



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI**  
**CAMPUS ALTO PARAPEBA**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA  
EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DE OURO BRANCO - MG**

**OURO BRANCO - MG**  
**JUNHO – 2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI**  
**CAMPUS ALTO PARAOPEBA**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**DÉBORA OLIVEIRA DE MATOS**  
**GUSTAVO SILVA SAMPAIO**  
**LUIZ FELIPE ALVES COELHO**  
**MARINA MORAIS SANTOS**

**INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA  
EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DE OURO BRANCO - MG**

Trabalho de Contextualização e Integração Curricular apresentado em cumprimento às exigências do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia do *campus* Alto Paraopeba da Universidade Federal de São João Del-Rei.

**Orientador:** Profº. Me. Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira

**OURO BRANCO - MG**

**JUNHO - 2016**

## Resumo

A água tem importância vital na vida do ser humano e do ecossistema, posto que é um elemento essencial para a sobrevivência de animais e vegetais na Terra. Ela é, provavelmente, o único recurso natural que está vinculado à todas as vertentes da civilização, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos. Com isso, a vida está ameaçada, já que a demanda vem aumentando gradualmente e o recurso se tornando cada vez mais escasso devido a degradação ambiental, o desperdício e a falta de políticas de conscientização. A sociedade está tão habituada à presença da água que só se dá conta da sua importância quando ela se encontra escassa. Consoante a isso, medidas que visem o uso racional deste recurso têm sido discutidas e implementadas. Como as tendências são preocupantes, tem-se estudado técnicas para a conservação da água, sendo uma delas o Programa de Conservação de Água. Este presente projeto tem como objetivo a realização de um diagnóstico acerca do consumo de água e a implantação de medidas que visem à conservação de água na Escola Municipal Livremente, localizada em Ouro Branco - MG. Sua pretensão consiste em caracterizar os dispositivos hidrossanitários, levantar os usos finais de água, estimar o consumo nos componentes, monitorar as vazões consumidas, conscientizar o ambiente acadêmico acerca do uso racional da água, propor a instalação de aparelhos economizadores, dimensionar um sistema de captação de água da chuva e estimar a redução do consumo e orçamento do projeto. Como esse ainda está em fase inicial, apenas alguns resultados foram alcançados. Dentre as pretensões anteriormente citadas, a caracterização dos dispositivos hidrossanitários já foi concluída. O monitoramento das vazões consumidas, o dimensionamento do sistema de captação de água da chuva e a conscientização do ambiente acadêmico já foram iniciados.

## Sumário

Resumo.....	3
1. Introdução .....	6
2. Justificativa.....	8
3. Objetivos .....	10
3.1. Objetivo geral .....	10
3.2. Objetivos específicos .....	10
4. Revisão de literatura .....	11
4.1. Estresse hídrico .....	11
4.2. Situação hídrica no planeta.....	11
4.3. Situação hídrica no Brasil.....	13
4.4. Impactos do homem no meio hídrico .....	15
4.5. O Programa de Conservação de Água (PCA).....	16
4.5.1. Auditoria de consumo d'água .....	17
4.5.2. Diagnóstico do consumo .....	17
4.5.3. Plano de intervenções .....	18
4.5.4. Avaliação do impacto de redução do consumo: onde se avalia o efeito gerado pelas intervenções realizadas, através de monitoramento diário. 19	
4.6. Programa de Conservação de Água implantado em escolas.....	19
4.7. Aparelhos economizadores de água.....	20
4.7.1. Torneiras .....	21
4.7.2. Bacias sanitárias.....	22
4.7.3. Mictórios .....	22
4.7.4. Dispositivos para acionamento de descargas de bacias sanitárias 23	
4.7.5. Arejadores .....	24
4.7.6. Dispositivos para acionamento de descargas de mictórios .....	24
4.7.7. Redutores de vazão.....	25
4.7.8. Redutores de pressão .....	26
4.7.9. Chuveiros e duchas .....	26
4.8. Aproveitamento de água da chuva.....	27
5. Metodologia.....	30
5.1. Caracterização dos dispositivos hidrossanitários da edificação e levantamento das vazões dos dispositivos.....	30
5.2. Levantamento dos usos finais de água e estimativa do consumo nos componentes .....	30
5.3. Monitoramento das vazões consumidas .....	31

5.4. Educação ambiental para uso racional da água e instalação de aparelhos economizadores.....	31
5.5. Dimensionamento de um sistema de captação e utilização de água de chuva.....	32
5.6. Estimativa da redução do consumo e orçamento do projeto.....	32
6. Resultados .....	33
7. Conclusão .....	41
8. Referências bibliográficas .....	42

## **1. Introdução**

Com a crescente preocupação com relação à disponibilidade de água no mundo, a temática do uso racional de água tem sido discutida e já implementada nos centros urbanos, como tentativa de evitar o desperdício e atenuar os problemas relacionados às limitações das fontes de abastecimento deste bem. A escassez foi influenciada por aspectos de planejamento, de engenharia, econômicos e políticos, que culminaram em um gasto irracional de água. Além disso, o aumento populacional e o crescimento econômico têm causado um aumento significativo da demanda de água. Ainda, a utilização dispendiosa de água na irrigação, além de deficiências no setor de saneamento, aliados à má distribuição espacial desse recurso, agravam o problema tanto no Brasil, como no mundo.

Em 2004, a Sabesp, empresa de abastecimento de São Paulo, notou que seria necessário a realização de obras para aumentar a capacidade de água dos reservatórios. Com isso, a cidade estaria muito dependente do Sistema Cantareira. Foi então que, em 2014, o volume útil deste sistema que abastecia 8,8 milhões de pessoas esgotou e a cidade entrou na maior crise hídrica dos últimos 80 anos. Tal esgotamento ocorreu por diversos fatores, como o fato de, nos três primeiros meses desse ano, o índice de chuva ter sido metade do esperado. Outro motivo foi o aumento da população de 4,8 milhões em 1960 para 11,8 milhões em 2013 na região da capital.

Este crescimento demográfico não significa apenas mais torneiras, descargas sanitárias e chuveiros nas residências, e sim mais energia e produção, tanto no campo quanto nas fábricas.

Baseados nestes problemas, são cada vez mais estudadas e propostas ações que promovam a conservação da água, desde o reúso até a diminuição do consumo através de mudanças comportamentais. Programas com esse objetivo têm sido implantados não só em âmbito industrial, mas em edificações, tais como prédios, escolas, casas e instituições universitárias.

O Programa de Conservação de Água (PCA) para uma edificação pode ser definido como qualquer ação que reduza a quantidade de água extraída em fontes de abastecimento, reduza o consumo de água, reduza o desperdício,

aumente a eficiência do uso da água, ou ainda, aumente a reciclagem e reúso da água.

