se encontra. Como já citado, os cenários dependem de fatores como disponibilidade de verba para o Departamento de Hidráulica e Saneamento, de cobrança pelo uso de água, e de crise hídrica, como houve na cidade de São Paulo no início de 2015. Os programas que melhor se encaixam nos cenários estão indicados no item de Planejamento deste Sistema de Gestão Ambiental, e assim, cabe ao Comitê avaliar a aplicabilidade deles dentro da situação da época no qual serão implantados.

Como alguns programas sugerem a troca de todas as torneiras ou a troca de todos os mecanismos de descarga dos banheiros do Prédio, a melhor abordagem para essas trocas deve ser escolhida. Esta pode ser gradativamente, sendo estipulado um tempo máximo para troca de todos os equipamentos (sugere-se em torno de 1 ano e meio até 2 anos), ou quando os equipamentos atuais já implantados quebrarem, ou a troca pode acontecer toda de uma vez só, substituindo todas as torneiras de uma só vez, ou todos os mecanismos de descarga, variando com o programa que será implantado. Cabe ao Comitê avaliar a melhor abordagem para aplicação dos programas, avaliando o interesse da Universidade e do Departamento, que pode ser somente reativa ou proativa.

Cabe salientar que os programas só englobam os banheiros dos dois primeiros bloco do Prédio da Engenharia Ambiental, onde se localizam as salas de aula, auditório, secretaria acadêmica, e espaço comum dos alunos. Para o restante do Prédio (laboratórios e sala de docentes), não foi realizado um diagnóstico, mas pode ser requerido pelo Comitê no futuro caso as alternativas gerem benefícios na parte onde foram aplicadas.

O Comitê deverá se encontrar a cada três meses para analisar o andamento de cada programa instalado, em rápidas reuniões só para indicar se há necessidade de alguma alteração que necessite de mais investimento ou mão-de-obra. Uma análise



mais profunda dos programas será feita anualmente, e será mais detalhada no item 5, Análise pela Administração.

A operação dos programas deve ser responsabilidade de todos que utilizam o prédio, já que todos terão consciência de que alternativas estão sendo implantadas para economia de água no prédio. O Comitê deve ser responsável em notificar o restante dos alunos, funcionários e professores que frequentam o local para que assim os programas funcionem com maior eficiência.

#### **6.5. Verificação**

A verificação dos programas ocorrerá por meio da utilização de indicadores específicos que poderão ser adotados para um ou mais programas. Os indicadores são:

- **Comparação do uso de água com os meses anteriores:**

Para a aplicação desse indicador, é necessária a instalação de hidrômetro para medir a quantidade de água utilizada, exclusivamente, pelo prédio da engenharia ambiental. A instalação deve ocorrer independente de o programa ser adotado ou não.

A comparação do uso de água deve ser realizada mensalmente, a partir da quantidade de água registrada pelo hidrômetro. A comparação deve ser realizada com os meses anteriores a implantação de um determinado programa e com os meses, nos quais esses programas já estavam implantados.

Programas que deverão utilizar esse indicador: todos.

- **Alteração dos hábitos individuais**

Elaboração de um questionário semestral que aborde perguntas que avaliem os hábitos individuais dos frequentadores do prédio da engenharia ambiental e a percepção destes sobre as alterações realizadas pelos programas implementadas para cada cenário.

Programas que deverão utilizar esse indicador: todos.



• **Comparação da vazão das torneiras dos banheiros com a norma ABNT**

**NBR 13.713**

Medir a vazão de cada torneira dos banheiros do prédio da engenharia ambiental e comparar com a norma ABNT NBR 13.713. Caso as vazões estejam em desconformidade, o funcionário responsável pela manutenção deverá ser informado.

Programas que deverão utilizar esse indicador: programas 6 e 8.

• **Quantificação dos números de vezes que o jardim é regado**

Quantificar o número de vezes que o jardim é regado por mês e comparar o resultado com os outros meses.

