



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CAMPUS ALTO PARAÓPEBA

TAIRINE CRISTINE BERTOLA CRUZ

***APRESENTAÇÃO DE METODOLOGIA DE
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA - PCA***

OURO BRANCO - MG
JULHO DE 2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CAMPUS ALTO PARAOPÉBA**

TAIRINE CRISTINE BERTOLA CRUZ

***APRESENTAÇÃO DE METODOLOGIA DE
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA - PCA***

Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de Graduação
em Engenharia Civil – Ênfase em
Estruturas Metálicas, da Universidade
Federal de São João del-Rei, Campus
Alto Paraopeba, como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Emmanuel Kennedy da
Costa Teixeira.

**OURO BRANCO - MG
JULHO DE 2015**

TAIRINE CRISTINE BERTOLA CRUZ

***APRESENTAÇÃO DE METODOLOGIA DE
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA - PCA***

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do grau de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL e aprovado em sua forma final pelo orientador e pelo Coordenador de TCC do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de São João del-Rei.

A Banca Examinadora, composta pelos membros abaixo, aprovou este TCC:

Prof. Me. Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira
Orientador - UFSJ

Prof^a. Dr. Eliane Prado Cunha Costa dos Santos
Avaliadora - UFSJ

Dr. Paulo de Castro Vieira
Avaliador – Externo

Ouro Branco-MG, 02/07/2015

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao
amor da minha vida,
minha querida avó
Iracema.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela saúde e perseverança concedidas para trilhar esses anos de estudos.

Agradeço aos meus pais, que se empenharam arduamente pelo meu sonho. Obrigada por todo amor, carinho, paciência e dedicação, e principalmente por me darem a oportunidade de crescer pessoal e profissionalmente.

À minha querida avó Iracema, que sempre me incentivou a superar as dificuldades e a confiar em Deus.

A todos os meus professores, os quais contribuíram fundamentalmente para minha formação acadêmica. Em especial ao meu orientador Emmanuel Kennedy, pelos ensinamentos, pela gentileza em aceitar o convite e por ser um exemplo de que uma aula pode ser produtiva e agradável quando fazemos o que gostamos.

Ao professor Jackson de Oliveira por me abrir as portas da área de Saneamento.

Ao Sr. Reginaldo, pela gentileza e colaboração na pesquisa.

Ao professor Cláudio Tavares, pela disponibilidade e gentileza.

Aos participantes da banca examinadora pela gentileza da presença.

A todas as pessoas que de alguma forma ajudaram na realização desta pesquisa.

*Meus sinceros agradecimentos,
Tairine Cristine Bertola Cruz*

RESUMO

A água é um elemento vital aos ecossistemas e essencial ao consumo humano. O fornecimento deste recurso em quantidades e qualidades adequadas às necessidades sociais, econômicas e ambientais tem enfrentado sérios problemas diante da crise hídrica mundial. Ao mesmo tempo em que a disponibilidade de água vem sendo fortemente ameaçada frente aos processos de mudanças climáticas e à intensa degradação ambiental, sua demanda tem aumentando progressivamente em meio ao acelerado crescimento populacional. As previsões para o futuro são preocupantes. Neste contexto, evidencia-se a importância da incorporação de conceitos, técnicas e equipamentos que promovam a conservação e o uso racional da água às atuais práticas de manejo dos recursos hídricos. O presente trabalho apresenta as diretrizes necessárias para a estruturação de um Programa de Conservação de Água - PCA em uma edificação pública, cujo objetivo principal é sistematizar o conjunto de intervenções necessárias e aplicáveis que garanta a qualidade das atividades consumidoras de água com o mínimo de desperdício possível. Ao final deste, é apresentada uma macroavaliação realizada sobre o fluxo de água presente no Campus Alto Paraopeba da UFJS e sugerido o desenvolvimento de trabalhos futuros que envolvam o adequamento da metodologia abordada para sua aplicabilidade de implantação na instituição.

Palavras chave: crise hídrica; conservação e uso racional de água; práticas sustentáveis.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	4
AGRADECIMENTOS	5
RESUMO.....	6
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivos específicos	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 . O estresse hídrico	13
3.2. Água doce no planeta	14
3.3. Água doce no Brasil	20
3.4. Ação antrópica nos impactos ambientais	22
3.5. Programa de conservação de água em edificações (PCA)	23
3.6. Diretrizes para a implantação de um PCA em uma Instituição Pública.....	26
3.6.1. Auditoria do consumo de água	28
3.6.4. Diagnóstico do consumo de água.....	32
3.6.5. Plano de intervenção	34
3.6.6. Avaliação do impacto do PCA	35
3.7. Sistema de gestão.....	35
3.8. Instalação de equipamentos hidráulicos com tecnologia economizadora	38
3.9. Fontes alternativas de água para aproveitamento ou reúso	45
3.9.1. Água cinza	46
3.9.2. Água pluvial	47
4. ESTUDO DA VIABILIDADE DE CONTINUAÇÃO DO ESTUDO PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NO CAMPUS ALTO PARAOPEBA (CAP).....	49
4.1. Informações gerais.....	49
4.2. Levantamento preliminar do sistema hidráulico	50
5. CONCLUSÕES	57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
7. ANEXOS	60
ANEXO 1: Modelo de planilha para a investigação sobre o uso das água nos sanitários.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição mundial de água doce	15
Figura 2: Programa de conservação de água em edificação nova.....	27
Figura 3: Programa de conservação de água em edificação já existente	28
Figura 4: Modelo de macroavaliação do fluxo de água em uma edificação	30
Figura 5: Sistema de reaproveitamento de águas cinzas.....	47
Figura 6: Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	48
Figura 7: Ponto de entrada de água.....	50
Figura 8: Macroavaliação do sistema de água do CAP.....	51
Figura 9: Reservatório dos laboratórios	52
Figura 10: Reservatório de captação de água pluvial	53
Figura 11: Disposição das caixas d'água da biblioteca	54
Figura 12: Sistema de estimação do volume de água no reservatório superior do castelo.....	55
Figura 13: Entrada do castelo	55
Figura 14: Torneira com defeito	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição mundial de água	15
Tabela 2 – Descarga dos rios dos países mais e ricos e mais pobres em água doce.	16
Tabela 3 – Distribuição dos países segundo níveis de potencial e uso (m ³ /hab./ano)	17
Tabela 4 – Volumes estimados perdidos em vazamentos.	33
Tabela 5 – Torneiras de uso racional	39
Tabela 6 – Bacias sanitárias de uso racional	40
Tabela 7 – Mictórios de uso racional.....	40
Tabela 8 – Dispositivos para acionamento de descargas de uso racional	41
Tabela 9 – Arejadores	42
Tabela 10 – Dispositivos de descarga de uso racional para mictórios	42
Tabela 11 – Redutores de vazão	43
Tabela 12 – Redutores de pressão	43
Tabela 13 – Chuveiros e duchas de uso racional.....	44

1. INTRODUÇÃO

Uma das questões mais preocupantes para o mundo na atualidade é a escassez da água. Indispensável para a sobrevivência, a água também representa um recurso fundamental a economia, impactando diretamente o desenvolvimento da agricultura, indústria, produção de energia e urbanização.

A ONU – Organização das Nações Unidas – teme que conflitos ocasionados pela falta da água sejam intensificados. De acordo com o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – Água para um Mundo Sustentável (2015), até 2030 o planeta enfrentará um déficit de água de 40%, a menos que sejam tomadas ações de melhorias drásticas e urgentes nos atuais padrões de consumo e gestão dos recursos hídricos. O relatório também expõe 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.

Segundo a Unicef – Fundo das Nações Unidas a Infância – ainda hoje, menos da metade da população mundial tem acesso a água potável. A massa mais afetada são as pessoas de baixa renda, o que mostra que a água é um fator condicionante no combate às desigualdades sociais. Enquanto países do continente africano apresentam uma média de consumo diário de 19 m³ por pessoa, em Nova York existe um consumo em que cada cidadão chega a gastar 2.000 L/dia (CETESB, 2015).

Os processos de mudança climática, acelerados pelo aquecimento global, têm forte contribuição nas alterações sentidas no ciclo hidrológico. Grandes bacias hidrográficas estão sofrendo situações extremas, como a escassez de água ao longo do Amazonas e a redução do fluxo na bacia do rio do Prata, evidenciadas em alguns períodos do ano, e, na contramão da seca, a presença de água em demasia registrada no Peru, prejudicial à agricultura do país. Nos Estados Unidos, a parte oriental sofre com inundações enquanto a região oeste vive grande escassez.

Outro impacto significativo, bastante recorrente nos países em desenvolvimento, é o aumento gradativo da poluição dos mananciais causada pela disposição de águas residuárias sem nenhum tipo de tratamento (ANDI, 2009).

O Brasil tem enfrentado a maior crise hídrica registrada em sua história. Mesmo concentrando, segundo Rebouças *et al.* (2006), cerca de 12% da água doce do planeta, o país vem apresentando níveis relativamente baixos em seus reservatórios. A situação é agravada pela desequilibrada distribuição demográfica. A região Norte, que possui as mais baixas densidades populacionais, concentra 78% desse montante de água doce, enquanto os grandes centros urbanos, situados nas regiões Sul e Sudeste, já não conseguem mais ter sua demanda atendida de maneira adequada.

Além da questão geográfica, a água vem sendo mal administrada, sem adequada manutenção e com um alto índice de desperdício, o qual atinge valores entre 50% e 70% nas grandes cidades (ISA, 2008).

A ideia de conservação dos recursos hídricos representa o alicerce da política do desenvolvimento sustentável, que tem como objetivo garantir a qualidade de vida hoje, sem destruir os recursos necessários às gerações futuras. A conservação de Água, especificamente, é entendida pelo estabelecimento de uma política de gestão dos sistemas e incentivo do uso racional e consciente. Além da preservação ambiental, a redução da água consumida também pode ser traduzida em benefícios econômicos (LIMA, 2014).

A implementação de medidas para a economia de água deve ser baseada em ações tecnológicas, institucionais e educacionais. As ações tecnológicas são voltadas para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias que possibilitam o tratamento e o reúso de águas residuárias, a captação e o aproveitamento de águas pluviais e a utilização de aparelhos economizadores.

