

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Trabalho de Conclusão de Curso

PROPOSTA DE UM SISTEMA HIDRÁULICO MÓVEL PARA APOIO A ATIVIDADES EDUCATIVAS SOBRE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM USOS DOMÉSTICOS

Por
Tainan Brum da Silveira

Orientador
Prof. Luiz Sérgio Philippi

Florianópolis, fevereiro de 2008.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido visando disponibilizar o projeto de uma unidade educativa móvel que servisse como uma proposta de material didático-pedagógico, apresentando um caráter mais prático e menos teórico, sendo capaz de apoiar de forma mais efetiva a disseminação de boas práticas no consumo de água e, simultaneamente, divulgar tecnologias para conservação deste recurso em usos domésticos. A primeira etapa consistiu na *concepção da unidade educativa*, onde foram definidas as formas e materiais para estruturar os sistemas hidráulicos, os quais também foram identificados nesta etapa. Após, foi feito o *dimensionamento das Instalações Hidráulicas* contempladas. Por fim, foram produzidos o *desenho técnico e a maquete eletrônica* da unidade educativa projetada. A metodologia geral utilizada foi o *Programa de Conservação de Água para Novas Edificações*, apresentada por Sautchuk et al (2006). As normas para projetos de instalações hidráulicas prediais da A.B.N.T. também foram indispensáveis. Os recursos CAD e planilha eletrônica consistiram ferramentas essenciais. A unidade concebida foi dividida em três módulos acopláveis com áreas praticamente iguais, contendo dois aparelhos sanitários cada, a saber: chuveiro e lavatório; vaso sanitário e mictório; tanque e filtro de areia. Os sistemas prediais hidráulicos associados a esses aparelhos foram: sistema de abastecimento de água potável; sistema de reúso de águas cinzas e; sistema de aproveitamento de águas pluviais e de águas amarelas; os quais foram concebidos e dimensionados de modo a atender peças de utilização típicas de usos domésticos, algumas com tecnologia para economia de água. O aspecto estético da unidade projetada assemelha-se com os ambientes sanitários de edificações em geral, pois os materiais e formas utilizados considerados foram escolhidos com este propósito, proporcionando maior identidade do público com a unidade.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologias, conservação da água, educação ambiental.

**PROPOSTA DE UM SISTEMA HIDRÁULICO MÓVEL PARA APOIO A
ATIVIDADES EDUCATIVAS SOBRE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM USOS
DOMÉSTICOS**

Tainan Brum da Silveira

**Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa
Catarina para Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental**

**Orientador
Prof. Dr. Luiz Sérgio Philippi**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
FEVEREIRO/ 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

PROPOSTA DE UM SISTEMA HIDRÁULICO MÓVEL PARA APOIO A
ATIVIDADES EDUCATIVAS SOBRE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA EM USOS
DOMÉSTICOS

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para
Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II**

BANCA EXAMINADORA :



Prof. Dr. Luiz Sérgio Philippi
(Orientador)



Prof. Dr. Peter Batista Cheung
(Convidado da Banca)



Prof. Dr. Péricles Alves Medeiros
(Convidado da Banca)

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
FEVEREIRO/ 2008**

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS	7
2.1	Objetivo Geral	7
2.2	Objetivos Específicos	7
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
3.1	Uso Racional e Conservação da Água em Usos Domésticos	8
3.1.1	Consumo e Usos Domésticos de Água	8
3.1.2	Uso racional e Conservação da Água	9
3.2	Programas de Uso Racional da Água em Campi Universitários	12
3.3	Tecnologias para a Conservação da Água em Usos Domésticos	12
3.3.1	Equipamentos Economizadores de Água	13
3.3.2	Aproveitamento de Fontes Alternativas de Água em Usos Domésticos	19
3.4	Educação Ambiental para o Racionamento e Conservação da Água em Usos Domésticos	26
3.4.1	Fundamentos da Educação Ambiental	26
3.4.2	Fundamentos da Educação	27
3.4.3	Experiências em Educação para o Racionamento/ Conservação da Água	28
4	METODOLOGIA	31
4.1	Local e Materiais Empregados	31
4.1.1	Local do Desenvolvimento do Projeto	31
4.1.2	Materiais Empregados	31
4.2	Organização do Trabalho	33
4.2.1	Concepção do Projeto da Unidade Educativa	34
4.2.2	Demanda de Água e Análise de Oferta de Água	37
4.2.3	Dimensionamento do Sistema Hidráulico	42
4.2.4	Desenho Técnico da Unidade Educativa	49
5	RESULTADOS	50
5.1	Aparelhos Sanitários Contemplados	50
5.2	Forma em Planta, Medidas e Locação dos Aparelhos Sanitários	50
5.3	Materiais Construtivos para a Estrutura	51
5.4	O Sistema Hidráulico	51
5.4.1	Informações Básicas	52
5.5	Projeto das Instalações hidráulicas	53
5.5.1	Análises de Demanda e de Oferta de Água	53
5.5.2	Avaliação de equipamentos hidráulicos:	54
5.5.3	Setorização do consumo	54
5.5.4	Dimensionamento das instalações de distribuição das águas	55
5.5.5	Dimensionamento das instalações de coleta das águas	55
5.5.6	Dimensionamento das instalações de recalque das águas	56
5.5.7	Dimensionamento das instalações de tratamento das Águas	56