Programas que deverão utilizar esse indicador: programas 1, 4 e 5.

• **Quantificação dos números de vezes que a área externa é lavada**

Quantificar o número de vezes que a área externa é lavada por mês e comparar o resultado com os outros meses.

Programas que deverão utilizar esse indicador: programas 2, 4 e 5.

• **Análise qualitativa e quantitativa da água captada da chuva**

Quantificar o volume de água da chuva captada no prédio da engenharia ambiental pela instalação de um hidrômetro na rede de captação de água da chuva.

Realizar a análise dos seguintes parâmetros para avaliar a qualidade da água captada da chuva:

- Coliformes totais
- Coliformes termotolerantes
- Cloro residual livre
- Turbidez
- Cor aparente
- pH

Programas que deverão utilizar esse indicador: programas 4 e 5.



• **Análise qualitativa da água captada das torneiras**

Realizar a análise dos seguintes parâmetros para avaliar a qualidade da água captada das torneiras:

- Coliformes totais
- Coliformes termotolerantes
- Cloro residual livre
- Turbidez
- Cor aparente
- pH

Programas que deverão utilizar esse indicador: programa 7.

**6.6. Análise pela Administração**

A análise dos resultados deverá ser feita pelo Comitê responsável pela aplicação dos programas. Um relatório deve ser gerado para cada programa instalado após um ano, e assim, poderá ser avaliada a eficiência os programas. Caso as metas sejam cumpridas, cabe ao Comitê avaliar a necessidade de substituição da mesma, ou encerramento. Caso não sejam cumpridas, cabe à eles também definir novas ações para atingir o valor desejado. Para isso, deverá ocorrer uma reunião anual, e se necessário, reuniões dentre este ano, caso haja algum problema que precise ser resolvido.



**3M Engenharia**  
*Consultoria e Projetos Ambientais*

*Produto 7/7*

*Engenheiras responsáveis:  
Ana Carolina Ferrari dos Santos  
Marina da Costa Ribeiro de Almeida  
Natália Ribeiro Cruz*

## **RESUMO EXECUTIVO**

**Projeto para gestão de água no prédio da Engenharia  
Ambiental - Campus II da USP de São Carlos**

São Carlos, 1 de julho de 2015.



## 7. Resumo Executivo

Para a redução do consumo da água no prédio didático da Engenharia Ambiental, o primeiro passo realizado foi o diagnóstico atual do consumo de água e a vistoria dos equipamentos hidráulicos dos banheiros. O consumo de água se encontra na Tabela 1.

Tabela 1: Consumo de água atual no prédio didático da Engenharia Ambiental.

<b>Atividade</b>		<b>Consumo mensal (L/mês)</b>	<b>Consumo mensal (%)</b>
<b>Sanitários</b>	<b>Vasos sanitários</b>	29 952	41,06
	<b>Mictórios</b>	12 480	17,11
	<b>Torneiras</b>	10 583	14,51
<b>Laboratórios didáticos</b>		554,41	0,76
<b>Limpeza do prédio</b>		9 900	13,57
<b>Rega de Jardins</b>		9 480	13,00
<b>TOTAL</b>		72 949,41	100

A vistoria nos banheiros concluiu que as bacias sanitárias diferiam entre si quanto ao nível de água na caixa de descarga, e alguns mictórios e torneiras apresentavam defeito na válvula de acionamento automático, fazendo com que eles funcionassem por mais tempo que o necessário. Sendo assim, contatou-se a falta de manutenção dos equipamentos mencionados.

Em seguida, foram estudadas as alternativas para redução de água aplicada em diversas universidades, a nível nacional e mundial, para encontrar soluções que pudessem ser aplicadas no estudo em questão. A maior parte das soluções focava-se em redução da rega de jardins, reaproveitamento da água de chuva e reuso de água cinza.