Ciente da importância sobre o controle de perdas e desperdícios de água, este trabalho pretendeu apresentar uma metodologia de implementação de um Programa de Conservação de Água - PCA e analisar a viabilidade do desenvolvimento de um estudo detalhado para sua aplicação no Campus Alto Paraopeba (CAP) da Universidade Federal de São João del Rei.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho pretendeu apresentar as diretrizes necessárias para a estruturação de um Programa de Conservação de Água, tendo em foco ações e medidas de conservação mais aplicáveis para o caso de uma edificação pública.

2.1. Objetivos específicos

- Apresentar as diretrizes para implementação de um Programa de Conservação de Água;
- Apresentar ações e tecnologias que propiciem a conservação de água;
- Realizar uma macroavaliação sobre o cenário da utilização de água no Campus Alto Paraopeba (CAP) e analisar a viabilidade de continuação deste estudo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. O estresse hídrico

A água doce é um elemento essencial ao consumo humano e ao bem estar das pessoas. Ela está presente na base do funcionamento de todos os sistemas ambientais naturais, portanto possui vital importância aos ecossistemas, e também influencia diretamente na 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.

O uso da água doce para o consumo humano está sujeito a condicionantes específicos de qualidade, que são definidos pelo padrão de potabilidade. No Brasil esses padrões são estabelecidos pelo Ministério da Saúde, através da Portaria nº 2914/2011.

Tanto a qualidade como a quantidade dos corpos de águas estão expostas às alterações que podem ter causas naturais ou antrópicas. Todo corpo de água possui uma capacidade natural de autodepuração, de forma que sua qualidade se torne adequada novamente. Porém, com o crescimento desordenado das cidades e, sobretudo, devido aos processos de degradação do meio ambiente cada vez mais intensos, os recursos hídricos do planeta encontram-se bastante comprometidos.

Estima-se que hoje, cerca de 40% da população mundial viva sob a situação de estresse hídrico. A previsão da Organização das Nações Unidas – ONU (2015) é de que, em 2050, a população atinja o valor de 9,3 bilhões de pessoas, quase o triplo de habitantes registrados em 1950. Este aumento populacional também implica na geração de mais energia e em uma maior produção na agricultura e indústria.

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES (2014), o consumo per capita de água no Brasil teve um aumento de dez vezes desde o início deste século, com previsão de dobrar nos próximos 20 anos. Em contrapartida, os

recursos hídricos apresentaram em 1996 apenas um terço do valor registrado em 1950.

Enquanto a escassez quantitativa da água se constitui como um fator limitante ao desenvolvimento econômico, a escassez qualitativa engendra problemas muito mais sérios relacionados à saúde pública. Estima-se que 70% das internações na rede pública de saúde brasileira estão relacionadas com doenças transmitidas pela água (ABES, 2014).

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas, nas palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição.

3.2. Água doce no planeta

O entendimento da distribuição espacial e temporal, bem como do movimento das águas no planeta, é imprescindível para uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

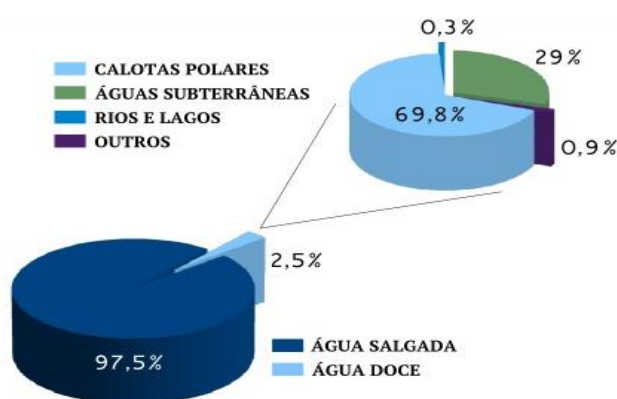
Durante os últimos 500 milhões de anos, o volume total de água presente na Terra, estimado em 1.386 milhões de km³, tem permanecido praticamente constante. A água ocupa cerca de 70% da superfície terrestre e se encontra em um movimento contínuo, denominado ciclo hidrológico, o qual garante a sua renovação. A estimativa da distribuição natural da água nos diferentes reservatórios individuais é dada na Tabela 1. Tem-se que, do volume total de água, 97,5% formam os oceanos e mares e apenas 2,53% são constituídos de água doce. Verifica-se também que esse volume de água doce se encontra distribuído em: 69,8% nas calotas polares, 29% nas águas subterrâneas, 0,9% na umidade do solo e águas de pântanos e, apenas, 0,3% é água doce de rios e lagos. A Figura 1 mostra essa distribuição da água doce do planeta (REBOUÇAS *et al.*, 2006).

Tabela 1 - Distribuição mundial de água

Reservatório natural de água	Volume (10 ⁶ km ³)	% do Volume total de água	% do Volume de água doce
Oceanos	1.338	97,5	-
Subsolo	23,4	1,7	-
Água doce subterrânea	10,53	0,76	29,9
Umidade do solo	0,016	0,001	0,05
Calotas polares	24,1	1,74	68,9
Solos gelados	0,300	0,022	0,86
Lagos de água doce	0,091	0,007	0,26
Lagos de água salgada	0,085	0,006	-
Pântanos	0,011	0,0008	0,03
Calha de rios	0,002	0,0002	0,006
Biomassa	0,001	0,0001	0,003
Vapor da atmosfera	0,013	0,001	0,04
Total na hidrosfera	1.386	100	-
Total de água doce	35	2,53	100

Fonte: adaptado de Rebouças *et al.*, 2006.

Figura 1: Distribuição mundial de água doce



Fonte: Rebouças *et al.* (2006).

Os rios e lagos de água doce representam os mananciais mais acessíveis e, portanto, bastante utilizados para o atendimento das necessidades sociais e econômicas da humanidade. O volume total de água doce referente aos mesmos é estimado em cerca de 200 mil km³. De acordo com Rebouças *et al.* (2006), tem-se que, se considerarmos o volume total anual de descargas dos rios e a demanda

mundial de água, a nível global não existe a escassez deste recurso. Um estudo feito sobre o ano de 2000 constatou que cada habitante da Terra teria disponível nos rios aproximadamente 6 a 7 mil m³/ano, o que representa cerca de 6 a 7 vezes a quantidade mínima de água estimada como razoável pelas Nações Unidas. Ainda segundo Rebouças *et al.* (2006), quando se considera a distribuição de água doce entre todos os países do mundo, tem-se que os 9 países considerados como os mais ricos em água recebem cerca de 60% da descarga total mundial. A Tabela 2 mostra essa diferença de descargas comparando os sete países mais ricos em rios de água doce com os seis países mais pobres.

Tabela 2 – Descarga dos rios dos países mais e ricos e mais pobres em água doce

Países ricos em água doce		Países pobres em água doce	
País	Descarga média (m³/s)	País	Descarga média (m³/s)
Brasil	197.500,0	Malta	0,5
Rússia	128.857,0	Gaza	1,5
EUA	119.365,0	Emirados Árabes	15,9
Canadá	104.444,0	Líbia	19,0
China	88.888,0	Cingapura	19,0
Indonésia	80.317,0	Jordânia	21,6
Índia	58.730,0	Israel	23,8
Colômbia	38.095,0	Chipre	28,6
Peru	34.920,0		

Fonte: Rebouças *et al.*, 2006.

É possível perceber que todo esse potencial hídrico se encontra mal distribuído no espaço terrestre. Existe também uma ineficiência entre os potenciais de produção e os padrões de consumo mundial. A Tabela 3 agrupa os países em classes de disponibilidade que vão de muito pobre em água doce (<500 m³ per capita/ano) a muito rico (> 100 m³ per capita/ano), e os relaciona aos níveis de consumo que vão de muito baixo (< 100 m³ per capita/ano) a muito alto (>2 mil m³ per capita/ano).

Além dessas questões, existe também uma significativa variabilidade entre as principais zonas climáticas da Terra. As regiões intertropicais úmidas e temperadas recebem 98% do total mundial de descargas dos rios, e a distribuição de água também é motivada por alguns fatores climáticos de grande escala, como por exemplo, o fenômeno do El Niño (UNESCO, 2012).

Atualmente, cada vez mais as reservas subterrâneas têm sido utilizadas como fonte de água para o consumo humano. O Relatório Mundial Das Nações Unidas

sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – O Manejo dos Recursos Hídricos em Condições de Incerteza e Risco (2012) traz que mais de 1 bilhão de lares rurais nas regiões mais pobres da África e da Ásia dependem de águas subterrâneas para a subsistência e agricultura. A presença dessas águas tem permitido que as pessoas se estabeleçam em áreas secas, onde as chuvas e o escoamento são escassos e imprevisíveis.

Tabela 3 – Distribuição dos países segundo níveis de potencial e uso (m³/hab./ano)

Potenciais / Níveis de uso	Muito pobre <500	Pobre 500 – 1000	Regular 1.000 – 2.000	Suficiente 2.000 - 10.000	Rico 10.000 - 100.000	Muito rico >100.000
Muito baixo < 100	Bahamas Malta Cingapura	Quênia	Burkina Fássio Etiópia	Costa-Marfim Gana Nigéria Tanzânia	Angola Camarões Chade Congo Indonésia Vietnã Zaire	Gabão Papua
Baixo 100 -500	Argélia E. Árabes Gaza Iêmen Israel Jordânia Quatar Tunísia	Cabo Verde	África do Sul Aití Líbano Marrocos Oman Polônia R. Theca Senegal Somála Zimbábue	Beralos China Etiópia	Áustria Bangladesh Bolívia Brasil Colômbia Mali Suécia Venezuela	Guiana Islândia
Moderado 500 – 1.000	Arábia Saudita Líbia		Bélgica Chipe Ucrânia	Alemanha Cuba Espanha França Holanda Índia Itália Japão México Peru Síria Sudão Suíça Reino Unido Turquia	Albânia Malásia Zona Zelândia Rússia	
Alto 1.000 – 2.000		Egito	Paquistão	Afeganistão Bulgária EUA Filipinas Irã Sudão	Argentina Austrália Canadá Chile Madagáscar	
Muito Alto >2.000				Azerbadjão Cazaquistão Iraque Usbesquistão	Turquistão	Sibéria Rússia Suriname

Fonte: Rebouças *et al.*, 2006.

Durante o século XX, a extração das águas subterrâneas ao redor do mundo foi acentuada consideravelmente. Estima-se que a taxa de extração dessas águas pelo

menos triplicou ao longo dos últimos 50 anos, aumentando significativamente a produção de alimentos e o desenvolvimento rural. Porém, ainda que sejam grandes esses volumes de água contidos nos aquíferos, muitos deles não são renováveis, e podem eventualmente ser explorados até a exaustão. Em alguns lugares, devido ao uso intensivo, a disponibilidade de águas subterrâneas tem alcançado limites considerados críticos (UNESCO, 2012).