5.6	Produção do Desenho Técnico do Projeto -	56
5.7	Maquete Eletrônica	56
5.8	Estimativa de Custos Demandados e Recursos Disponíveis	57
6	CONCLUSÃO	58
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
8.1	Livros e Dissertações	60
8.2	Cartilhas	60
8.3	Normas Técnicas	61
8.4	Web Sites	61
9	ANEXOS	62

1 INTRODUÇÃO

Buscando amenizar os problemas provocados pela escassez de água no Brasil, em 1997 foi instituído o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCD. Entre outras ações tomadas pelos programas de racionamento de água em geral, sugere-se que: sejam eliminados possíveis vazamentos no sistema hidráulico predial de água; que se consertem, adicionem ou substituam equipamentos economizadores ou; os hábitos sejam renovados de modo a evitar desperdícios e consumir somente o necessário para cada atividade. Complementando este conceito com ações que visem aumentar a oferta e, conseqüentemente também reduzir a demanda, emerge práticas de conservação de água. Mais de acordo com a problemática atual da água, este novo conceito contempla, entre outras possibilidades, o usufruto de tecnologias como o reúso de águas cinzas e o aproveitamento da água da chuva.

Sejam programas visando o racionamento ou a conservação da água, as ações de informação e sensibilização para os usuários geralmente tem suas estratégias resumidas à disseminação de materiais gráficos. Através de folders, cartilhas, páginas virtuais e, eventualmente, exibições audiovisuais na mídia televisiva, busca-se incentivar os usuários a racionar os usos de água, sobretudo no âmbito doméstico. Segundo Sautchuk et al.(2005), tais materiais são disponibilizados, muitas vezes, pelas próprias concessionárias de água e esgoto, como é o caso na Grande Florianópolis. Nesta região a educação ambiental aplicada nas escolas públicas também se baseia, muitas vezes, nos mesmos materiais citados. Ao mesmo tempo, os componentes dos sistemas públicos de abastecimento de água e as unidades e laboratórios de pesquisa, por exemplo, dificilmente são planejados com vistas à possibilidade de práticas de educação ambiental serem realizadas no local, dificultando o ensino/ aprendizado.

Por outro lado, existem projetos de unidades destinadas especialmente para visitação, mas os padrões de materiais de constru o e equipamentos hidráulicos empregados fogem   realidade econ mica dos alunos de escolas públicas visitantes, com poucas perspectivas de ado o dos novos hábitos e tecnologias sugeridos. Talvez os mais educativos dos materiais sejam os sistemas hidráulicos construídos coletivamente. Nesse caso, carências na eficiência, durabilidade e até mesmo na est tica dos sistemas podem provocar certo desânimo e descrença aos participantes, colaboradores da escola e visitantes em geral. Supõe-se então, que estes materiais e as praticas que os mesmos ap oiam são afetados por carência de recursos humanos e/ou financeiros. Com isso, percebe-se a necessidade de maiores investimentos em unidades educativas que contemplem a conserva o da água no ambiente construído, de uma forma mais prática, experimental, como recomendam os educadores.