Posteriormente, foram criados cenários futuros, para que as alternativas pudessem ser avaliadas do ponto de vista de viabilidade. Foram criados 8 cenários: (i) cenário com a presença de crise hídrica, (ii) cenário com cobrança pelo uso da água, realizada pelo Comitê de Bacias Hidrográficas, (iii) cenário com crise financeira na



universidade, (iv) cenário com crise hídrica e cobrança pelo uso da água, (v) cenário com crise hídrica e crise financeira, (vi) cenário com cobrança pelo uso da água e crise financeira, (vii) cenário com crise hídrica, cobrança pelo uso da água e crise financeira e (viii) cenário sem alteração, ou seja, as condições atuais serão mantidas.

As alternativas propostas foram: (1) evitar regar o jardim, (2) evitar lavar a área externa do prédio, (3) conscientização ambiental, (4) coletar água da chuva para regar o jardim e lavar áreas externas, (5) captação de água da chuva para abastecer parcialmente as bacias, irrigação e lavagem de áreas externas, (6) manutenção das torneiras e descargas, (7) coleta da água das torneiras e destiná-las para as bacias e (8) investimento em novas tecnologias para torneiras e descargas.

Para cada cenário, foram definidas as propostas que se mostraram viáveis, após avaliação de custos e benefícios. A Tabela 2 apresenta as alternativas adequadas para cada cenário.

Tabela 2: Alternativas de redução de consumo de água viáveis para cada cenário futuro.

Hipóteses	Crise hídrica	Cobrança pelo uso	Crise financeira
<b>Crise hídrica</b>	1, 2, 3, 5, 6, 8	-	-
<b>Cobrança pelo uso</b>	1, 2, 3, 5, 6, 8	1, 2, 3, 5, 6, 7	-
<b>Crise financeira</b>	1, 2, 3, 6	1, 2, 3, 6	1, 2, 3
<b>Todas as hipóteses</b>	1, 2, 3, 7		
<b>Sem alteração</b>	1, 2, 3, 5, 6, 8		

Por fim, foi criado um plano de gestão para o prédio em questão. Neste, a economia de água foi estimada para cada cenário e colocada como meta a ser alcançada. A redução do consumo de água para cada cenário pode ser avaliada na Tabela 3.



Tabela 3: Redução no consumo de água para cada cenário futuro.

<b>Cenário</b>	<b>Redução do consumo de água</b>
(i) crise hídrica	73%
(ii) cobrança pelo uso	66%
(iii) crise financeira	23%
(iv) crise hídrica e cobrança pelo uso da água	73%
(v) crise hídrica e crise financeira	30%
(vi) cenário com cobrança pelo uso da água e crise financeira	30%
(vii) cenário com crise hídrica, cobrança pelo uso da água e crise financeira	37%
(viii) cenário sem alteração	53%

Portanto, a economia de água possível no prédio didático da Engenharia Ambiental dependerá da situação futura a ser considerada e das alternativas a serem adotadas para o cenário em questão.



## 8. Anexo 1

Dados coletados durante inspeção realizada nos sanitários do prédio da Engenharia Ambiental.

Tabela 1: Avaliação das torneiras de fechamento automático dos sanitários do pavimento térreo.

Pavimento térreo						
Sanitário feminino						Sanitário masculino
Torneira	Medição	Tempo (s)	Volume (mL)	Volume (L)	Vazão (L/s)	Fora de operação
1	1	6.8	700	0.70	0.10	
	2	6.4	650	0.65	0.10	
	3	6.5	690	0.69	0.11	
2	1	9.7	1390	1.39	0.14	
	2	9.5	1360	1.36	0.14	
	3	9.8	1400	1.40	0.14	
3	1	12.5	1680	1.68	0.13	
	2	8.0	950	0.95	0.12	
	3	11.7	1550	1.55	0.13	
	4	11.3	1500	1.50	0.13	
4	1	9.0	1210	1.21	0.13	
	2	8.2	1180	1.18	0.14	
	3	8.5	1200	1.20	0.14	



Tabela 2: Avaliação das torneiras de fechamento automático dos sanitários do pavimento superior.