Segundo Lima (2004), a escola é um espaço privilegiado para estabelecer conexões e informações, vista como uma das possibilidades para criar condições e alternativas que estimulem os alunos a terem concepções e posturas cidadãs, cientes de suas responsabilidades e, principalmente, perceberem-se como integrantes do meio ambiente. A educação formal continua sendo um espaço importante para o desenvolvimento de valores e atitudes comprometidas com a sustentabilidade ecológica e social. Assim, o desenvolvimento dos PCAs em uma escola municipal de Ouro Branco permite o contato com seus estudantes, o que é importante para se iniciar um trabalho de levantamento das possíveis causas que ocasionam o excesso de consumo de água, além de promover a conscientização desses alunos quanto ao uso racional da água, os quais podem difundir essa ideia na comunidade na qual estão inseridos. Assim, o principal objetivo desse trabalho é a implantação de um PCA na Escola Municipal Livramento, como ação preventiva para a escassez hídrica que muitos municípios estão enfrentando.

## **2. Justificativa**

No início de 2015, diversas cidades do interior de Minas Gerais sofreram com a crise hídrica. Ao menos 88 municípios que tem como concessionária de água a Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais (Copasa) sentiram a falta de água e precisaram realizar o racionamento ou rodízio de fornecimento. Dentre elas se encontrava Ouro Branco em situação de iminente colapso (VALE, 2015).

Nesta cidade, o abastecimento urbano é realizado pela Copasa e o rural pela Prefeitura Municipal. Segundo o PLANSOB – Plano de Saneamento Ambiental de Ouro Branco - o panorama do saneamento na área urbana do município conta com os índices de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário (coleta e tratamento) de aproximadamente 98% e 92%, respectivamente. Para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (coleta e destinação correta), o índice de atendimento é de 100%, sendo uma das poucas cidades do estado de Minas Gerais a possuir coleta diária dos resíduos.

Entretanto, apesar de haver um abastecimento de quase 100%, o manancial que abastece a cidade – córrego Veríssimo, localizado entre o Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e o Monumento Natural Estadual do Itatiaia) - estava com uma quantidade de água inferior ao comum, o que só se intensificava ao longo do tempo. Um grande motivo se dava pelas condições de uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica, o que desfavoreceu para que a recarga hídrica não ocorresse na mesma velocidade da demanda. Somado aos fatores ambientais, havia o desperdício e uso inconsciente da água por parte dos usuários, o que revelou a importância de inserir neste projeto a fase de conscientização à população. A cidade não precisou realizar o racionamento ou rodízio no abastecimento, mas o período de estiagem gerou grandes preocupações.

Assim, como ação preventiva, surgiu a proposta para implantação do PCA numa escola municipal de Ouro Branco, sendo a Escola Livremente a escolhida. Entende-se que uma escola é um ambiente ideal na tentativa de conscientização da população envolvida, nesse caso estudantes, quanto ao uso racional da água, por isso, um das ações do PCA é o desenvolvimento de educação ambiental.



Além disso, boa parte do gasto hídrico é devido a perdas físicas, como vazamentos, mau desempenho do sistema hidráulico e negligência do usuário. O índice de desperdício de água pode atingir valores entre 50% e 70% do total consumido. Assim, com o PCA pretende-se avaliar pontos de desperdícios na escola, além de propor soluções técnicas, tanto do ponto de vista estrutural quanto não estrutural (ISA, 2008).

Atualmente, a crise hídrica tem assolado o mundo. O relatório da ONU (Organização das Nações Unidas), divulgado em fevereiro de 2015, alertou que muitos países estão perto de enfrentar situações de desespero e conflito por falta d'água. Os relatórios também expõem sobre a dificuldade de se equilibrar a complexa relação entre fornecimento e demanda de água, que tem sido cada vez maior diante do crescimento populacional, da urbanização e da industrialização. Uma possível solução é a utilização da água pluvial para fins que não necessitem de água de melhor qualidade. Dentre as ações de um PCA está a proposição de outras fontes de abastecimento de água, como a pluvial. Assim, esse programa pode reduzir o consumo de falta de água na escola, ao se projetar um sistema de aproveitamento de água pluvial, o que fará com que seja menos solicitado o sistema de água convencional.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo geral**

Implantar um Programa de Conservação de Água na Escola Municipal Livremente, em Ouro Branco, tendo em foco ações de conservação de água mais aplicáveis para o caso de uma edificação pública.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Determinar o consumo de água na escola;
- Apresentar ações e tecnologias que propiciem a conservação da água;
- Apresentar um plano de conscientização aos usuários;
- Determinar possíveis vazamentos e propor soluções técnicas;

## **4. Revisão de literatura**

### **4.1. Estresse hídrico**

O estresse hídrico é um termo usado para definir uma situação em que o consumo de água é superior à sua capacidade de renovação, gerando problemas de escassez e necessidade de adoção de políticas de redução de consumo.

As principais causas deste problema, apesar de variarem de região para região, são as seguintes (PENA, 2015):

- Má distribuição da água na superfície terrestre;
- Clima desfavorável ou mudanças climáticas esporádicas ou permanentes;
- Ausência de investimentos públicos em áreas pobres ou desabastecidas;
- Má gestão dos sistemas de armazenamento, saneamento e distribuição de água;
- Poluição, degradação ou esgotamento dos cursos d'água, etc.

Existe ainda certa preocupação em relação ao estresse hídrico global, uma vez que as fontes de água estão cada vez mais escassas em razão da não preservação ou degradação, ao passo que o consumo se eleva constantemente tanto pelo crescimento populacional quanto pelo desenvolvimento de economias emergentes.

Dessa forma, para que o mundo evite a ocorrência de um “estresse hídrico generalizado” que afete a maior parte da população mundial, é preciso conservar os cursos d'água e os mananciais, bem como as reservas florestais que auxiliam na preservação das nascentes em seus mais diversos tipos. É necessário que o mundo consiga desenvolver-se a partir de uma perspectiva sustentável, ou seja, de conservação dos elementos naturais para as gerações futuras.

### **4.2. Situação hídrica no planeta**

A água doce é um elemento fundamental à existência humana. Ela está presente na base do funcionamento de todos os sistemas, com enorme valor econômico, ambiental e social. Portanto, também influencia diretamente a economia global, seja na produção de alimentos e de energia, no setor de saúde e no desenvolvimento industrial.

Segundo Rebouças (2004), embora a água possua uma composição química bastante simples, ainda hoje não são conhecidos recursos tecnológicos capazes de produzi-la artificialmente. O máximo já alcançado pelo ser humano é a capacidade de adequar a água aos diferentes tipos de consumo, como por exemplo, a retirada de materiais em suspensão através de filtros de areia, os processos de purificação de água para torná-la potável e a dessalinização da mesma. Quanto mais poluída for a água, mais caro e demorado é o tratamento necessário.

A água potável, ou mesmo água doce disponível na natureza, é bastante restrita. Cerca de 97,61% da água total do planeta é proveniente das águas dos oceanos; calotas polares e geleiras representam 2,08%; água subterrânea 0,29%; água doce de lagos 0,009%; água salgada de lagos 0,008%; água misturada no solo 0,005%; rios 0,00009% e vapor d'água na atmosfera 0,0009%.