Portanto, este trabalho visa oferecer o projeto de uma unidade educativa móvel, consistindo uma estrutura contendo instala es hidráulicas prediais de água e esgoto, especialmente aparelhos sanitários onde são feitos usos domésticos de água, tais como vaso sanitário e lavatório. Além desses aparelhos, sistemas de distribu o, de coleta e de tratamento de águas também foram previstos para a unidade. Esta seria composta basicamente pelo sistema hidráulico e a estrutura que o sustentaria, para ser utilizada em práticas educativas sobre conserva o de água em usos domésticos, aplicadas em diferentes públicos. A configura o desta constru o foi elaborada estrategicamente para facilitar o ensino/ aprendizado em atividades educativas sobre o presente tema. Acredita-se que a unidade seja aplicável   comunidade universitária desta institui o, às institui es de ensino públicas e privadas e comunidades em geral, de início no domínio deste município.

O consumo de água potável vem aumentando na Ilha de Florianópolis, seja através do crescimento populacional ou pelos maus hábitos da popula o, realidade t pica de grandes centros urbanos. Por isso, já há falta água em algumas localidades. No sentido específico, a

importância desta proposta vai de encontro às Diretrizes de “Democracia e participação social” do Programa Nacional de Educação Ambiental (1994), que afirmam: “a prática da educação ambiental deve ir além da disponibilização de informações” e; “Essa perspectiva deve contribuir para a socialização de conhecimentos, inclusive por intermédio do uso de tecnologias voltadas, por exemplo, para reciclagem de insumos”.

Por fim, o departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental desta universidade institui um Programa de Uso Racional de Água – PURA em seu Campus, seguindo o exemplo de outras universidades. Tal fato pode marcar o início de uma mudança significativa no consumo de água dessa universidade e, posteriormente, desta Capital, como acontece em São Paulo. Para tanto, acredita-se que a sensibilização e educação dos usuários, tanto sanitárias como ambientais ou tecnológicas, consistem em prioridades, já que a própria ABNT define instalação predial de água como a “extremidade última do sistema público de abastecimento onde concretamente se estabelece o elo de ligação com o usuário final.”

Os objetivos e fundamentos da Lei Nacional nº9.433, a Lei das Águas, além daquele Objetivo do Milênio da ONU que estabelece a Sustentabilidade Ambiental, também justificam o tema escolhido.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver e propor o projeto de uma estrutura móvel composta basicamente por um sistema hidráulico que contempla tecnologias de conservação da água aplicadas em usos domésticos.

2.2 Objetivos Específicos

- 1) Conceber o sistema hidráulico e a estrutura que o sustenta o mesmo adequando suas características à finalidade de uso como unidade educativa;
- 2) Produzir o dimensionamento das diferentes instalações que integram o sistema hidráulico concebido para esta unidade;
- 3) Produzir o desenho técnico e a maquete eletrônica da unidade educativa proposta.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta desta unidade educativa, intermediada pelos objetivos que a concebem, não é possível sem a revisão de alguns conceitos, abordagens e metodologias, os quais estão atrelados ao tema deste trabalho e são apresentados a seguir.

3.1 Uso Racional e Conservação da Água em Usos Domésticos

A seguir, busca-se construir um caminho que inicie apresentando conceitos e dados sobre uso e consumo de água para fins domésticos, passando por meios tecnológicos para conservação da água nesses usos, até tratar do instrumento educação. Acredita-se que integrando tais assuntos seja evidenciada a interdependência entre tecnologia e educação como fundamentais na redução da demanda por água potável nos usos domésticos.

3.1.1 Consumo e Usos Domésticos de Água

Para os conceitos trabalhados a seguir, supõe-se um meio ambiente urbano estruturado com redes públicas de abastecimento de água que, por sua vez, abastecem estabelecimentos construídos onde os usos se dão pelas instalações prediais de água.

A partir disso, julga-se como prioridade definir o termo *usuário* de água:

“Pessoa física ou jurídica que efetivamente utiliza a instalação predial de água fria ou quente, ou que responde pelo uso que outros fazem dela, é responsável pelo correto uso da instalação e por sua manutenção, podendo delegar esta atividade à outra pessoa física ou jurídica.” (SAUTCHUK et al, 2005)

As categorias de consumidores podem ser definidas pelas atividades ou ramos de atividades que se beneficiam da água de abastecimento. Sperling (2005), por exemplo, da área de tratamento de águas residuárias, define estas categorias como *usos*. Tsutiya (2006), da área de abastecimento de água menciona como tradicionais quatro grandes categorias de consumidores: doméstico, comercial, industrial e público.