O Relatório Mundial Das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – O Manejo dos Recursos Hídricos em Condições de Incerteza e Risco (2012) apresenta uma perspectiva global, destacando as principais considerações levantadas sobre este aspecto:

- **África:** o continente africano apresenta o menor acesso ao fornecimento de água do mundo e enfrenta uma situação de pobreza endêmica. Em quase todos os seus países, falta estrutura adequada para se desenvolver e gerenciar os recursos hídricos. A produção agrícola tem aumentado a uma média anual de menos de 2%, desde 1960, enquanto apenas uma em cada quatro pessoas na África tem acesso à energia elétrica.
- **Europa e América do Norte:** os europeus e os norte-americanos possuem o mais alto consumo *per capita* no mundo. Entretanto, existem algumas regiões de carência hídrica, principalmente entre os povos indígenas da América. Na Europa, cerca de 120 milhões de pessoas não têm acesso à água potável segura, e um número ainda maior carece de acesso a saneamento básico. Um problema importante dessas regiões é a poluição dos cursos d'água por produtos agroquímicos, em particular o nitrogênio, o fósforo e os pesticidas. Existe marco legal para regular esse problema, mas a aplicação das leis antipoluição apresenta muitas falhas.
- **Ásia:** essa região está passando por um processo de rápida urbanização, crescimento econômico, industrialização e desenvolvimento agrícola. Entretanto, tais tendências são acompanhadas pelo uso intensivo dos recursos hídricos. Estima-se que dois terços das pessoas que passam fome no mundo vivem na Ásia. A proporção da população da região com acesso à água potável de qualidade tem aumentado, passou de 73% para 88% entre 1990 e 2008. Porém, a situação em relação à cobertura do saneamento

básico é muito menos encorajadora. Em termos de manejo dos recursos hídricos, alguns países da região estão deixando de dar ênfase ao desenvolvimento de uma infraestrutura hídrica a curto prazo, para adotarem uma abordagem mais sustentável que reconhece o impacto ecológico do desenvolvimento econômico.

- **América Latina:** a América Latina é considerada como uma região de bastante umidade. A população desta região aumentou em mais de 50% entre 1970 e 2009, e tem passado por grandes fluxos migratórios, concentrando-se principalmente nas grandes cidades. Sua população urbana triplicou ao longo dos últimos 40 anos. Muitos países dependem das exportações de bens e serviços de uso intensivo de água, incluindo minerais, alimentos e outros produtos agrícolas, madeiras, pescados e turismo. Estima-se que 35% da população, cerca de 189 milhões de pessoas, ainda vivem em situação de pobreza, sendo que cerca de 14% desse contingente encontra-se na categoria social dos extremamente pobres. Apesar de a maioria dos países usufruírem de bons níveis de cobertura de água e de saneamento, a qualidade desses serviços varia muito e existem diferenças significativas entre as áreas rurais e urbanas. Quase 40 milhões de pessoas ainda carecem de acesso à água de qualidade, e quase 120 milhões não têm instalações sanitárias apropriadas. A maior parte desse contingente é composta por habitantes pobres das zonas rurais.
- **Mundo Árabe e Ásia Ocidental:** cerca de dois terços da água de superfície disponível nessa região originam-se em setores hidrográficos fora de seus territórios, o que tem originado muitos conflitos entre os países de fronteira. Tais conflitos destruíram grande parte da infraestrutura hídrica de algumas regiões. A escassez de água gera preocupações de insegurança alimentar e a produção tem sido promovida essencialmente pela crescente exploração das águas subterrâneas. Porém, o bombeamento de água está se tornando cada vez mais caro e insustentável. Espera-se também que a mudança climática produza temperaturas mais altas, juntamente com maior aridez para os solos. Existe também a probabilidade de ocorrerem eventos climáticos extremos como enchentes e secas. Alguns países adotaram leis nacionais

ligadas à água e também estão implantando manejo integrado dos recursos hídricos.

3.3. Água doce no Brasil

O Brasil possui uma grande descarga de água doce em seus rios, concentra, aproximadamente, 53% da água doce do continente sul-americano e 12% do total mundial. Em três grandes unidades hidrográficas estão localizados cerca de 80% desta produção hídrica: Amazonas, São Francisco e Paraná. A bacia amazônica ocupa uma área equivalente a 57% da superfície do Brasil e comporta o maior rio em extensão e volume do planeta, o Rio Amazonas (REBOUÇAS *et al.*, 2006).

O território brasileiro também possui uma ampla diversidade climática, predominando os tipos equatorial úmido, tropical e subtropical úmidos. A interação desse quadro climático com as condições geológicas dominantes se traduz nos excedentes hídricos que alimentam uma das mais extensas e densas redes de rios perenes do mundo. A exceção é representada apenas pelos rios efêmeros e temporários localizados no semiárido da região Nordeste.

Apesar da abundância em termos gerais, essa água é distribuída de forma bastante irregular no que diz respeito à oferta e demanda. A região Sudeste, que possui a maior concentração populacional do país e abriga 42% da população brasileira, tem disponível apenas 6% do total nacional de água. Além disso, toda essa disponibilidade hídrica encontra-se ameaçada pela poluição e superexploração de seus aquíferos. (ISA, 2008).

Para Rebouças *et al.* (2006), os problemas de abastecimento atualmente enfrentados pelo Brasil decorrem fundamentalmente da combinação do crescimento exagerado e desordenado das cidades e da degradação da qualidade das águas, que apresenta hoje níveis nunca imaginados. Praticamente todas as áreas relativamente mais povoadas dos estados brasileiros apresentam quadros sanitários ineficientes e com uma baixa eficiência dos serviços prestados pelas companhias.

As estatísticas sobre o saneamento básico do Brasil revelam a ineficiência deste setor. Em 2008, 80% dos esgotos domésticos e 70% dos efluentes industriais eram jogados sem tratamento nos rios, açudes e águas litorâneas. As perdas nas

redes de abastecimento, causadas por vazamentos e roubos, atingiram entre 40% a 60% da produção (ISA, 2008).

No meio urbano, essa situação é agravado pelo crescimento das favelas que, em geral, estão condicionadas à falta de coleta ou lançamento de esgotos nos corpos de água, à não coleta do lixo produzido ou deposição inadequada deste e ao grande desperdício da água disponível.

A população rural brasileira, por sua vez, tem sua economia fundamentada principalmente no aproveitamento do potencial hídrico do solo, explorando a agricultura e a pecuária de forma bastante intensiva e com um baixo nível tecnológico e organizacional. Os usos de agrotóxicos e à disposição de dejetos contribuem fortemente com a poluição da água. O desenvolvimento destas atividades tem engendrado além do desmatamento das bacias hidrográficas, o desenvolvimento de processos erosivos no solo que conseqüentemente causam uma queda na sua produtividade (REBOUÇAS *et al.*, 2006).

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.

Na região Nordeste, apesar da natural pluviosidade anual reduzida e das altas taxas de evapotranspiração, no triênio de 2012 a 2014 houve uma situação ainda mais crítica de seca extrema. A região Sul do país apresentou em 2012 uma situação crítica de seca, que se reverteu nos anos seguintes com cheias bastante significativas. A região Sudeste que apresenta problemas de criticidade mais relacionados à alta demanda e à poluição hídrica, se destacou em 2014 pela seca extrema e longa.

O relatório destacou em seu diagnóstico as regiões consideradas como as mais vulneráveis:

- A região Nordeste possui grande ocorrência de rios classificados com criticidade quantitativa devido à baixa disponibilidade hídrica dos corpos d'água.

- Rios localizados em regiões metropolitanas, como por exemplo, as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), Paraíba do Sul e Alto Tietê, apresentam criticidade quali-quantitativa, tendo em vista a alta demanda de água existente e a grande quantidade de carga orgânica lançada aos rios.
- No Sul do Brasil muitos rios possuem criticidade quantitativa, devido à grande demanda para irrigação (arroz inundado).
- 16,4 mil km dos cerca de 105 mil km de rios federais no Brasil são considerados de especial interesse para gestão, seja do ponto de vista quantitativo ou qualitativo, o que equivale a 16%.

3.4. Ação antrópica nos impactos ambientais

Não obstante das dificuldades impostas pela natureza e do crescimento populacional acelerado, o homem tem modificado os ecossistemas de forma bastante intensa e agressiva. Para promover o desenvolvimento, tem-se utilizado os recursos naturais sem se preocupar em garantir sua continuidade para o atendimento às gerações futuras. O desmatamento, por exemplo, é responsável por sérias alterações geográficas na precipitação pluviométrica. Pode-se citar o caso de São Paulo, que por consequência do desmatamento na Amazônia, a chuva tem se concentrado nas áreas urbanas, ao invés de se distribuir em áreas periféricas florestadas, contribuindo com enchentes e catástrofes maiores.

A poluição é outro aspecto preocupante que implica em impactos algumas vezes irreversíveis. A emissão dos gases causadores do efeito estufa, sendo o principal deles o dióxido de carbono (CO₂), é um dos principais impactos causados aos ecossistemas. Com o aquecimento global, secas e enchentes ficarão cada vez mais intensas. Se mantidas as tendências atuais de produção de CO₂, as projeções para o ano de 2050 são altamente preocupantes. Estima-se um acréscimo de 6°C na temperatura média do planeta por volta do ano 2100.

Um importante estudo sobre o uso da natureza foi desenvolvido entre os anos de 2000 a 2005, com a participação de cientistas de 95 países. A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM), o maior inventário sobre o tema já realizado, mostra o preocupante estágio em que se encontram os recursos naturais utilizados

pela sociedade. Nas últimas décadas, os seres humanos causaram alterações sem precedentes nos ecossistemas para atender a crescentes demandas de alimentos, água, fibras e energia. Essas alterações ajudaram a melhorar a vida de bilhões de pessoas, mas, ao mesmo tempo, enfraqueceram a capacidade da natureza de prover outros serviços fundamentais, como a purificação do ar e da água, a proteção contra catástrofes naturais e os remédios naturais. Entre os problemas mais sérios identificados por esta avaliação, estão: as condições drásticas de várias espécies de peixes; a alta vulnerabilidade de dois bilhões de pessoas vivendo em regiões secas; a perda de serviços providos pelo ecossistema, como o acesso à água; e a crescente ameaça aos ecossistemas de mudanças climáticas e poluição de seus nutrientes (ALMEIDA, 2007).