Diante destes percentuais, apenas 2,4% da água é doce, porém, somente 0,02% está disponível em lagos e rios que abastecem as cidades e pode ser consumida. Deste último percentual, uma grande parcela encontra-se poluída, diminuindo ainda mais as reservas disponíveis.

O relatório de 2014 da WWF (World Wide Fund for Nature) mostra que o consumo de água na Terra atualmente é 20% superior à capacidade de reposição da biosfera. Os padrões de produção e consumo insustentáveis associados às mudanças climáticas no planeta são hoje uma real ameaça à sobrevivência da espécie humana.

Nessa perspectiva, a ONU (Organização das Nações Unidas) divulgou uma nota com uma previsão de que até 2050, aproximadamente 45% da população não terá a quantidade mínima de água.

No mundo subdesenvolvido, cerca de 50% da população consome água poluída e em todo planeta pelo menos 2,2 milhões de pessoas morrem em decorrência de água contaminada e sem tratamento. Segundo estimativas, existem atualmente cerca de 1,1 bilhão de pessoas que praticamente não tem acesso à água potável (FREITAS, 2015).

A poluição é um dos maiores problemas da água potável, uma vez que diariamente os mananciais do mundo recebem dois milhões de toneladas de diversos tipos de resíduos.

Nessa questão mundial, quem mais sofre tais reflexos são as camadas excluídas que vivem em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.

#### **4.3. Situação hídrica no Brasil**

O Brasil é o país que tem o maior potencial hídrico no mundo, já que possui um território dotado de grandes bacias hidrográficas, além de ter uma boa distribuição de chuvas durante todo o ano na maior parte do país, o que favorece a formação de uma extensa e densa rede de rios. Esse potencial é tão grande que, segundo a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), o percentual de água doce no Brasil representa o dobro de todos os rios da Austrália e da Oceania, é 42% superior ao da Europa e 25% maior que os do continente africano. O número é tão significativo que estima-se que 12% do total de água doce disponível do mundo está nesse território.

O fato de o Brasil ter abundância em água doce é incontestável, porém existe um agravante: o potencial hidrológico se encontra mal distribuído, sendo desproporcional a relação entre população e disponibilidade hídrica. Exemplo disto é a escassez de água no nordeste, que gera secas prolongadas tornando inviável a sobrevivência de populações no meio rural, já que a agricultura e pecuária não produzem. Esse fato explica a migração para grandes capitais, como Rio de Janeiro e São Paulo, o que acarreta os mesmos problemas nessas cidades, já que os rios destinados a tais não conseguem abastecer este contingente populacional. Em contrapartida, os grandes rios brasileiros como o Amazonas, o São Francisco e o Paraná se localizam longe dos grandes centros urbanos.

A Tabela 1 abaixo demonstra a desigualdade do recursos hídricos nas regiões do território brasileiro de acordo com a superfície e a população.

Tabela 1 - Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população (em % do total do país)

<b>Região</b>	<b>Recursos Hídricos</b>	<b>Superfície</b>	<b>População</b>
Norte	68,50	45,30	6,98
Centro-Oeste	15,70	18,80	6,41
Sul	6,50	6,80	15,20
Sudeste	6,00	10,80	42,65
Nordeste	3,30	18,30	28,91
Soma	100,00	100,00	100,00

*Fonte: DNAEE, 1992.*

Além disso, segundo o Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2014, divulgado pela Agência Nacional de Águas – Ana, desde 2012 observa-se uma gradativa e intensa redução dos índices pluviométricos de algumas regiões brasileiras. Esse fenômeno tem prejudicado de forma significativa o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro e nas regiões metropolitanas mais populosas, São Paulo e Rio de Janeiro.

Com isso, infelizmente a água está se tornando cada vez mais concorrida no Brasil, o que a torna mais cara, e isso vem sendo agravado pelo desperdício, principalmente nas grandes cidades. Além disso, a qualidade tem se deteriorado a partir dos anos, já que as políticas de tratamentos dos rios, a preservação ambiental e da água ainda não estão bem estruturados. Outro fato intrigante é que a água vem perdendo suas características de recurso natural renovável em razão do rápido processo de urbanização, industrialização e da demanda da produção agrícola.

O problema no campo está relacionado à falta de cuidado com os recursos naturais, pois a água é explorada sem fiscalização, principalmente na irrigação, e não existe cuidado com a preservação das matas ciliares, o que contribui

principalmente para o assoreamento dos rios. Outro fator desfavorável é a poluição dos mananciais devido o lançamento de agrotóxicos e matérias orgânicas no solo e nas margens dos rios.

Já nas cidades, há vários elementos problemáticos, sendo eles a urbanização desenfreada, o desperdício, a falta de saneamento básico e o aumento da demanda de energia. O desperdício parte dos usuários, mas sua origem principal se dá pela ineficiência no abastecimento por parte das empresas responsáveis, já que as perdas na rede de distribuição por roubos e vazamentos atingem 40% a 60% (ISA, 2008). Além disso, a poluição vem sendo preocupante já que 90% dos esgotos domésticos não são implementados de forma correta, 60% das indústrias não coletam o esgoto gerado e 70% desse esgoto é jogado sem nenhuma forma de tratamento nos rios e açudes.

Por esta razão, tem se tornado cada vez mais comum a busca de métodos alternativos para o abastecimento, que tem recebido investimentos de vários setores interessados. Uma alternativa vem sendo desenvolvida no sertão brasileiro, mais especificamente no semiárido nordestino, que consiste no processo de dessalinização com reaproveitamento de rejeitos. Outro método que vem sendo estudado é o tratamento de águas com certo nível de impureza através de agentes químicos e de agentes físicos, como a radiação ultravioleta.

#### **4.4. Impactos do homem no meio hídrico**

Agravando o problema da má distribuição de água no planeta, o crescimento acelerado da população e a baixa proporção de água doce, comparado com o total de água salgada, o homem tem causado danos irreversíveis à esse bem finito. A medida que as nações se desenvolvem e a qualidade de vida da população aumenta, os recursos hídricos são mais sobrecarregados. Com isso, a água impõe limites para o crescimento econômico que poderiam ser resolvidos através de um desenvolvimento sustentável, mas que acabam sendo ignorados.

Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água multiplicou-se por sete (MORAES, 2002). Além disso, os impactos se diversificaram, sendo eles: produção de efluentes domésticos; erosão seguida de alteração da paisagem pela agricultura, pela urbanização e pelo reflorestamento; alteração de canais de rios e margens de lagos por meio de

diques, canalização, drenagem e inundações de áreas alagáveis e dragagem para navegação; coleta de recursos biológicos; proliferação de agentes químicos tóxicos específicos ou não.

A maior parte da água que é retirada não é atualmente consumida e retorna a sua fonte sem nenhuma alteração significativa na qualidade. A água é um solvente versátil frequentemente usado para transportar produtos residuais para longe do local de produção e descarga. Infelizmente, os produtos residuais transportados são frequentemente tóxicos, e sua presença pode degradar seriamente o ambiente do rio, lago ou riacho receptor (RASMUSSEN, 1998).