Pavimento superior											
Sanitário feminino						Sanitário masculino					
Torneira	Medição	Tempo (s)	Volume (mL)	Volume (L)	Vazão (L/s)	Torneira	Medição	Tempo (s)	Volume (mL)	Volume (L)	Vazão (L/s)
1	1	7.5	1180	1.18	0.16	1	1	8.0	450	0.45	0.06
	2	10.5	1700	1.70	0.16		2	8.0	440	0.44	0.06
	3	7.4	1200	1.20	0.16		3	8.1	430	0.43	0.05
2	1	7.5	1010	1.01	0.13	2	1	7.5	590	0.59	0.08
	2	7.5	1000	1.00	0.13		2	8.2	690	0.69	0.08
	3	7.5	980	0.98	0.13		3	7.3	600	0.60	0.08
3	1	14.5	2000	2.00	0.14		4	6.5	520	0.52	0.08
	2	8.0	1190	1.19	0.15		5	7.3	600	0.60	0.08
	3	8.0	1200	1.20	0.15		6	7.8	610	0.61	0.08
4	1	8.0	1020	1.02	0.13	3	1	8.0	1250	1.25	0.16
	2	8.0	1180	1.18	0.15		2	8.0	1250	1.25	0.16
	3	8.0	1100	1.10	0.14		3	7.9	1240	1.24	0.16
						4	1	7.0	700	0.70	0.10
							2	7.5	720	0.72	0.10
							3	7.0	730	0.73	0.10



## 9. Referências Bibliográficas

\_\_\_\_\_. NBR 13713: Instalações hidráulicas prediais - Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

Cerveira, T. Avaliação de construções sustentáveis com aplicação para o edifício da engenharia ambiental da EESC/USP. Graduação—[s.l.] Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014.

JÚNIOR, R. C. Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura. São Paulo: Blucher, 2013.

Harvard University,. Harvard University Sustainability Plan. Cambridge: Harvard University, 2015. Disponível em: <<http://green.harvard.edu/sites/green.harvard.edu/files/Harvard%20Sustainability%20Plan-Web.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

Liv.ac.uk,. University of Liverpool - Sustainability - Water. Disponível em: <<http://www.liv.ac.uk/sustainability/on-campus/water/>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

Sanches da Silva, G.; Oyamada Tamaki, H.; Marraccini Gonçalves, O. O PURA-USP E O USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. [s.l.] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.

Sustainability.duke.edu,. Sustainability : Water Management. Disponível em: <[http://sustainability.duke.edu/campus\\_initiatives/water/](http://sustainability.duke.edu/campus_initiatives/water/)>. Acesso em: 22 abr. 2015.

Swansea University,. Green Guide for Students, Staffs and Visitors. Swansea: Swansea University, 2013. Disponível em: <<http://www.swansea.ac.uk/media/Green-Guide-2013.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2015.



**3M Engenharia**  
**Consultoria e Projetos Ambientais**

*Engenheiras responsáveis:*  
*Ana Carolina Ferrari dos Santos*  
*Marina da Costa Ribeiro de Almeida*  
*Natália Ribeiro Cruz*

Swansea.ac.uk,. Sustainability. Disponível em:  
<<http://www.swansea.ac.uk/sustainability/>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

Uq.edu.au,. Water - Sustainability Website - The University of Queensland, Australia.  
Disponível em: <<http://www.uq.edu.au/sustainability/water-management>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

USP – Universidade de São Paulo,. USP – Universidade de São Paulo. Disponível em:  
<<http://www5.usp.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

Bu.edu,. Water » Sustainability » Boston University. Disponível em:  
<<http://www.bu.edu/sustainability/what-were-doing/water/>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

Green.harvard.edu,. Water. Disponível em: <<http://green.harvard.edu/topics/water>>.  
Acesso em: 22 abr. 2015.