As pressões sobre os ecossistemas aumentarão em escala global nas próximas décadas se as atitudes e ações humanas não mudarem.

3.5. Programa de conservação de água em edificações (PCA)

Segundo Oliveira (1999), as ações que contribuem para a redução do consumo e dos desperdícios de água podem ser identificadas como:

- Ações econômicas – incentivos e desincentivos econômico. Os incentivos podem ser propostos por meio de subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e de redução de tarifas. Os desincentivos podem ser implementados elevando-se as tarifas de água;
- Ações sociais – campanhas educativas e de conscientização dos usuários, implicando a redução de consumo através da adequação de procedimentos relativos ao uso da água e da mudança de comportamento individual;
- Ações tecnológicas – substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida.

A Agência Nacional de Águas – ANA (2005) define como medidas de conservação de água quaisquer ações que:

- Reduzam a quantidade de água extraída em fontes de suprimento;

- Reduzam o consumo de água;
- Reduzam o desperdício de água;
- Aumentem a eficiência do uso de água;
- Aumentem a reciclagem e o reúso de água.

Um Programa de Conservação de Água – PCA em uma edificação, nova ou já construída, tem como objetivo principal sistematizar um conjunto de intervenções a serem realizadas sobre a mesma, para garantir a qualidade de suas atividades consumidoras de água, com o mínimo de desperdícios possível. É estabelecido mediante o amplo conhecimento de todo o sistema hidráulico e da análise sobre a demanda e a oferta de água, considerando que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por águas de menor qualidade (SAUTCHÚK, 2004).

Segundo Sautchúk (2004) os grandes motivadores para a implantação de um PCA em uma edificação já existente são:

- A economia gerada pela redução do consumo de água e dos efluentes gerados;
- A conseqüente economia de outros insumos, como por exemplo, energia;
- A redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e equipamentos da edificação;
- O aumento da disponibilidade de água;
- A redução do efeito da cobrança pelo uso da água;
- A melhoria da contribuição para a sustentabilidade da sociedade – responsabilidade social.

Portanto, um PCA contribui com a preservação dos recursos hídricos, constituindo-se com uma medida de desenvolvimento sustentável, que além de propiciar a redução do consumo, também se traduz em benefícios econômicos.

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. Também deve ser avaliada

a possibilidade de se utilizar fontes alternativas de água, como, por exemplo, a captação de águas pluviais.

Após o estabelecimento de todas as ações, é importante que seja implantado um sistema de gestão permanente para promover o controle operacional do consumo e a análise da qualidade da água fornecida. Através deste sistema, também é possível gerenciar as ações de manutenção preventivas e corretivas ao longo da vida útil da edificação.

A metodologia para se implantar um PCA em uma edificação é composta pelas seguintes etapas:

- Auditoria Inicial: nesta primeira etapa, são levantados todos os dados sobre o uso da água na edificação, que varia de acordo com a tipologia da mesma, e também entre as especificidades dos sistemas e usuários envolvidos;
- Diagnóstico: resumo e organização das informações levantadas na auditoria, para a execução do plano de intervenções. É de fundamental relevância que tais práticas sejam criteriosamente adotadas, resguardando-se a saúde pública e observando-se os cuidados necessários para a preservação do patrimônio, equipamentos e segurança dos produtos e serviços oferecidos aos usuários;
- Planejamento do plano de intervenções: estruturação das ações mais viáveis técnica e economicamente para diminuir o consumo e/ou desperdícios constatados;
- Avaliação do impacto e da redução do consumo: executável após a implementação do PCA para avaliar a eficiência das ações propostas.

A nível global, os principais tipos de edificações consumidoras de água podem ser classificadas em industriais, comerciais, institucionais e domésticas. Para cada tipologia, o uso de água varia de acordo com suas atividades consumidoras. Para que a escolha das medidas de intervenção gerem significativas reduções, faz-se necessário se identificar os consumidores mais significativos da edificação (SAUTCHÚK, 2004).

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2005), nas edificações residenciais os usos de água distribuem-se, principalmente, entre as atividades de

limpeza, higiene, irrigação e lavagem de veículos e piscinas. Já nas edificações comerciais geralmente o uso de água se dá para fins domésticos, principalmente em ambientes sanitários, sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação. E nas instituições públicas, como escolas, universidades, hospitais e aeroportos, o uso da água é muito semelhante ao das edificações comerciais, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total.

3.6. Diretrizes para a implantação de um PCA em uma Instituição Pública

A conservação de água visa melhorar a eficiência operacional da edificação através de medidas sustentáveis. Para o desenvolvimento apropriado de um PCA é necessário planejar e estabelecer as metas de acordo com a tipologia da edificação, seu sistema hidráulico, usuários e atividades consumidoras (SAUTCHÚK, 2004).

Segundo Sautchúk (2004) apud Vickres (2001), nas instituições públicas as intervenções adotadas em um PCA contemplam principalmente os seguintes procedimentos:

- Ações corretivas nos sistemas hidráulicos prediais;
- Adequações dos componentes hidráulicos, principalmente bacias sanitárias e mictórios;
- Melhorias nos sistemas de controle de vazões;
- Irrigação de áreas de jardins com maior eficiência;
- Implementação de procedimentos para as atividades consumidoras de água;
- Reúso aplicado em torres de resfriamento, áreas de irrigação de jardins e bacias sanitárias.

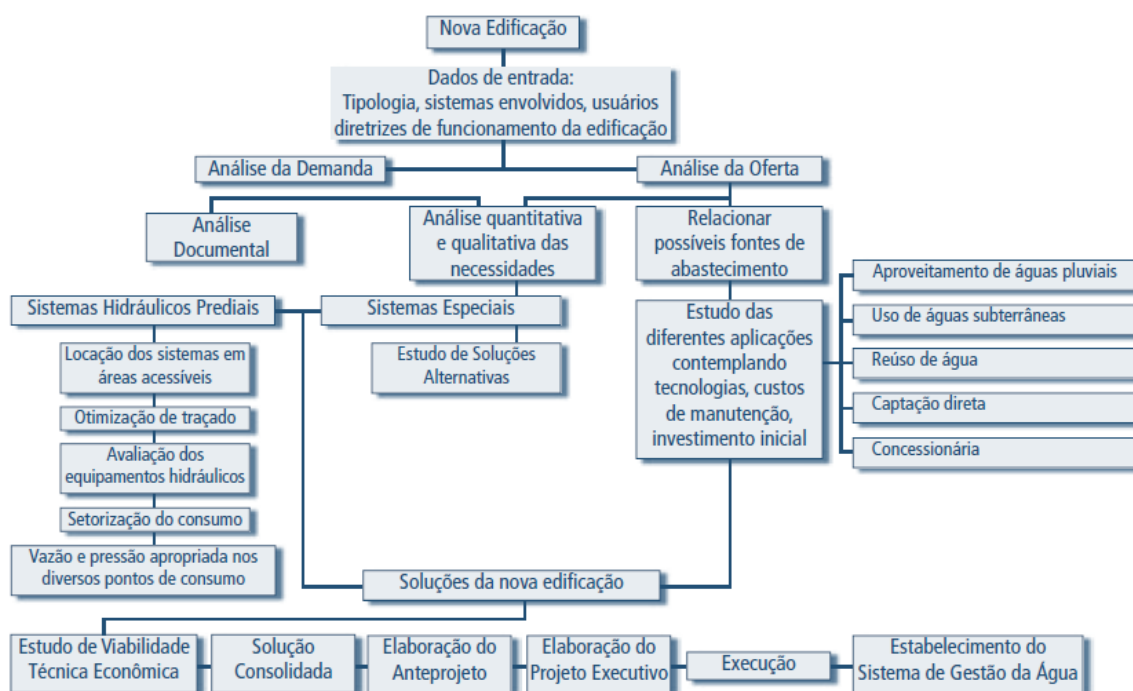
As diretrizes para a implementação de um PCA apresentadas neste trabalho são fundamentadas na publicação intitulada Conservação e Reúso da Água em Edificações, realizada pela Agência Nacional de Água – ANA em parceria com outros órgãos. Esta publicação reúne orientações e exemplos práticos para a implantação de PCA em edificações residenciais, comerciais e industriais, novas ou já existentes.

Para o caso de uma nova edificação, o PCA deve ser implantado durante a sua fase de concepção. De acordo com os dados que caracterizam a edificação, deve ser feita uma avaliação técnica preliminar, na qual se avalia a demanda e a oferta de água para proposição das soluções viáveis técnica e economicamente.

O projeto dos sistemas prediais deve ser concebido considerando-se a otimização do consumo, a adoção de fontes alternativas de água para usos menos nobres e de equipamentos com tecnologia de uso sustentável e a previsão de ferramentas de monitoramento para facilitar a gestão do consumo.

A Figura 2 apresenta um modelo de fluxograma sobre as etapas de implantação de um PCA no caso de edificações novas.

Figura 2: Programa de conservação de água em edificação nova



Fonte: ANA, 2005.

Em edificações já existentes, a primeira medida a ser executada é a verificação da existência de um sistema de medição de consumo. A medição é uma ferramenta que permite monitorar o comportamento do consumo ao longo da vida útil da edificação. Caso esta não disponha de tal ferramenta, faz-se necessário implantar um medidor e monitorar o sistema por um período mínimo de 30 dias.

Ao contrário das novas edificações, em que se tem liberdade de planejamento das ações ainda na etapa de projeto, para as edificações já existentes, algumas

intervenções tecnológicas podem ser inviabilizadas, como por exemplo, devido à falta de espaço.

A Figura 3 apresenta um modelo de fluxograma sobre as etapas de implantação de um PCA para o caso de edificações já existentes.

Figura 3: Programa de conservação de água em edificação já existente



Fonte: ANA, 2005.

3.6.1. Auditoria do consumo de água

A auditoria do consumo de água compreende o levantamento de todas as informações necessárias para a avaliação dos fluxos de água na edificação, bem como suas quantidades, qualidades e atividades consumidoras envolvidas.

Esta etapa inicial permite o conhecimento da atual situação do consumo e distribuição de água da edificação. Engloba atividades que envolvem uma pesquisa

documental sobre todas as informações disponíveis acerca do sistema hidráulico instalado, inclusive seu histórico de consumo, e o levantamento de suas características físicas e funcionais.