Com todos esses problemas, a qualidade da água está sendo drasticamente perturbada. Grande parte desse panorama é devido à atividade agropecuária, que é responsável pelo consumo de 70% de toda água mundial, seguido pelo setor industrial, com 22%, e, por último, pelo uso doméstico (8%), segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO).

#### **4.5. O Programa de Conservação de Água (PCA).**

A conservação de água é definida como qualquer ação que: reduza a quantidade de água extraída das fontes de suprimento; reduza o consumo, o desperdício e as perdas de água; aumente a eficiência do uso, a reciclagem e reúso da água; e evite a poluição da água.

Um PCA, implantado de forma sistêmica, implica em otimizar o consumo de água, com a conseqüente redução do volume de efluentes gerados, a partir da otimização do uso e da utilização de fontes alternativas, considerando os diferentes níveis de potabilidade necessários, de acordo com um sistema de gestão apropriado (SAUTCHÚK, 2004). Portanto, um PCA busca o menor consumo possível para a realização das mesmas atividades. Apresenta vantagens ambientais, sociais e econômicas, pois é uma medida de desenvolvimento sustentável que viabiliza a melhor distribuição dos recursos hídricos à população, através dos volumes excedentes obtidos, e reduz os gastos com esse recurso. Esses programas necessitam de acompanhamento e ações a curto, médio e em longo prazo, principalmente em escolas, visto a rotatividade de alunos e servidores.



Para a execução de um PCA, inicialmente se analisa a demanda e a oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras. A partir desta análise, são estabelecidas as ações que promoverão, sobretudo, a otimização do consumo de água, considerando suas viabilidades técnicas e econômicas de implantação, que variam de acordo com as particularidades da edificação.

As etapas de um PCA, segundo Oliveira (1999), de maneira resumida são:

#### **4.5.1. Auditoria de consumo d'água**

A análise do consumo permite o conhecimento da utilização da água no sistema, por meio do levantamento documental, das características físicas e funcionais do edifício e, em particular, do sistema hidráulico; da qualidade da água; dos procedimentos dos usuários; e detecção dos vazamentos visíveis e não-visíveis.

Como forma de evitar avaliações enganosas, propõe-se o levantamento do Indicador de Consumo (IC), que é a relação entre o volume de água consumido em um determinado período, denominado período histórico, e o número de agentes consumidores nesse mesmo período. Esse valor constitui referência para a avaliação do impacto de redução do consumo de água após cada uma das ações implementadas no decorrer de um PCA.

#### **4.5.2. Diagnóstico do consumo**

O diagnóstico é a síntese organizada das informações obtidas na auditoria do consumo de água. Ele possibilita a elaboração de um plano de intervenção com ações específicas para cada tipologia de edifício e a consideração das características próprias de cada sistema.

Após a conclusão do levantamento do sistema e do processamento dos dados, deve-se elaborar o diagnóstico, apresentando as condições de operação, as perdas de água provenientes de vazamentos, inclusive dos sistemas hidráulicos especiais. Recomendam-se as informações relativas ao período histórico, relacionadas a seguir, na apresentação do diagnóstico do consumo de água: consumo diário de água no período histórico; número de agentes consumidores; valor do indicador de consumo de água no período histórico; desperdício diário estimado; índice de desperdício estimado; perda por vazamento visível; índice de perda por vazamento visível; perda por vazamento

invisível; índice de perda por vazamento invisível; perda diária total levantada no sistema; consumo diário de água em sistemas hidráulicos especiais; e procedimentos inadequados dos usuários relacionados ao consumo de água.

#### **4.5.3. Plano de intervenções**

A partir do diagnóstico realizado, pode-se elaborar o plano de intervenção, cujas ações devem ser iniciadas pelo ponto crítico do sistema e, em geral, pela correção dos vazamentos detectados. Na execução de um plano de intervenção para reduzir o consumo de água é indispensável à avaliação das ações implementadas, que pode ser feita após a implantação de cada uma delas ou no final do plano de intervenção.

A correção de vazamentos é uma das ações mais eficientes na redução do consumo de água em um sistema.

A sensibilização e/ou o treinamento dos usuários para conservação de água potencializa outras ações que venham a ser adotadas dentro de um PCA. A campanha de sensibilização, que é uma comunicação mais abrangente, tanto do ponto de vista de informação como do tipo de usuário, destinada a todos os usuários do sistema, pode abordar tópicos como o objetivo da conservação da água; as vantagens econômicas e ambientais da redução de volume de água e de esgoto tratado; a redução de gastos com as contas de água e de energia; e a possibilidade de atendimento a um maior número de usuários. Deve-se também estimular os usuários a levar esses conceitos para as suas residências, condomínios etc., de forma que a campanha realizada no âmbito da edificação alcance resultados mais abrangentes.

A campanha educativa, por sua vez, é uma forma de comunicação destinada a usuários específicos e desenvolvida por meio de palestras dirigidas aos funcionários de cozinha e lanchonete, de laboratório, da limpeza, de manutenção de sistemas prediais e a outros grupos de usuários consumidores de água no sistema, informando-os de procedimentos mais adequados para a realização de suas atividades.

A instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água reduz o consumo independentemente da ação do usuário ou da sua disposição em mudar de comportamento para reduzir o consumo. Ressalta-se

que é imprescindível o aperfeiçoamento da capacitação técnica de usuários responsáveis pela manutenção no edifício, tendo-se em vista os novos componentes a serem instalados.

#### **4.5.4. Avaliação do impacto de redução do consumo: onde se avalia o efeito gerado pelas intervenções realizadas, através de monitoramento diário.**

Após a implementação de cada uma das ações estabelecidas pelo PCA, deve ser avaliado o impacto de redução do consumo de água. Nessa avaliação é fundamental considerar o indicador de consumo, pois se tratando de uma instituição pública, nem sempre o número de agentes consumidores é o mesmo antes, durante e após a implantação do PCA.

As informações sobre a redução do consumo devem ser sempre repassadas aos usuários para informá-los e, acima de tudo, incentivá-los a colaborar com a conservação da água.

#### **4.6. Programa de Conservação de Água implantado em escolas**

Quanto vale a água? Países africanos e do Oriente Médio já não possuem este bem. Em outros, como México, a situação é crítica. Devido à expansão da agricultura, indústria e poluição, o estoque deste recurso tem caído muito em todo o mundo e o consumo aumentado, uma vez que a população só cresce. Se não for bem gerenciado, conflitos e imigração em massa – “refugiados do clima” -, são alguns dos problemas que podem levar a uma guerra mundial, por exemplo.

Devido a isso, a preocupação com o monitoramento da água tem se mostrado imprescindível. A implantação do PCA na Escola Municipal Livremente surgiu como um programa voltado para a conscientização da sociedade e aproveitamento de recursos oferecidos no ambiente. É importante que alunos, professores e funcionários sejam conscientizados e motivados a colaborarem com a conservação. Através deste programa, o consumo de água no local e a manutenção dos índices, assim como o desempenho no sistema hidráulico da edificação, serão garantidos.