Tomaz (2000) *apud* Gonçalves (2006) sub-divide o uso da água para consumo nas categorias *consumo residencial*, *consumo público* e *consumo comercial*, sendo a primeira relativa a residências uni-familiares e edifícios multi-familiares.

No “Atlas da Água” Clarke R. & King J. *apud* Publifolha(2004) apresenta: 10% do volume mundialmente consumido destina-se a usos domésticos, 69% para práticas agrícolas e 21% para a indústria.

Sobre a região metropolitana de São Paulo, Rodrigues (2005) *apud* Gonçalves (2006). afirma que 84,4% do consumo urbano (incluindo pequenas indústrias) corresponde ao consumo residencial de água.

Sautchuk et al (2005) afirmam que o uso de água em edificações comerciais (escritórios, restaurantes, hotéis, etc) geralmente é para fins domésticos (produção de alimentos, higiene pessoal, etc.) e nas edificações públicas (escolas, universidades, hospitais, etc) é muito semelhante às comerciais, porém o uso dos sanitários é bem mais significativo (35% a 50% do consumo total).

A água para consumo doméstico corresponde àquela utilizada nas dependências internas e externas a residência. Nas áreas internas a água seria para higiene, alimentação, lavagem de roupa, utensílios e limpeza em geral, já nas externas a rega de jardins, limpeza de pisos e lavagem de veículos seriam alguns exemplos comuns. (TSUTIYA 2006)

Segundo Tsutiya, (2006) as pesquisas para determinação de consumo de água de uso doméstico têm sido pouco realizadas em nosso país. Yoshimoto e Silva (2001) apud. Tsutiya, (2006), apresentam a distribuição de consumo em residências na RMSP, sendo que 30,9% do volume diário é para descargas em bacia sanitária, 26,7% para banhos, 30% para pia de cozinha e 12,4% para outros usos, como bebidas e limpeza.

O “Atlas da Água” aponta dados de usos em escala mundial, onde: 35% utilizam-se para higiene pessoal, 30% para descargas de vasos sanitários, 20% para lavagem de roupas, 10% para alimentação e 5% para limpeza. Nesta mesma publicação estima-se que em 2000 o consumo mundial anual era de 384km³, contra 219km³ em 1980.

A ABNT (1998) *apud* Sautchuk et al (2005) afirma que o uso doméstico de água se define pelos usos para atendimento às necessidades humanas, como a preparação de alimentos e a higiene pessoal, por exemplo.

Sperling (2005) atribui ao uso doméstico o mais nobre de todos, pois águas para estes fins devem satisfazer diversos critérios de qualidade, que no caso do abastecimento público do Brasil são os *padrões de potabilidade*. O autor afirma que o uso menos nobre seria a diluição e transporte de despejos.

Os dados de consumo em usos de diferentes estabelecimentos urbanos evidenciam que o ser humano, através de suas necessidades básicas, responde por boa parte do percentual de água consumida nas grandes cidades.

Para este trabalho os usos domésticos serão aqueles praticados pelo ser humano em qualquer estabelecimento, seja comercial, público ou industrial, para finalidades típicas de residências, tais como alimentação, higiene pessoal e limpeza de bens materiais.

Para concluir este assunto, basta definir desperdício de água em usos domésticos, que adaptando Gonçalves (2006) fica: é o uso de quantidades além das necessárias para um determinado fim. Torneiras e chuveiros em funcionamento sem uso efetivo de água ou por períodos longos e desnecessários, são exemplos de desperdício. Este termo também se aplica aos vazamentos nas redes de distribuição, nesse caso de sistemas prediais de água.

3.1.2 Uso racional e Conservação da Água

A seguir, apresentam-se alguns textos que subsidiam política e legalmente a implementação de *Programas de Uso Racional*, mais ainda, de *Programas de Conservação da Água*. O objetivo é explicitar a necessidade e importância de ações conjuntas entre o Poder Público, a população, a comunidade científica e, ainda, junto ao setor privado, no sentido de promover um consumo de água ambientalmente responsável por parte das pessoas em suas rotinas, especificamente nos usos tais quais os domésticos.

3.1.2.1 Políticas, Leis e Conceitos Gerais

Na publicação *Cidades Sustentáveis*, que oferece subsídios a *Agenda 21 Brasileira*, cabe referir-se à *Estratégia 3*, que consiste em

“Promover mudanças nos padrões de produção e de consumo da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis”.