Nesta etapa, também será determinado o indicador de consumo (IC), dado pela relação entre o volume de água consumido em um determinado período, denominado período histórico, e o número de agentes consumidores referentes ao mesmo. A unidade adotada varia em função da tipologia do edifício, assim, para uma instituição de ensino, têm-se litros/aluno x dia. Este indicador será utilizado posteriormente para se avaliar o impacto das ações implementadas pelo PCA.

3.6.2. Análise documental

Na análise documental são reunidos e analisados todos os documentos e informações que possam auxiliar no entendimento do uso da água na edificação. A seguir, são exemplificados os principais documentos de interesse para o levantamento de um PCA:

- Projetos relevantes: projeto dos sistemas hidráulicos, projeto de arquitetura e *layout*, projeto do sistema de ar condicionado, entre outros;
- Contas de água e energia;
- Especificação de equipamentos consumidores de água, bem como seus respectivos manuais e procedimentos operacionais;
- Planilhas: planilha de custos operacionais, planilha de custos relativos à manutenções preventivas e/ou corretivas.

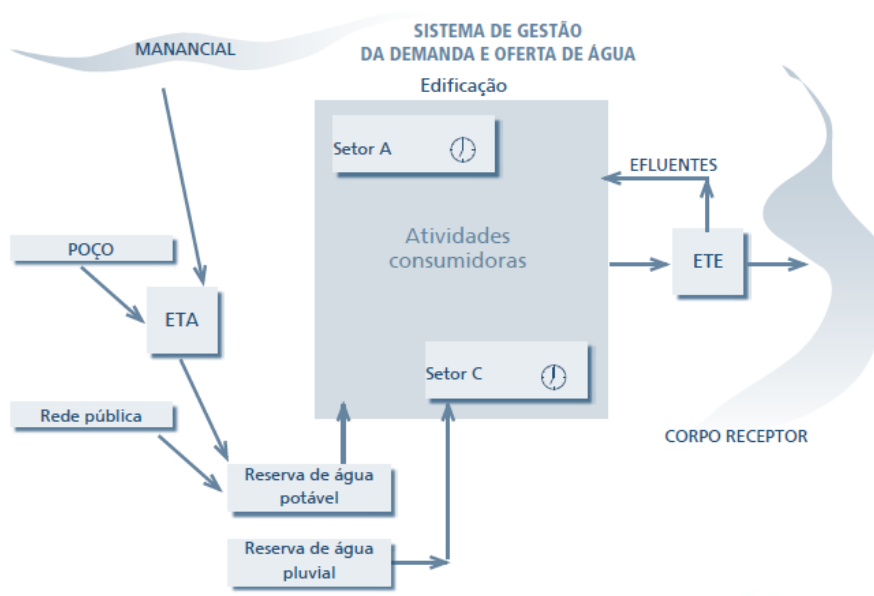
Além da reunião destes documentos também é importante o contato com os profissionais responsáveis pela operação do sistema, bem como o levantamento de dados gerais sobre a edificação, tais como:

- População fixa e variável;
- Horário de funcionamento;
- Números de hidrômetros e o histórico de suas respectivas leituras;
- Legislação a ser atendida.

Todas as informações devem ser devidamente anexadas e organizadas. Este levantamento inicial permite uma macroavaliação sobre o sistema hidráulico da edificação, desde sua fonte de abastecimento até o destino final dos efluentes gerados. Neste primeiro momento não ocorre, portanto, um detalhamento dos usos internos.

A Figura 4 apresenta um modelo de macroavaliação do fluxo de água de uma edificação.

Figura 4: Modelo de macroavaliação do fluxo de água em uma edificação



Fonte: ANA, 2005.

3.6.3. Levantamento de campo

Uma vez concluída a análise documental, procede-se então o levantamento de campo. Nesta fase, por meio de visitas técnicas, serão coletadas as informações relevantes não documentadas, bem como a aferição e o detalhamento dos dados já obtidos. Devem ser avaliados todos os procedimentos que utilizam água, as condições dos sistemas hidráulicos, a existência de perdas físicas, as atividades consumidoras e os usuários envolvidos.

O levantamento de campo é realizado mediante as seguintes atividades:

- Levantamento do sistema hidráulico predial;
- Detecção dos vazamentos visíveis e não visíveis;

- Levantamento dos sistemas hidráulicos especiais;
- Levantamento dos procedimentos desenvolvidos pelos usuários.

a. Levantamento do sistema hidráulico predial

Nesta etapa devem ser realizadas as seguintes tarefas:

- Levantamento da idade da edificação;
- Levantamento do histórico de manutenção do sistema hidráulico;
- Cadastramento do tipo de sistema de abastecimento e número do medidor;
- Localização e cadastramento da quantidade e capacidade dos reservatórios;
- Verificação das condições de operação da torneira de bóia e o local de deságue do extravasor e da tubulação de limpeza do reservatório;
- Monitoramento da pressão em pontos críticos do sistema;
- Cadastramento de todos os pontos de utilização do sistema, suas características e condições de operação.

b. Detecção dos vazamentos visíveis e não visíveis

Os vazamentos visíveis são identificados a partir da inspeção pontual sobre todo o sistema. Já a detecção dos vazamentos não visíveis pode ser feita a partir da realização de testes, como, por exemplo, o teste da caneta em bacias sanitárias e o teste do hidrômetro.

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2005), levantamentos realizados na Região Metropolitana de São Paulo indicam que 85% dos vazamentos ocorrem na ligação predial (cavaletes, registro e ramal), mais de 50% dos vazamentos ocorrem em tubos com pressões superiores a 46 mca, e que cerca de 40% dos vazamentos ocorrem nas tubulações com mais de vinte anos.

c. Levantamento dos sistemas hidráulicos especiais

Os sistemas hidráulicos especiais são compostos por: sistemas de ar condicionado, destilação, entre outros. As características técnicas desses equipamentos, tais como vazão, período diário de funcionamento e consumo de água devem ser levantadas para se obter uma estimativa do percentual de

participação destes no consumo total. Deve-se observar, também, a ocorrência de perdas de água por vazamento.

d. Levantamento dos procedimentos desenvolvidos pelos usuários

O levantamento sobre os procedimentos dos usuários deve ser realizado com a maior discrição possível para que estes se comportem naturalmente e, dessa forma possam ser realmente avaliados. Os principais ambientes que devem ser observados são: cozinhas, lavanderias, jardim e áreas externas, sanitários, laboratórios entre outros, conforme a tipologia do edifício. No Anexo 1 encontra-se um modelo de planilha que pode ser utilizado para a investigação sobre o uso das água nos sanitários de uma instituição.

3.6.4. Diagnóstico do consumo de água

Esta fase compreende a síntese organizada das informações obtidas na auditoria do consumo. São detalhados os diferentes usos da água, considerando-se a qualidade e quantidade mínima necessária para um fim específico. Também são identificados os desperdícios levantados nas atividades consumidoras.

Segundo Oliveira (1999), o diagnóstico do consumo, que consiste na conclusão sobre os dados levantados, deve ser composto pelas seguintes informações, relativas ao período histórico de análise:

- Consumo diário de água;
- Tipologia e número dos 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;
- Índice de vazamento visível;
- Perda por vazamento não visível;

- Índice de perda por vazamento não visível;
- Índice de vazamento não visível;
- Perda diária total levantada no sistema;
- Consumo diário de água em sistemas hidráulicos especiais;
- Procedimentos e hábitos inadequados dos usuários, relacionados ao consumo de água.

Os vazamentos presentes nas torneiras devem ser estimados, preferencialmente, a partir de uma medição *in loco*, por meio de um recipiente graduado e um cronômetro. Para as bacias sanitárias, podem-se adotar como referência valores literários, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Volumes estimados perdidos em vazamentos

Aparelho/ Equipamento Sanitário		Perda estimada (L/d)
Torneiras (de lavatórios, de pias, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10
	Gotejamento médio	10 a 20
	Gotejamento rápido	20 a 32
	Gotejamento muito rápido	>32
	Vazamento no flexível	0,86
Mictório	Filetes visíveis	144
	Vazamento no flexível	0,86
	Vazamento no registro	0,86
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144
	Vazamento no tubo de alimentação	144
	Válvula disparada quando acionada	40,8 (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86
	Vazamento no tubo de alimentação	0,86

Fontes: ANA (2005) apud OLIVEIRA (1999) e GONÇALVES et al. (2005).

3.6.5. Plano de intervenção

A partir do diagnóstico, tem-se a elaboração do plano de intervenção, cujas ações devem ser iniciadas pelos pontos críticos encontrados no sistema, em geral, dados pelos vazamentos detectados.

A correção destes vazamentos é entendida como uma das ações mais eficientes na redução do consumo de água de um sistema. É recomendado que esta medida seja executada previamente à substituição dos equipamentos convencionais por economizadores de água, para se evitar distorção nos resultados.

A substituição de equipamentos convencionais por economizadores de água deve ser estabelecida mediante uma avaliação técnica e econômica, considerando os custos destes componentes, incluindo a mão-de-obra e o ganho a ser obtido na economia de água.

Outro grande contribuidor para a redução do consumo é a implementação de medidas que possibilitem o reaproveitamento de água para usos menos nobres. Na maioria das edificações a água potável é utilizada para a realização de quase todas as atividades, independentemente de uma análise prévia da qualidade realmente necessária. A evolução do conceito do uso racional para a conservação de água consiste na associação da gestão, não somente da demanda, mas também da oferta de água, de forma que usos menos “nobres” possam ser supridos, sempre que possível, por águas de qualidade inferior.

Com relação à gestão do sistema, uma das alternativas para o controle do consumo e dos desperdícios consiste na implantação de um sistema de medição setorizada entre as áreas de maior participação no consumo total do edifício. A adoção deste permite a pronta localização de vazamentos que, possivelmente, levariam meses ou até anos para serem identificados. Quanto mais detalhado o sistema de medição estabelecido, melhor a qualidade dos dados obtidos.

A setorização é bastante aplicável em edifícios com diferentes usos e usuários. Os medidores de consumo podem ser instalados no ramal predial, bem como nos ramais que atendem a um exclusivo ponto de consumo.

E por fim, a promoção de campanhas educativas é a melhor forma de comunicação com os usuários consumidores. Podem ser promovidas palestras

dirigidas, por exemplo, aos funcionários da cozinha e limpeza, aos usuários dos laboratórios, aos responsáveis pela manutenção dos sistemas prediais, entre outros grupos de usuários consumidores. A seguir, apresentam-se algumas sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas:

- Curso de pesquisa de vazamentos e de manutenção de sistemas prediais,
- Palestras sobre procedimentos sustentáveis para higienização de utensílios de cozinha e preparação de alimentos;
- Palestras que abordem procedimentos de limpeza em geral, limpeza de reservatórios e irrigação de jardins.