O monitoramento do consumo de água indicado por uma média de consumo por pessoa pode ser analisado através do hidrômetro da escola. São

estabelecidas rotinas de manutenção preventiva e, caso haja necessidade, criação de manutenções corretivas.

Para auxiliar este suporte, devem surgir algumas indagações: Há tecnologia ou algum processo alternativo viável que possa reduzir o consumo na escola? É possível reduzir a quantidade de água usada? Há a possibilidade de utilizar água sem tratamento ou de reúso? Qual a quantidade de água envolvida para cada atividade?

Ao se conhecer as respostas destas perguntas, promovem-se as ações, como: uso da água da chuva para fins não potáveis e palestras de conscientização voltadas para públicos específicos.

Através deste acompanhamento contínuo, os vazamentos e anomalias são identificados rapidamente e podem ser evitados quando existe um correto funcionamento do sistema hidráulico e um plano de manutenção eficaz a partir da aplicação das ações, o que leva a condições adequadas ao uso. Quando a gestão é realizada periodicamente, gastos com reparos são reduzidos.

O bom gerenciamento dos recursos hídricos não é função apenas do governo, mas sim, de toda a sociedade.

#### **4.7. Aparelhos economizadores de água**




A quantidade de água consumida por um aparelho hidráulico é função de grande quantidade de variáveis que passam desde o comportamento do consumidor às tecnologias envolvidas na sua fabricação. Com relação à fabricação, os equipamentos economizadores são dispositivos que reduzem o desperdício com relação aos convencionais através de tecnologias modernas.

A adoção desses aparelhos causa um significativo impacto no consumo de água. No Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP), por exemplo, foram instaladas tecnologias economizadoras que, em apenas um mês, geraram uma redução de 41,3% no consumo de água (DECA, 2014).

Os principais aparelhos economizadores encontrados no mercado brasileiro se encontram nas tabelas a seguir.

#### 4.7.1. Torneiras

Tabela 2 – Torneiras de uso racional

Tipo	Características principais
<p data-bbox="301 555 520 584">Hidromecânica</p> 	<p data-bbox="620 421 1366 1003">O sistema hidromecânico é aquele no qual o usuário aciona o dispositivo de comando manualmente e o fechamento se dá após um determinado tempo de funcionamento, ou seja, os usuários não interferem na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão existente no ponto. A temporização do ciclo de funcionamento reduz o consumo de água. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acionar o comando várias vezes em uma única operação de lavagem.</p>
<p data-bbox="360 1104 464 1133">Sensor</p> 	<p data-bbox="620 1059 1366 1417">O comando e ciclo de funcionamento destes equipamentos se dão pela ação de um sensor que capta a presença das mãos do usuário, quando este se aproxima da torneira, liberando o fluxo de água. A alimentação elétrica do sistema pode-se dar pelo uso de baterias alcalinas ou pela rede de distribuição elétrica do local.</p>
<p data-bbox="312 1496 512 1525">Válvula de pé</p> 	<p data-bbox="620 1500 1366 1814">Este sistema é caracterizado pela presença de um dispositivo de acionamento instalado no piso, de frente à torneira. É bastante adequado a ambientes onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em determinadas áreas de hospitais, cozinhas e laboratórios.</p>

Fonte: ANA, 2005.

#### 4.7.2. Bacias sanitárias

Tabela 3 – Bacias sanitárias de uso racional

Tipo	Características principais
Com válvulas de descarga de ciclo seletivo	Essas bacias sanitárias necessitam de apenas 6,0 L para propiciar a limpeza completa.
Com caixa acoplada	Apresentam funcionamento sifônico ou de arraste, que também necessitam 6,0 L para propiciar a limpeza.



*Fonte: ANA, 2005.*

#### 4.7.3. Mictórios

Tabela 4 – Mictórios de uso racional

Tipo	Características principais
Mictório sem água	Este sistema não utiliza água em sua operação. O mictório é constituído por um cartucho e por um líquido selante. Este líquido selante se localiza em suspensão na primeira câmara do cartucho e tem como função promover a penetração da urina. Pelo sistema de vasos comunicantes, a urina é expelida pelo orifício de saída do cartucho, sendo coletada pelo copo de suporte e destinada para a rede de esgoto. A manutenção requerida pelo sistema é a substituição periódica do cartucho, que se trata de uma peça descartável.



*Fonte: ANA, 2005.*

#### 4.7.4. Dispositivos para acionamento de descargas de bacias sanitárias

Tabela 5 – Dispositivos para acionamento de descargas de uso racional


Tipo	Características principais
Válvula de descarga de ciclo seletivo	A válvula de descarga de ciclo de funcionamento seletivo, mais comumente empregada em instalações sanitárias, caracteriza-se por propiciar ao usuário a possibilidade de regular as descargas em ciclos de 2 a 7,0 L.
Válvula de descarga ciclo fixo	O acionamento se dá por um dispositivo, presente no corpo da válvula, em forma de alavanca. O usuário aciona esta alavanca, resultando na descarga. Somente o volume previamente regulado para a descarga será liberado. Para a liberação de novo volume de água, a alavanca deverá ser acionada novamente.
Válvula de descarga de duplo acionamento	Esses dispositivos conhecidos como “duo-flush” possibilitam dois tipos de acionamento da válvula de descarga, que contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga para limpeza apenas de efluente líquido na bacia sanitária.
Válvulas de descarga por sensor	Outro tipo de válvula é com acionamento por sensor de presença. O usuário deve permanecer por um período de tempo no raio de alcance do sensor, normalmente cinco segundos, para que o sistema se arme e após a saída do mesmo é efetuada a descarga. O volume por descarga pode ser regulado para 6,0 L de água.



Fonte: ANA, 2005.

#### 4.7.5. Arejadores

Tabela 6 – Arejadores

Tipo	Características principais
Arejadores convencionais	Dispositivo regulador do fluxo de saída de água, usualmente montado na extremidade de torneiras, destinado a promover o direcionamento do fluxo de água, evitando dispersões laterais. Propicia a redução de consumo de água sem comprometimento das operações de lavagem em geral.
	
Arejadores de vazão constante	O arejador de vazão constante, além das características de um arejador convencional, possui um dispositivo que limita a vazão das torneiras em 6,0 L/min, reduzindo o consumo em aproximadamente 30%.

Fonte: ANA, 2005.

#### 4.7.6. Dispositivos para acionamento de descargas de mictórios

Tabela 7 – Dispositivos de descarga de uso racional para mictórios

Tipo	Características principais
Válvula de acionamento hidromecânico	Esta válvula é caracterizada por um corpo metálico externo que controla e conduz a água até o mictório. Após o acionamento do usuário, ocorre o fechamento temporizado pela ação hidromecânica da válvula.
Válvula de acionamento por sensor de presença	Neste tipo existe um sensor de presença que, mediante a aproximação do usuário, libera o fluxo da água. O tempo médio de acionamento varia em torno de 5 a 6 segundos. Uma das vantagens deste sistema é que o usuário não entra em contato direto com o sistema.