Da parceria entre a Fundação Nacional de Saúde FUNASA e o Ministério das Cidades publicou-se o *Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento*, que visa estimular o debate no planejamento de serviços municipais de saneamento. Entre os *Objetivos Genéricos* destaca-se o *Objetivo 3*, que visa

“assegurar uma gestão racional da demanda de água, em função dos recursos disponíveis e das perspectivas socioeconômicas; promover a conservação dos recursos hídricos, por meio da redução das perdas nos sistemas ou da reutilização de água”

Segundo Alves (1987), a partir do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público, realizado em 1986, evidenciou-se claramente a necessidade de políticas de conservação e de uso racional da água, que já despontavam desde o início da década de 80.

A Lei das Águas, N°9.433 de 1997 apresenta no Art. 1° dos seus Fundamentos parágrafos a serem destacados. O primeiro afirma que “a água é um bem de domínio público”, o segundo que “é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” e o sexto que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.”

Segundo Sautchuk *et al*(2005), práticas de racionamento de água consistem alternativas para redução de consumo que possuem atuação na demanda de água da edificação.

O trabalho de Sautchuk et al (2005) define o termo *conservação da água* como:

“...qualquer ação que: reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento; reduza o consumo de água; reduza o desperdício de água; aumente a eficiência do uso de água; ou, ainda, aumente a reciclagem e o reúso de água.”

No final da década de 80, vários trabalhos na área de conservação da água estavam sendo desenvolvidos em todo o mundo. Tal preocupação teve reflexos também no Brasil, resultando, em 1995, na criação do Programa de Uso Racional da Água (PURA), através de Convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil (LSP/PCC), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). (USP, 2007).
ESP

O foco principal do PURA - SABESP foi desenvolver a base tecnológica para redução de consumo de água em diversas categorias de uso e por tipologia de edifícios. (TSUTIYA, 2006).

Em abril de 1997 foi instituído na esfera federal o *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA*, que entre outros objetivos visa “promover o uso racional da água, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços prestados” (TSUTIYA, 2006).

Referindo-se a gestão da água em edificações, Sautchuk et al. (2005) definem *Programa de Conservação de Água* como sendo:

“Conjunto de ações com o objetivo de otimizar o consumo de água com a conseqüente redução do volume dos efluentes gerados, a partir da racionalização do uso (gestão da demanda) e da utilização de água com diferentes níveis de qualidade para atendimento das necessidades existentes (gestão da oferta), resguardando-se a saúde pública e os demais usos envolvidos, gerenciados por um sistema de gestão da água adequado.”

Tsutiya (2006), também menciona alternativas que vão além do uso racional de água:

“... Assim, um programa como este não se isola dos demais, sendo interface de programas de redução e controle de perdas, reabilitação e conservação de mananciais, redução do consumo de energia, coleta e tratamento de esgoto, reúso da água, aproveitamento da água da chuva, e instrumento de gestão sustentável para contribuir na preservação da humanidade”.

A obra “Conservação e Reúso da Água em Edificações”, elaborado pela Agência Nacional das Águas, em parceria com outros importantes profissionais e organizações, é um documento de apoio à gestão da água em edificações. Como já foi apresentado, o trabalho escrito por Sautchuk et al. (2005) trata-se de um manual, onde é trabalhado e sugerido um *Programa de Conservação de Água em Edificações*. A metodologia deste programa foi apresentada pelos autores em forma de fluxograma, o qual se encontra sob a Figura 1, na próxima página.