3.6.6. Avaliação do impacto do PCA

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. O impacto de redução do consumo é calculado conforme a Equação 1:

$$IR = \frac{ICAP - ICDP}{ICAP} \times 100 (\%) \quad (1)$$

Onde:

IR - impacto de redução do consumo de água por agente consumidor;

ICAP - indicador de consumo antes do PCA;

ICDP - indicador de consumo após o PCA.

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

3.7. Sistema de gestão

A conservação de água envolve duas áreas distintas: a técnica e a humana. Enquanto a área técnica engloba as ações de avaliação, medição e aplicação de tecnologias, a área humana envolve os procedimentos das atividades consumidoras.

Nas edificações comerciais e instituições públicas, é importante que os usuários sejam conscientizados e, acima de tudo, incentivados a colaborarem com a conservação de água.

Através de um sistema de gestão, é possível acompanhar o consumo de água e garantir a manutenção de bons índices e um perfeito desempenho no sistema hidráulico da edificação. Portanto, o sistema de gestão da água deve ser composto por ações que promovam:

- O monitoramento contínuo e periódico do consumo de água, bem como o indicador de consumo por pessoa (m^3 /pessoa.mês);
- O estabelecimento de rotinas de manutenção preventiva;
- Em caso de necessidade, a promoção de manutenções corretivas;
- Avaliação crítica da quantidade de água envolvida para cada atividade consumidora, buscando-se sempre melhorar o desempenho do sistema, e também a qualidade da água.

Por meio do monitoramento contínuo do consumo de água, é possível avaliar o desempenho das medidas adotadas na edificação, bem como identificar rapidamente possíveis vazamentos ou anomalias do sistema no caso da ocorrência de variações excessivas. O acompanhamento também permite estabelecer-se um perfil de consumo para os usuários da edificação.

O funcionamento correto do sistema hidráulico é fundamental para evitar perdas e desperdícios de água. Um plano de manutenção eficiente é constituído por um conjunto de ações destinadas a manter o sistema, ou suas partes, em condições adequadas de uso. Além de evitar perdas e desperdícios desnecessários, promove a redução do número de colapsos, bem como a redução do tempo gasto para a execução de reparos, e a minimização dos custos operacionais através do aumento da vida útil do sistema.

Um sistema de manutenção é dividido em manutenção preventiva, manutenção corretiva e de urgência. A manutenção preventiva tem por finalidade diminuir a

probabilidade de ocorrência de colapsos. São providências que buscam prevenir e/ou evitar qualquer anormalidade no funcionamento do sistema e inclui atividades de inspeções física das peças hidráulicas, buscando sinais de deterioração. Já a manutenção corretiva compreende ações de intervenção em função do tipo de problema envolvido e dos resultados esperados. Compreende também os serviços de atendimento a reparos de acidentes ocorridos inesperadamente e que prejudicam o funcionamento normal do sistema.

Os procedimentos de ações preventivas incluem:

- A limpeza dos reservatórios de água: a frequência da limpeza está associada às características da água. Em geral, as concessionárias e órgãos ligados à saúde adotam o intervalo de seis meses, para águas com tratamento e características adequadas ao consumo;
- Regulagem de equipamentos: deve ser realizada por pessoal capacitado;
- Avaliação de perdas físicas.

Dentre as principais ações de regulamento das peças sanitárias, tem-se:

- Verificação da torneira convencional com elemento vedante: verificada a perda de estanqueidade do produto após o fechamento, o elemento vedante deve ser substituído;
- Bacia sanitária e válvula de descarga: verificação periódica da estanqueidade do produto após o fechamento e se há ocorrência de golpe de aríete (fechamento brusco) no fechamento da válvula. Em ambos os casos, se ocorrerem desvios, é necessária a substituição ou reparo do mecanismo;
- Arejadores e restritores de vazão constante: limpeza periódica em caso da ocorrência da redução sensível da vazão dos equipamentos;
- A perda de água é toda água que escapa do sistema antes de ser utilizada em uma atividade consumidora.

Para a avaliação de perdas físicas, as mesmas deverão ser localizadas e mensuradas. As perdas de água podem ser visíveis, quando perceptíveis a olho nu, as quais se caracterizam pelo escoamento e gotejamento de água, ou invisíveis, que são perdas identificadas por alguns indícios, tais como a presença de manchas de

umidade, em paredes e pisos, sons de escoamento de água, sistemas de recalque continuamente ligados, constante entrada de água em reservatórios, entre outros.

Em geral, as perdas de água em edificações ocorrem devido aos seguintes fatores:

- Vazamentos;
- Mau desempenho do sistema;
- Negligência do usuário.




3.8. Instalação de equipamentos hidráulicos com tecnologia economizadora

Outra forma de diminuir o desperdício e aumentar a eficiência do sistema é a utilização de equipamentos hidráulicos denominados economizadores de água. Estes utilizam tecnologias que funcionam com vazão reduzida e/ou evitam o desperdício causado pelo mau fechamento de componentes convencionais.

A especificação desses sistemas economizadores de água possui um significativo impacto, especialmente para o caso de edificações públicas. Existe atualmente no mercado brasileiro grande variedade de equipamentos sanitários capazes de atender às necessidades dos usuários e promover o uso racional da água. Nas Tabelas 5 a 13, são exemplificados os principais equipamentos encontrados:

a. Torneiras


Tabela 5 – Torneiras de uso racional

Tipo	Características principais
<p data-bbox="268 539 480 573">Hidromecânica</p> 	<p data-bbox="555 421 1457 891">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="320 1003 427 1037">Sensor</p> 	<p data-bbox="555 949 1457 1249">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="272 1375 472 1408">Válvula de pé</p> 	<p data-bbox="555 1335 1457 1585">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.

b. Bacias sanitárias


Tabela 6 – 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.

c. Mictórios

Tabela 7 – 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.

d. Dispositivos para acionamento de descargas de bacias sanitárias

Tabela 8 – 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, geralmente de 3,0 L, 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 mínimo 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.

e. Arejadores

Tabela 9 – 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.

f. Dispositivos para acionamento de descargas de mictórios

Tabela 10 – 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. Em geral, este fluxo de água só é liberado após o afastamento do mesmo, o que garante um menor consumo. O tempo médio de acionamento varia em torno de 5 a 6 segundos. Uma das principais vantagens deste sistema é quanto à questão da higiene do usuário, que não entra em contato direto com o sistema.

Tabela 10 – Dispositivos de descarga de uso racional para mictórios

(continuação)

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 regulagem 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.

g. Redutores de vazão

Tabela 11 – 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.

h. Redutores de pressão

Tabela 12 – 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.

i. Chuveiros e duchas

Tabela 13 – 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, empregado para reduzir vazões excessivas, normalmente existentes em condições de alta pressão. 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 de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão, geralmente de 10 a 40,00 mca. Ressalta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10,00 mca. As desvantagens dos restritores de vazão são: a impossibilidade de regulação da vazão quando há diferencial de pressão entre água quente e fria, para evitar “queimadas” e também o fato que tais restritores entopem com certa facilidade, ocasionando o problema acima apontado ou a necessidade periódica de desmontagem para limpeza.
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.

3.9. Fontes alternativas de água para aproveitamento ou reúso

As águas de qualidade inferior, tais como os efluentes domésticos, as águas de drenagem de pátios e águas salobras, devem, sempre que possível, serem consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos.

O uso de tecnologias apropriadas para o aproveitamento e reúso dessas fontes, constitui-se hoje, como uma importante alternativa para a redução do consumo de água. A escolha do sistema a ser utilizado deve ser feita mediante um estudo sobre os investimentos necessários e o retorno esperado, para se obter a alternativa mais eficiente técnica e economicamente. Este estudo deve considerar a quantidade de água gerada pela fonte considerada e a quantidade de água a ser destinada às atividades. Tomando-se por base estes valores, deverão ser dimensionados os equipamentos, os volumes de reservas necessários, os possíveis volumes complementares de água e escolhida a tecnologia de tratamento mais adequada.

A escolha de fontes alternativas de água deve sempre considerar a garantia da qualidade necessária a cada uso específico, resguardando a saúde pública dos usuários. Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2005), as exigências mínimas para o uso da água não potável, em função das diferentes atividades a serem realizadas nas edificações, são:

a. Água para irrigação, rega de jardim e lavagem de pisos

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

b. Água para descarga em bacias sanitárias

- Não deve apresentar mau cheiro;

- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve deteriorar os metais sanitários;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

c. Água para refrigeração e sistema de ar condicionado

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve deteriorar máquinas;
- Não deve formar incrustações.

3.9.1. Água cinza

A água cinza para reúso é proveniente do efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e da pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, entre outros. O reúso de águas cinza colabora significativamente com o uso sustentável dos recursos hídricos, pois minimiza a poluição hídrica dos mananciais.

Os componentes presentes nas águas cinza variam de acordo com a sua origem, por isso, é necessário caracterizá-las criteriosamente e adequá-las aos requisitos necessários à sua destinação de reúso. Os principais critérios que direcionam este reúso são:

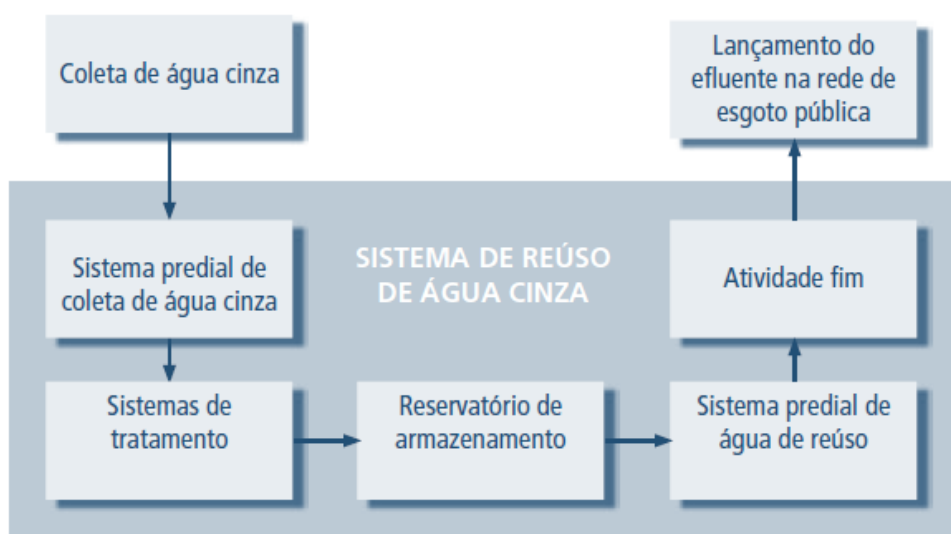
- Preservação da saúde dos usuários;
- Preservação do meio ambiente;
- Atendimento às exigências relacionadas às atividades a que se destina;
- Quantidade suficiente ao uso a que será submetida.