Tabela 7 – Dispositivos de descarga de uso racional para mictórios (continuação)

Tipo	Características principais
Válvula temporizada	Este é um sistema em que os produtos são vendidos separadamente. A descarga pode ser obtida por um sistema de temporizador eletrônico. No temporizador eletrônico é feita a regulação do intervalo entre descargas e do tempo de duração da mesma. Tem a desvantagem de não diferenciar picos e vales de fluxo de usuários.

Fonte: ANA, 2005.

#### 4.7.7. Redutores de vazão

Tabela 8 – Redutores de vazão

Tipo	Características principais
Registro regulador de vazão para lavatórios	Além dos registros reguladores de vazão para chuveiros, estão também disponíveis no mercado os registros reguladores de vazão para lavatórios, que podem ser aplicados, tanto para torneiras como para misturadores. Esses registros possibilitam reduções muito significativas quando regulados adequadamente e instalados com as torneiras de funcionamento hidromecânico.



Fonte: ANA, 2005.

#### 4.7.8. Redutores de pressão

Tabela 9 – Redutores de pressão

Tipo	Características principais
Válvula redutora de pressão	Caso uma determinada área da edificação apresente uma pressão muito elevada, pode ser conveniente a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, em geral, de 100 a 400,0 kPa.

*Fonte: ANA, 2005.*

#### 4.7.9. Chuveiros e duchas

Tabela 10 – Chuveiros e duchas de uso racional

Tipo	Características principais
Registro regulador de vazão para chuveiros e duchas	Estes sistemas funcionam mediante a introdução de um registro regulador de vazão. Podem ser aplicados em chuveiros e duchas e possibilitam a regulação da vazão a níveis de conforto e economia, conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos de usuários. Outro procedimento possível é a instalação de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão, geralmente de 10 a 40 mca. Ressalta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10 mca. As desvantagens dos restritores de vazão são: a impossibilidade de regulação da vazão quando há diferencial de pressão entre água quente e fria e também o fato que tais restritores entopem com certa facilidade.

Tabela 10 – Chuveiros e duchas de uso racional (continuação)

Tipo	Características principais
Válvula de fechamento automático para chuveiros e duchas	Outra forma para redução do consumo de água nos chuveiros é a instalação de válvulas de fechamento automático, que funciona semelhante às torneiras hidromecânicas. A instalação dessas válvulas de fechamento automático para chuveiro, juntamente com os registros reguladores de vazão para chuveiro, propiciam os melhores resultados em nível de redução do consumo de água.

*Fonte: ANA, 2005.*

#### **4.8. Aproveitamento de água da chuva**

No ciclo hidrológico, a água da chuva está presente nos processos de trocas, sendo fundamentais para recargas de rios e aquíferos, desenvolvimento de espécies vegetais e carreamento de partículas de poeira e poluição presentes na atmosfera. A qualidade da água varia de acordo com o nível de poluição do meio. Para controle deste parâmetro existem requisitos que estão diretamente relacionados com os fins que se destinam.

A captação e o aproveitamento das águas pluviais caracterizam-se por ser um processo milenar, adotado por civilizações como Astecas, Maias e Incas. Alguns registros mais antigos do aproveitamento da água da chuva datam de 850 a.C., no Oriente Médio, onde o rei Mesha sugeriu a construção de reservatórios de água da chuva em cada residência. Outro registro é referente ao palácio de Knossos na Ilha de Creta, onde há aproximadamente 2000 a.c., a água da chuva era aproveitada na descarga de bacias hidrográficas (TOMAZ, 2003).

Segundo Fendrich (2009), a tecnologia aplicada para o aproveitamento de água da chuva pode ser subdividida nas seguintes etapas:

- Coleta da água precipitada no telhado;
- Descarte da água de início de chuva;

- Unidades de sedimentação, filtragem, tratamento e melhoria da qualidade da água;
- Armazenamento da água captada em reservatórios;
- Abastecimento de locais de uso;
- Drenagem do excesso de água para chuvas intensas;
- Completar a falta de água em casos de estiagem demasiada.

É de extrema importância a manutenção e limpeza dos componentes do sistema de captação, pois esses fatores estão ligados diretamente a qualidade da água. Ainda se referindo a limpeza algumas recomendações devem ser seguidas, sendo elas:

- Desinfecção da água da chuva armazenada antecipadamente ao uso;
- Higienização frequente do reservatório;
- Construção de sistemas independentes para água da chuva e água potável, a fim de evitar o risco de contaminação.

Quanto ao dimensionamento do reservatório de armazenamento, existem alguns métodos de fácil aplicação propostos pela NBR 15.527/07, os quais são listados na Tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – Métodos de cálculo do reservatório

<b>Método</b>	<b>Características</b>
Lei 10.785/03 – Curitiba	Não observância de aspectos relativos a precipitação pluviométrica e as interferências na bacia hidrográfica.
Fendrich (2002)	Visão holística da bacia hidrográfica.
Azevedo Neto	Possibilidade de subjetividade na identificação dos meses de pouca chuva. Não observância de aspectos relativos às interferências na bacia hidrográfica.

Tabela 11 – Métodos de cálculo do reservatório (continuação)

Método	Características
Prático Inglês	Fácil aplicação. Não observância aos aspectos relativos à sustentabilidade da bacia hidrográfica.
Prático Alemão	Fácil aplicação. Não observância de aspectos relativos às possíveis interferências na bacia.

*Fonte: NBR 15.527/07.*

Através de uma análise da edificação escolhida (Escola Municipal Livremente) serão obtidos os dados para o projeto de captação. Após a realização dos cálculos, os resultados obtidos serão comparados com os sistemas já existentes (calhas, tubulações verticais, etc.) para julgar a necessidade de substituição ou aproveitamento dos mesmos.

Quanto ao reservatório, existe a possibilidade de utilização de um já existente que está inutilizado, o que diminui os gastos. Entretanto, este será comparado com os cálculos obtidos para verificar a compatibilidade ou não com o projeto em questão.

## **5. Metodologia**

A metodologia empregada para a implantação do PCA, como apresentado no item fundamentação teórica, é constituída de quatro etapas: Auditoria do consumo de água; Diagnóstico do consumo de água; Plano de Intervenção e Avaliação do impacto de redução do consumo de água (OLIVEIRA e GONÇALVES, 1999).

Primeiramente, escolheu-se uma escola do município de Ouro Branco para implantação do PCA. Para escolha da escola, deu-se prioridade para uma que seja de fácil acesso para os alunos executores desse projeto.

A seguir, serão descritas as etapas de implantação do Programa de Conservação de água na Escola Municipal Livremente, localizada no município de Ouro Branco – MG. Ressalta-se que o projeto está em fase inicial, portanto apenas algumas ações já foram executadas.

### **5.1. Caracterização dos dispositivos hidrossanitários da edificação e levantamento das vazões dos dispositivos**

Nessa etapa, foi feito um levantamento detalhado dos dispositivos hidrossanitários da escola, relatando quantidade de aparelhos, tipo e marca. Apurou-se o número de banheiros, quantidade de pias, torneiras, vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios, além do número de bebedouros e as suas possíveis perdas. Por último, ainda será caracterizado o sistema hidráulico predial da escola, apresentando diâmetros, traçados, reservatórios, etc.