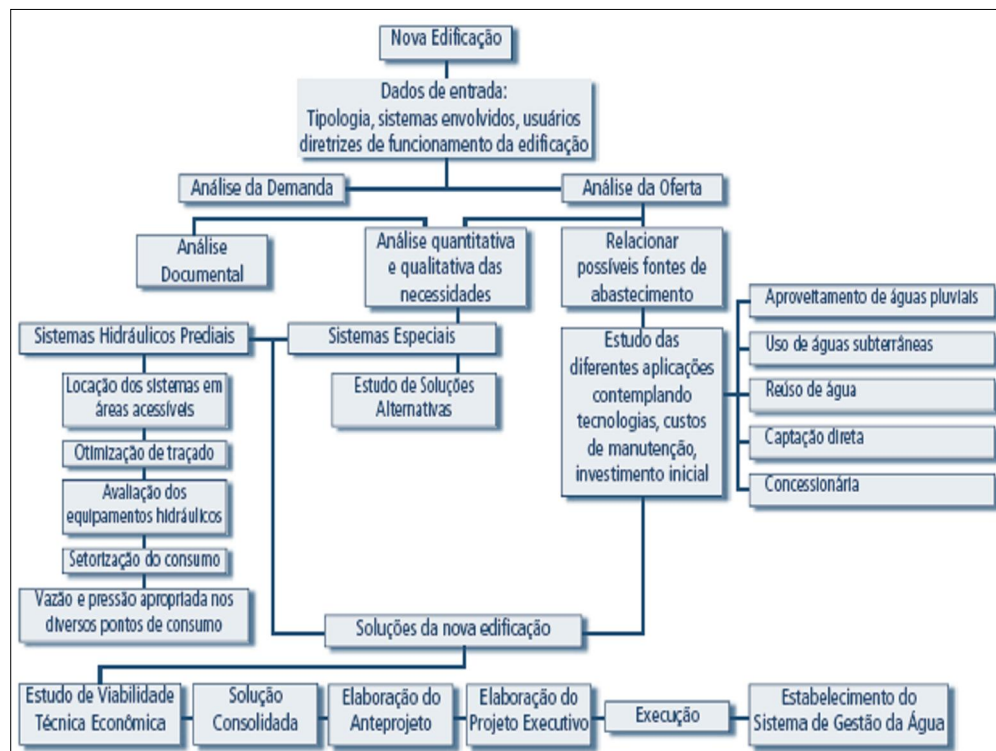


Figura 1– Metodologia básica para conservação de água em novas edificações.

Fonte: Sautchuk et al. (2005)

3.2 Programas de Uso Racional da Água em Campi Universitários

Segundo a USP (2007), os estudos para aplicação de um programa de uso racional em seus *campus* foram iniciados em 1997, viabilizado pelo Convênio entre USP e SABESP, como um estudo de caso em *campi* universitários, instituindo-se o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo, o PURA-USP.

Desenvolvido desde 1998, o PURA-USP obteve até 2003, uma redução de 36% no consumo de água, acumulando de R\$ 46,61 milhões. em benefício líquido. (SILVA, 2004)

A Universidade Federal da Bahia – UFBA acredita que as universidades tem papel fundamental em dar exemplos para a preservação de recursos naturais, no caso da água. Por isso e pelo elevado consumo de água da UFBA, esta universidade instituiu o Programa ÁGUAPURA, cujos principais objetivos são: minimizar perdas e desperdícios para reduzir o consumo de água da UFBA; difundir em toda sua comunidade universitária os conceitos do uso racional da água e; implantar tecnologias limpas na UFBA.

A exemplo das universidades acima citadas, professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC instituem atualmente o denominado Programa de Uso Racional da Água da UFSC (PURA/UFSC), que seria implantado em todos os seus *campi*.

Entre os objetivos do PURA/ UFSC destacam-se:

“Desenvolver uma metodologia para reduzir o consumo de água nas unidades administrativas da UFSC; Implantar um sistema de gerenciamento da oferta de água no campus da UFSC; implantar um sistema de gestão da demanda de água no campus; disseminar as ações através de um portal de informações para as comunidades universitárias e externas a UFSC; instalar equipamentos medidores nas unidades consumidoras.” (Fonte: Coordenação do projeto PURA/ UFSC)

É importante destacar que um programa de uso racional da água deve consistir muito mais do que simples substituições de equipamentos e manutenções nas instalações de distribuição. O uso racional é promovido pelo caráter permanente do *programa*, com a contínua gestão da demanda de água e, principalmente, com a mudança de comportamento dos usuários, tornando-se estes cada vez mais conscientes e pró-ativos. (SILVA, 2004).

Contudo, acredita-se que o desenvolvimento de programas no sentido da responsabilidade na gestão da água em usos tipicamente domésticos, seja qual for a tipologia e escala de abrangência, não deveria ser feita de modo a fazer acreditar que o uso racional por si só já é suficiente, mas que é essencial integrar a gestão de demanda a gestão de oferta.

3.3 Tecnologias para a Conservação da Água em Usos Domésticos

As informações que seguem tratam sobre tecnologias através das quais é possível reduzir as quantidades de água demandadas em uma edificação, especificamente em instalações que atendem usos domésticos. As tecnologias que interessam para este trabalho são: equipamentos economizadores de água; reúso de águas cinzas e; aproveitamento de águas pluviais.