O sistema hidráulico destinado ao tratamento e distribuição de água cinza de reúso deve sempre ser absolutamente separado do sistema hidráulico de água

potável fornecido pela concessionária. Neste caso, o estudo econômico para verificar a viabilidade de se efetuar este investimento deve considerar as medidas necessárias para a separação e o tratamento da água cinza.

Os pontos de coleta de águas cinza devem ser determinados em função da configuração hidráulica do edifício. O sistema de coleta e transporte é composto pelos condutores que transportam as águas cinza, pelo sistema de tratamento e posterior reservamento, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5: Sistema de reaproveitamento de águas cinzas



Fonte: ANA, 2005.

3.9.2. Água pluvial

A água pluvial para reúso é coletada nas áreas impermeáveis, ou seja, telhados, pátios ou áreas de estacionamento. O uso de sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais propicia, além de benefícios da conservação de água, a redução do escoamento superficial e a consequente redução da carga nos sistemas urbanos de coleta de águas pluviais e o amortecimento dos picos de enchentes, contribuindo para a redução de inundações.

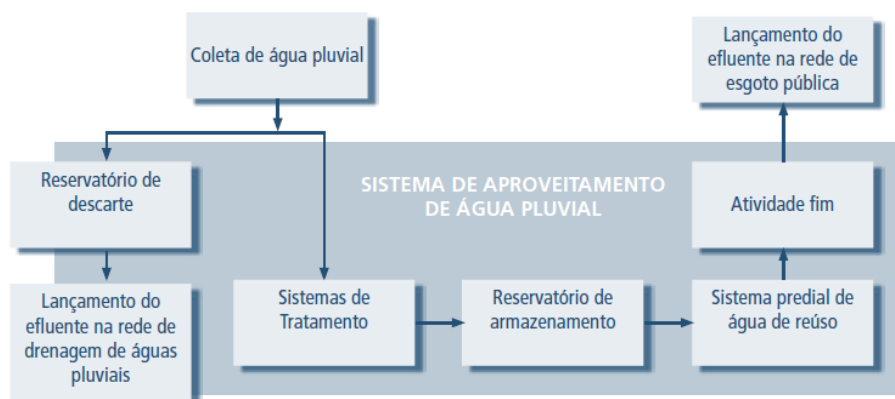
A água pluvial pode ser utilizada como fonte alternativa desde que haja o controle de sua qualidade e a verificação da necessidade de algum tratamento específico, de forma que não haja risco à saúde dos usuários, nem à vida útil dos sistemas envolvidos.

Atualmente o aproveitamento de águas pluviais em regiões áridas e semiáridas é prática comum em muitas regiões do mundo, inclusive no Brasil. Para o dimensionamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial devem ser considerados:

- Área disponível para coleta;
- Vazão de água calculada pela fórmula racional, considerando o índice pluviométrico médio da região;
- Estimativa de demanda para o uso previsto;
- Dimensionamento da reserva de água, considerando os períodos admissíveis de seca.

A Figura 6 apresenta um fluxograma de um sistema de aproveitamento de água pluvial.

Figura 6: Sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: ANA, 2005.

4. ESTUDO DA VIABILIDADE DE CONTINUAÇÃO DO ESTUDO PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NO CAMPUS ALTO PARAOPEBA (CAP)

A fim de se avaliar a viabilidade de desenvolvimento de estudos futuros para a aplicação de um programa de conservação de água na Instituição do Campus Alto Paraopeba (CAP) da Universidade Federal de São João del-Rei, procedeu-se o levantamento das informações preliminares sobre o seu sistema hidráulico, conforme a metodologia previamente abordada neste trabalho.

4.1. Informações gerais

a. Principais unidades

As principais unidades do Campus Alto Paraopeba são:

- Prédio de graduação, constituído por 6 blocos;
- Prédio da biblioteca;
- Unidade do restaurante universitário;
- Prédio do mestrado;
- Prédio dos laboratórios de Engenharia Civil e Química;
- Prédio do laboratório de Engenharia Mecatrônica.

b. População total e principais consumidores

Atualmente, o campus possui cerca de 2.000 alunos, 60 funcionários (fixos e terceirizados) e 120 professores. As principais atividades consumidoras de água desenvolvidas estão ligadas aos ambientes sanitários, às atividades de limpeza, à cantina, às atividades desenvolvidas nos laboratórios da instituição e às obras de expansão.

c. Horário de funcionamento

O horário de funcionamento inicia-se às 7h da manhã e o término se dá às 23h. Portanto, são 16 horas de funcionamento.

d. Análise documental

A instituição não possui um controle documentado e periódico sobre o consumo de água. Em caso de necessidade, como por exemplo, a previsão sobre o aumento do consumo em função das obras efetuadas no campus, procedeu-se o monitoramento durante um curto período para assegurar-se de que não haveria problemas de falta de água mediante o início das obras.

4.2. Levantamento preliminar do sistema hidráulico

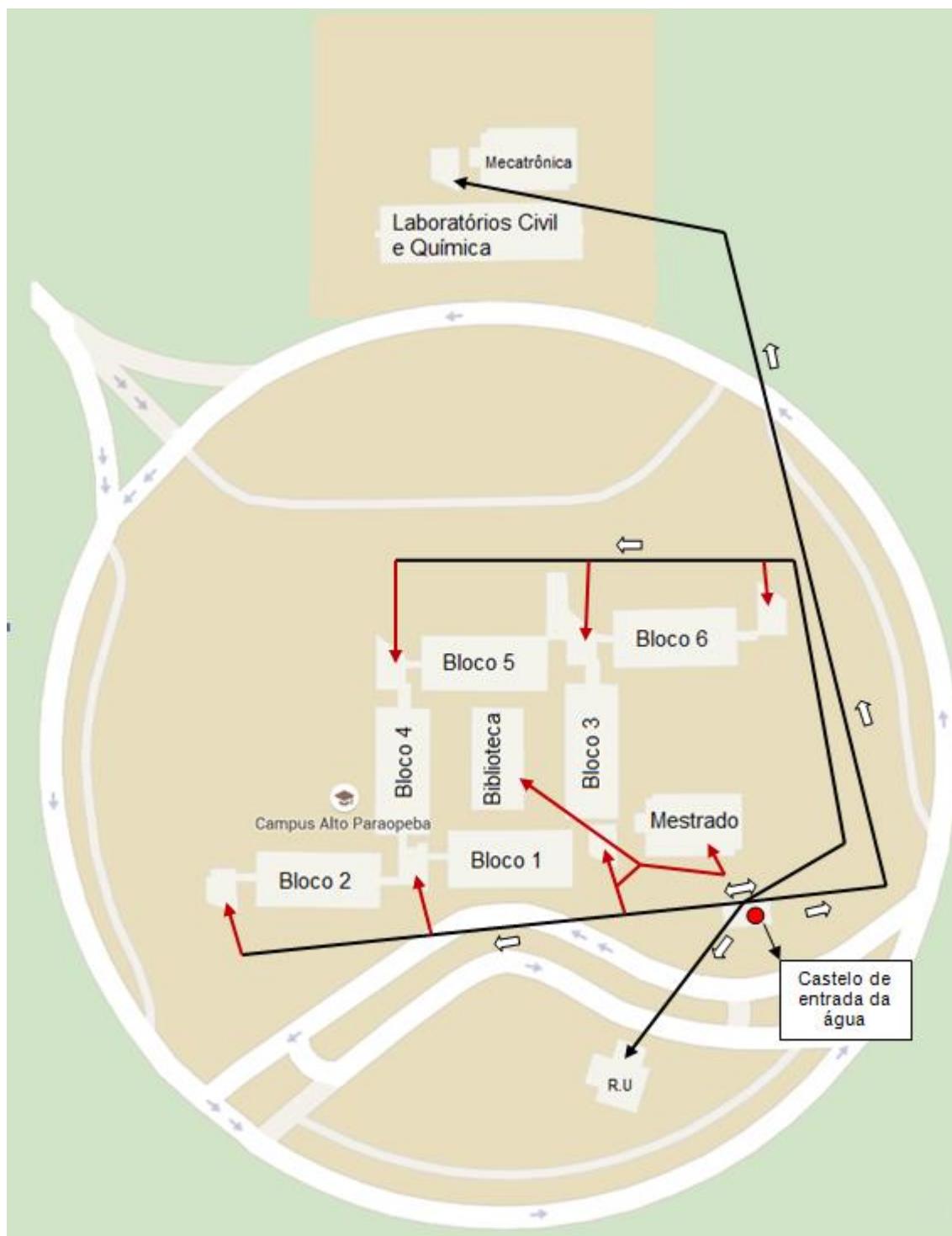
A água utilizada pelo Campus Alto Paraopeba é fornecida pela Guerdau Açominas, que possui uma estação de tratamento de água interna. O ponto de entrada se dá através do castelo (Figura 7). Neste ponto, existe um reservatório inferior, do qual a água é bombeada para um reservatório superior. A partir deste, ocorre sua distribuição para todas as unidades do campus. A Figura 8 mostra uma macroavaliação da distribuição de água na instituição.

Figura 7: Ponto de entrada de água



Fonte: Próprio autor.

Figura 8: Macroavaliação do sistema de água do CAP



Fonte: Próprio autor.

Em cada um dos prédios de graduação, mestrado, cantina e biblioteca existe um sistema de reservação interno para a água recebida do castelo. No caso do prédio de graduação, especificamente, existe uma caixa d'água de concreto localizada em cada uma de suas torres. Devido ao aumento do consumo decorrente

do crescimento do campus, foram acrescentadas duas caixas d'água de apoio, uma instalada na torre que interliga os blocos 1, 2 e 4 e a outra na torre que interliga os blocos 3, 5 e 6.

Para os laboratórios dos cursos de Engenharia Civil, Mecatrônica e Química, localizados mais distantes do castelo, a água é direcionada a um reservatório elevado (Figura 9). Este reservatório ainda não possui uma torneira de bóia, desta forma, o fechamento da entrada de água ocorre mediante a percepção do vazamento da mesma pelo ladrão, que indica que a caixa encontra-se cheia.