As vazões dos dispositivos serão levantadas, no caso de torneiras e bebedouros, pelo método direto de medição de vazão. No caso de bacias sanitárias e mictórios, através de pesquisa bibliográfica, devido à falta de equipamentos adequados para medir a vazão desses dispositivos.

### **5.2. Levantamento dos usos finais de água e estimativa do consumo nos componentes**

O levantamento dos usos finais da água será feito através da aplicação de questionários, os quais ainda serão elaborados. Os resultados dos questionários demonstrarão o comportamento dos usuários, permitindo a proposição de mudanças. Além disso, permitirão fazer estimativa das vazões consumidas para diferentes usos, em cada dia da semana, através de levantamento do número

de alunos que frequentam diariamente a escola; do cálculo de proporções entre o número de alunos em que serão aplicados os questionários e o número de utilizações das torneiras e bebedouros, bem como com o número de acionamentos das descargas de bacias sanitárias e mictórios; cálculo do volume consumido em cada componente através dos dados estimados do número de utilizações das torneiras e bebedouros, do número de acionamentos das válvulas de descarga de mictórios e bacias sanitárias, sendo estes últimos obtidos na literatura.

A estimativa do uso se faz necessária, pois através dela é possível verificar para quais fins se consomem mais água.

### **5.3. Monitoramento das vazões consumidas**

Para determinar o consumo real de água na escola será monitorado o hidrômetro. Será feita a leitura deste durante alguns dias ao longo dos meses de desenvolvimento do programa, a fim de obter um comportamento das vazões consumidas em diferentes dias, bem como permitir a avaliação do impacto de eventuais ações que venham a ser implantadas no intuito de obter economia de água. Além disso, será feita a comparação de resultados medidos no final da noite, pouco antes do fechamento da escola, e no dia posterior, quando alunos e funcionários começam a chegar, com o propósito de observar se haverá diferença significativa entre os valores lidos, o que poderia indicar vazamento durante a noite.

### **5.4. Educação ambiental para uso racional da água e instalação de aparelhos economizadores**

Os resultados obtidos nas etapas anteriores permitirão observar alguns aspectos importantes no que se refere ao uso da água na escola. Nesse contexto, será elaborada uma campanha de conscientização dos usuários, divulgando as seguintes ideias: conscientização acerca da importância de economizar água; incentivo à utilização dos mictórios nos banheiros masculinos, uma vez que a descarga dos mictórios consome cerca de 10 vezes menos água do que a descarga das bacias sanitárias convencionais; maior atenção na utilização de torneiras e bebedouros, evitando que estes aparelhos permaneçam abertos após o uso, ou no caso das torneiras, permaneçam abertas desnecessariamente, como durante a escovação.

A campanha de conscientização incluirá a divulgação através de cartazes espalhados em pontos estratégicos, como nos bebedouros e próximos a mictórios e torneiras. Além disso, pretende-se realizar palestras apresentando as ideias acima citadas, além de conceitos relacionados à conservação de água em edificações e outras medidas propostas para obter economia de água.

No que tange à instalação de aparelhos economizadores, possivelmente se deverá substituir torneiras convencionais por outras do tipo economizador. Cabe salientar também que pode ser interessante a instalação de bacias sanitárias de duplo acionamento, permitindo ao usuário que utiliza o sanitário escolher o volume necessário consumido na descarga de acordo com suas necessidades. A medida teria grande efeito especialmente nos banheiros femininos, visto que as mulheres não têm a possibilidade de escolher entre mictório e bacias sanitárias.

#### **5.5. Dimensionamento de um sistema de captação e utilização de água de chuva**

Para dimensionamento do sistema se fará pesquisa dos índices pluviométricos de Ouro Branco e do coeficiente de escoamento com base no material da superfície do telhado. Calcular-se-á a inclinação da superfície do telhado. Determinar-se-á o *first flush* adequado, para que a água tenha boa qualidade e não exija tratamentos avançados. Deve-se fazer a análise do uso mais adequado para a água pluvial, baseando-se na quantidade e qualidade produzida (por exemplo, limpeza e utilização em mictórios). E, por fim, o dimensionamento do reservatório e da tabulação predial.

#### **5.6. Estimativa da redução do consumo e orçamento do projeto**

Será feito um orçamento, baseando-se no preço de materiais de construção no mercado atual (pesquisa de preços com profissionais da área e em sites e lojas especializadas), bem como uma estimativa da economia hídrica com a implantação do aproveitamento de água das chuvas e da troca de aparelhos por outros que consumam menos água.



## 6. Resultados

Como o projeto está em fase inicial, até o momento, apenas alguns resultados já foram alcançados.

Após a escolha da Escola Municipal Livremente para a execução do PCA, firmou-se parceria com ela, e requereu-se à Prefeitura Municipal de Ouro Branco a planta hidráulica da edificação, para que assim possa ser realizado o levantamento das características do sistema hidráulico e detectar possíveis falhas no sistema.

Além disso, já se fez o mapeamento e documentação visual de todos os equipamentos hidráulicos, os quais estão nas figuras abaixo, levando em consideração sua quantidade e localidade (Tabela 12) além de avaliar o seu funcionamento e registrar as necessidades de manutenção.

Tabela 12 – Quantitativo de equipamentos hidrossanitários

Tipo do equipamento	Localidade	Quantidade
Torneiras	Cozinha	3
Torneiras	Área externa	4
Bebedouro com 4 torneiras	Área externa	1
Purificador de água	Área externa	1
Bacia sanitária	Banheiro da torre	1
Torneira	Banheiro da torre	1
Chuveiro	Banheiro da torre	1
Bacias sanitárias	Banheiro feminino 1º andar	7
Torneiras	Banheiro feminino 1º andar	3
Chuveiros	Banheiro feminino 1º andar	8

Tabela 12 - Quantitativo de equipamentos hidrossanitários (continuação)

Tipo do equipamento	Localidade	Quantidade
Bacias sanitárias	Banheiro masculino 1º andar	6
Torneiras	Banheiro masculino 1º andar	4
Chuveiros	Banheiro masculino 1º andar	7
Mictório	Banheiro masculino 1º andar	1
Bebedouro	2º andar	1
Bacias sanitárias	Banheiro feminino 2º andar	4
Torneiras	Banheiro feminino 2º andar	4
Bacias sanitárias	Banheiro masculino 2º andar	4
Torneiras	Banheiro masculino 2º andar	4
Bacia sanitária	Banheiro dos professores	1
Torneira	Banheiro dos professores	1
Ducha higiênica	Banheiro dos professores	1
Bebedouro	Sala dos professores	1

Figura 1: Torneira com purificador de água acoplado



Figura 2: Torneira simples



Figura 3: Purificador de água composto



Figura 4: Bacia sanitária com acionador



Figura 5: Purificadores de água



Figura 6: Purificador de água com diferença de altura



Figura 7: Mictório composto



Figura 8: Purificador de água





Figura 9: Filtro principal da edificação



Também foram averiguadas as condições dos telhados e calhas para o futuro dimensionamento do sistema de captação de água de chuva. Nesta etapa foi apurado que algumas calhas estão quebradas, o que pode comprometer a captação.

Além do mais, foi iniciado o processo de medição do consumo de água, anotando o consumo entre o início e o fim do dia (Tabela 13) para assim verificar a ocorrência de possíveis vazamentos.

Tabela 13 – Estimativa de consumo

Data	Início do dia (m <sup>3</sup> )	Final do dia (m <sup>3</sup> )
19/05/2016	409	413
20/05/2016	413	418
21/05/2016	418	423
22/05/2016	423	427

Após análise dos dados levantados concluiu-se que não havia vazamentos, pois no período noturno, no qual a solicitação do sistema hidráulico é quase nula, não ocorreu variação no medidor. Também foi possível fazer uma estimativa do consumo diário que ficou entre 4 e 5 m<sup>3</sup>.

Outro passo concluído foi a elaboração das apresentações que serão feitas nas turmas da escola. Essas apresentações visam divulgar a consistência do projeto, o cronograma, a metodologia e a importância da participação de todos, idealizando sempre o fim didático e lúdico da exposição.

Houve um grande apelo por parte da comunidade acadêmica da Escola Livremente para alguns fatores. O primeiro deles é a péssima qualidade da água que abastece o local, pois a água chega com elevada turbidez, o que compromete a sua potabilidade. Por isso, há um filtro para melhorar a qualidade da água consumida. Contudo, estes filtros são caros e é preciso trocá-los constantemente, o que não é viável para a instituição. Outra reclamação é em relação à água das nascentes em volta da escola, a qual poderia ser utilizada. Por isso, serão feitas análises em laboratório para investigar a sua qualidade.

A água da nascente, e a pluvial poderá ser armazenada em um reservatório existente no subsolo da escola. O reservatório apresenta uma grande capacidade de reserva, além de dispor de uma bomba desativada que pode encaminhar a água da nascente para as caixas superiores.



## **7. Conclusão**

Neste estudo foram apresentadas ações para redução de desperdícios a fim de propor um uso racional da água na Escola Municipal Livremente.

Foram coletados todos os dados com a intenção de diagnosticar a situação do local quanto ao uso dos dispositivos e estado dos mesmos para propor medidas que propiciem a conservação da água, sendo que essa fase foi concluída na auditoria do consumo. Estas medidas serão feitas através de planos de ações e proposição de soluções tecnológicas.

Palestras e dinâmicas foram criadas com o propósito de integrar os usuários da edificação com o PCA, com o intuito de disseminação do programa.

## 8. Referências bibliográficas

**ALMEIDA, F.** Os Desafios da Sustentabilidade - uma ruptura urgente. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 280 p.

**AMBIENTE BRASIL.** Aproveitamento de água da chuva. Uso e reúso da água. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/uso\\_e\\_reuso\\_da\\_agua/aproveitamento\\_da\\_agua\\_de\\_chuva.html/](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/uso_e_reuso_da_agua/aproveitamento_da_agua_de_chuva.html/)>. Acesso em 12/06/2016.

**ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO.** Nota COPASA sobre o abastecimento de água; Ouro Branco Notícias. Disponível em: <[http://www.ourobranco.mg.gov.br/Materia\\_especifica/28491/NOTA-COPASA-ABASTECIMENTO-DE-AGUA-/](http://www.ourobranco.mg.gov.br/Materia_especifica/28491/NOTA-COPASA-ABASTECIMENTO-DE-AGUA-/)>. Acesso em 09/06/2016.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA - ABES.** O Saneamento no Brasil. São Paulo, 2015.

**BERTOLA, T.** Apresentação de metodologia de programa de conservação de água – PCA.

**COHEN, O.** O fundo do poço; Superinteressante Abril. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/crise-agua/ofundodopoco.shtml>>. Acesso em 12/06/2016.

**CONJUNTURA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL – INFORME 2014.** Agência Nacional de Águas – ANA. Distrito Federal, 2014.

**CONSERVAÇÃO E REÚSO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES.** Agência Nacional de Águas - Ana. São Paulo – 2005.

**Deca.** Promoção destino correto vale 10. Disponível em: <<http://blog.deca.com.br/category/sustentabilidade/>>. Acessado em 10/06/2014.

**FREITAS, E.** Água potável; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-potavel.htm>>. Acesso em 14 de junho de 2016.

**Fato Real.** Região tem municípios que podem enfrentar racionamento de água. Disponível em: <<http://fatoreal.com.br/site/regiao-tem-municipios-que-podem-enfrentar-acionamento-de-agua/>>. Acesso em 08/06/2016.

**Guia do Estudante.** Crise Hídrica. Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/crise-hidrica/>>. Acesso em 13/06/2016.

**INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS.** Manual para captação emergencial e uso doméstico. São Paulo, 2015.

**INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL.** **Almanaque Brasil socioambiental 2008.** São Paulo, SP: Instituto Socioambiental, 2008.

**MINISTÉRIO DA CULTURA – INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA.** Almanaque Brasil Socioambiental. São Paulo: Feitosa, 2007. 551 p.

**MORAES, D. S. L; JORDAO, B. Q.** Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. Saúde Pública, São Paulo, v. 36, n. 3 Jun. 2002 (adaptado).

**OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M.** Metodologia para a Implementação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios. Boletim Técnica da Escola Politécnica da USP. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

**PENA, Rodolfo F. A.** Estresse hídrico; Mundo educação. Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/estresse-hidrico.htm>>. Acessado em 13/06/2016.

**REBOUÇAS, A.** Uso Inteligente da Água. São Paulo: Escrituras, 2004. 207 p.

**RELATÓRIO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS – ÁGUA PARA UM MUNDO SUSTENTÁVEL.** Programa de Avaliação Mundial da água das Nações Unidas, UNESCO. Tradução: Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil. 2015.

**RELATÓRIO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS – O MANEJO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM CONDIÇÕES DE INCERTEZA E RISCO.** Programa de Avaliação Mundial da água das Nações Unidas, UNESCO. Tradução: Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil. 2012.

**SAUTCHÚK, C. A.** Formulação de Diretrizes para Implantação de Programas de Conservação de Água em Edificações. Tese (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

**Toda matéria.** Importância da água. Disponível em: <<http://www.todamateria.com.br/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em 14/06/2016.

**VALE, J. H.** Minas tem duas cidades em colapso por causa da falta de água; Estado de Minas. Disponível em: <[http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/01/23/interna\\_gerais,610998/minas-tem-duas-cidades-em-colapso-por-cao-da-falta-de-agua.shtml/](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/01/23/interna_gerais,610998/minas-tem-duas-cidades-em-colapso-por-cao-da-falta-de-agua.shtml/)>. Acesso em 11/06/2016.

**WHITE PA, R.J.B.** The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. *Mutat Res*1998;410:223-36.