Figura 9: Reservatório dos laboratórios



Fonte: Próprio autor.

A cada seis meses ocorre a limpeza das caixas internas dos prédios e anualmente é feito um teste de qualidade da água disponibilizada para o campus, através de amostras retiradas na entrada e na saída do castelo.

O CAP também possui, em algumas localidades, um sistema de reúso de água pluvial. Em algumas torres do prédio de graduação e no prédio do mestrado, existe um reservatório semienterrado destinado à captação da água de chuva. Essa água, após ser direcionada a um filtro, é então bombeada para uma caixa d'água elevada, que a distribui exclusivamente para as bacias sanitárias. Esse sistema é acionado somente em épocas onde se percebe um aumento significativo no consumo de água. A Figura 10 mostra o reservatório de captação da água pluvial.

Figura 10: Reservatório de captação de água pluvial



Fonte: Próprio autor.

Já no prédio da biblioteca, a captação da água de reúso ocorre por meio de calhas localizadas no telhado. Existe um sistema de comunicação entre as duas caixas de reúso e as seis caixas que recebem água do castelo (Figura 11).

Figura 11: Disposição das caixas d'água da biblioteca

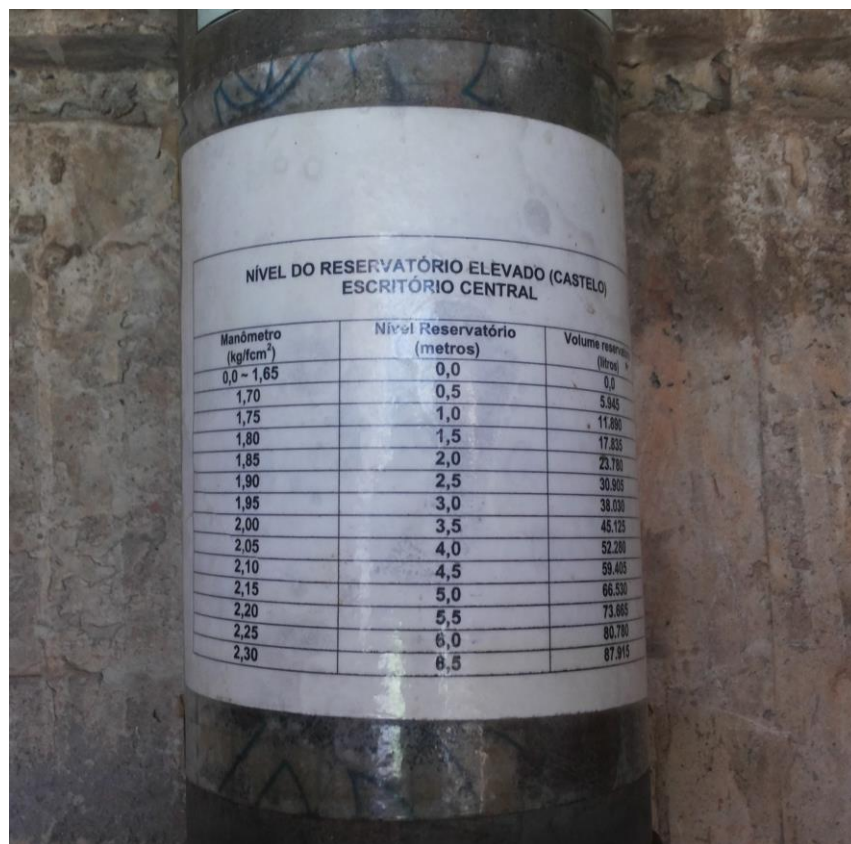


Fonte: Próprio autor.

Segundo informações do Sr. Reginaldo, operador responsável pela manutenção do sistema, o consumo de água é estimado através das leituras efetuadas no manômetro instalado no sistema, uma vez que na instituição não existe um equipamento de medição de consumo. Por meio de testes empíricos, foi efetuada uma tabela na qual cada uma das pressões lidas por este manômetro correspondem a um determinado volume de água presente no reservatório (Figura 12).

Ainda segundo o operador, todos os dias o sistema de recalque é acionado por volta das sete horas da manhã e desligado por volta do meio dia, quando a pressão do manômetro chega próximo ao valor de 2,30 kgf/cm². Em função do consumo do dia anterior, o reservatório superior pode ser preenchido antes deste horário estimado, o que é constatado pela água escorrida no ladrão (Figura 13).

Figura 12: Sistema de estimação do volume de água no reservatório superior do castelo



Manômetro (kgf/cm ²)	Nível Reservatório (metros)	Volume reservatório (litros)
0,0 - 1,65	0,0	0,0
1,70	0,5	5.945
1,75	1,0	11.890
1,80	1,5	17.835
1,85	2,0	23.780
1,90	2,5	29.725
1,95	3,0	35.670
2,00	3,5	41.615
2,05	4,0	47.560
2,10	4,5	53.505
2,15	5,0	59.450
2,20	5,5	65.395
2,25	6,0	71.340
2,30	6,5	77.285

Fonte: Próprio autor.

Figura 13: Entrada do castelo



Fonte: Próprio autor.

As manutenções do sistema são efetuadas conforme a necessidade de reparos. A Figura 13 mostra a atual situação da entrada do castelo, decorrente de uma manutenção necessária em razão de um vazamento ocorrido na tubulação que distribui a água para o campus. O vazamento foi percebido eventualmente através do barulho do escoamento da água. Foi necessário quebrar o piso desta região para efetuar-se o reparo.

Em alguns ambientes do campus também foram constatados a necessidade de reparos, como por exemplo, as torneiras do banheiro feminino da cantina, as quais estão todas com defeitos e, portanto, inutilizadas (Figura 14).

Figura 14: Torneira com defeito



Fonte: Próprio autor.

5. CONCLUSÕES

Neste estudo foram apresentadas as diretrizes para a implantação de um programa de conservação de água em uma edificação pública já existente, com o objetivo de sistematizar as etapas necessárias para a otimização e gestão de seu consumo, visando não somente a redução deste, mas o conhecimento e acompanhamento de todo o sistema.

Uma vez que uma instituição de ensino permite alcançar-se um número considerável de usuários, além da responsabilidade social e colaboração com a melhoria ambiental, é possível disseminar a conscientização de que a conservação da água deve ser compreendida e praticada por todos os usuários.

Após a macroavaliação acerca do sistema hidráulico presente no Campus Alto Paraopeba, percebeu-se que existe uma motivação para a continuação da pesquisa em prol do desenvolvimento de um programa de conservação de água na instituição, uma vez que, na mesma não existe um acervo de documentos sobre os dados relacionados às instalações hidráulicas e ao consumo de água. As informações estão basicamente concentradas no gestor do campus. Desta forma, um sistema de gestão, além de possibilitar um consumo sustentável, auxilia em questões de manutenção, evitando o prolongamento de problemas pequenos, como por exemplo, a falta da torneira de bóia no reservatório dos laboratórios e as torneiras com defeitos anteriormente citados.

A formulação deste estudo considera que o estabelecimento das ações de intervenção, bem como de um sistema de gestão apropriado, deve ser feito mediante uma avaliação completa sobre os usos de água, instalações e equipamentos presentes na edificação.

Propõe-se então, para pesquisa futura, a continuação deste estudo, mediante a realização de um levantamento detalhado sobre as instalações presentes no CAP, bem como seus equipamentos, e uma investigação sobre os procedimentos das atividades consumidoras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDI – COMUNICAÇÃO E DIREITOS. *América Latina: a hora de uma Economia Climática*. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/content/america-latina-hora-de-uma-economia-climatica>>. Acesso em: Maio de 2015.

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

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.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. *O problema da escassez de água no mundo*. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/37-O-Problema-da-Escassez-de-%C3%81gua--no-Mundo>>. Acesso em Maio de 2015.

LIMA, M. A. *Preservação e Conservação Ambiental* – Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/biologia/preservacao-ambiental.htm> acesso em 07/04/15>. Acesso em Maio de 2015.

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

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.

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

REBOUÇAS, A.; ET AL. (Org.) *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 4 ed. São Paulo: Escrituras, 2006. 732 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.

7. ANEXOS

ANEXO 1: Modelo de planilha para a investigação sobre o uso das água nos sanitários

BANHEIRO - USUÁRIO

•Escola: _____ •Nº Escola: _____

•Entrevistador: _____ •Data: _____

•Função do entrevistado:

Diretor Professor Monitora Servente Cozinheira

Vigilante Zelador Outro: _____

•Há quanto tempo trabalha na escola?

Anos Meses Outro: _____

•Trabalha

meio período período integral Outro: _____

Metas e Ponto de Consumo	Torneira lav.		Válvula	Válvula	Registro Chuveiro		Outro
	AF	AQ	B.S.	Mictório	AF	AQ	
Quantidade água adequada?	Sim						
	Algumas						
	Não						
Nº adequado de pontos?	Sim						
	Não. Quantos?						
	Sim						
	Não. Por quê?						
	É longa						
	É curta						
	É alta						
	É baixa						
	Outro:						
Forma de uso	Sempre aberta						
	Aberta p/ ativid.						
Substituiria por outra?	Não						
	Sim						
Observações:							

Característica	Tamanho adequado:		Deveria ser:		Observações:
	Sim	Não	Maior	Menor	
Cuba do lavatório					
Bacia sanitária					
Mictório					
Usa o chuveiro			Usa o banheiro (bacia, mictório e/ou lavatório)		
não, por quê?			não, por quê?		
sim, com que frequência?		Duração (min)	sim, com que frequência?		
1 x / dia					1 x / dia
2 x / dia					2 x / dia
Outro, quantos					Outro, quantos
Observações:					

Já viu algum ponto de consumo de água ficando aberto?							
Equipamento	Não	Sim	Sempre	Às vezes	Esquecimento	Danificada	Proposital
Chuveiro							
Lavatório							
Mictório							
Bebedouro							
Outro:							
O lay-out do banheiro é adequado?							
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não, por quê? _____							
Conhece torneira que economiza água?							
Não	Sim	Já usou		Funcionaria para esta escola			
		Não	Sim	Sim	Não, por quê?		
Conhece bacia com caixa?							
Não	Sim	Elevada	Acoplada	É melhor do que com válvula?		Funcionaria para esta escola	
				Sim	Não	Sim	Não
Observações:							