3.3.1 Equipamentos Economizadores de Água

Convém definir alguns termos básicos segundo a ABNT (NBR5626, 1998), o que talvez permita um melhor entendimento sobre a relação entre as tecnologias apresentadas e os usos domésticos de água.

A *Instalação predial de água* seria o “*subsistema do sistema público de abastecimento de água*”, o qual pode ser considerado como “*a extremidade última do sistema público de abastecimento onde concretamente se estabelece o elo com o usuário final*”.

Metal / plástico sanitário é uma expressão técnica usualmente empregada para designar peças de utilização e outros componentes utilizados em banheiros, cozinhas, áreas de serviço e outros ambientes do gênero, fabricados em liga de cobre / plástico, tais como torneiras, registros de gaveta, válvulas de descarga e chuveiros.

Já *aparelho sanitário* trata-se do componente destinado ao uso da água ou ao recebimento de dejetos líquidos e sólidos. Incluem-se nessa definição aparelhos como bacias sanitárias, lavatórios, tanques, mictórios, entre outros.

Agora, cabe apresentar aspectos políticos, legais e conceituais sobre os equipamentos economizadores na busca pelo uso racional da água. Veja a seguir

3.3.1.1 Políticas, Leis e Conceitos Gerais

Em 1992, nos Estados Unidos, promulgou-se uma lei federal que estabeleceu que de 1994 em diante não seria permitido comercializar peças sanitárias que ultrapassassem certas quantidades de consumo. Com isso, reduziu-se em 30% o consumo de água de abastecimento. Quanto ao limite de pressão, este foi estabelecido como 56 mH₂O. Já em 1998, na cidade do México, substituíram-se 3.500.000 bacias sanitárias convencionais por bacias de baixo consumo (6litros por descarga), gratuitamente, permitindo que fossem abastecidas mais de 250.000 pessoas. (TSUTIYA, 2006)

De acordo o autor acima, o foco principal do *Programa de Uso Racional da Água – PURA*, foi desenvolver a base tecnológica para redução de consumo de água em diversas categorias de uso e por tipologia de edifícios. A sustentação básica deste programa consiste na estrutura apresentada na Figura 2, abaixo.

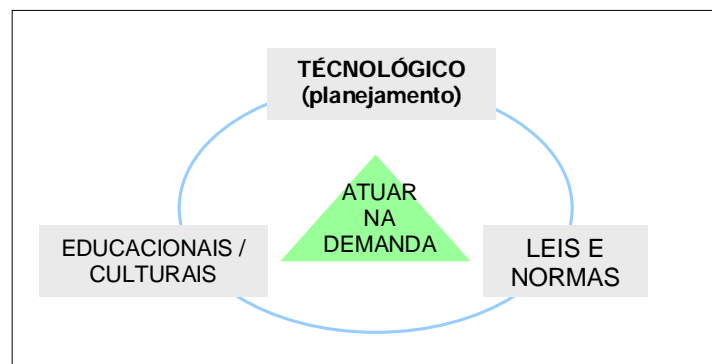


Figura 2 – Fractal da estrutura básica do PURA.

Fonte: Tsutiya, 2006

Sautchuk et al (2005) apontam entre as principais alternativas para redução do consumo doméstico as manutenções no sistema hidráulico predial, a adição ou substituição de componentes economizadores e a realização de campanhas educacionais e de treinamento para usuários e funcionários.

O Programa PURA, mencionado anteriormente, foi desenvolvido entre a Escola Politécnica da USP, IPT e ASFAMAS, realizou-se ampla pesquisa bibliográfica internacional sobre as medidas de conservação de água e, em parceria com alguns fabricantes de equipamentos, buscou-se desenvolver tecnologias, melhoramentos e adequação de equipamentos de baixo consumo. Entre esses equipamentos citam-se as torneiras, chuveiros, bacias sanitárias, mictórios, arejadores, reguladores e restritores de vazão, entre outros. (TSUTIYA, 2006)

Segundo Sautchuk et al (2005), e como se observa no mercado atual, a maioria dos fabricantes de equipamentos de instalações hidráulicas oferecem diversos equipamentos economizadores de água.

Sobre a vertente normativo e legal do *PURA*, as normas da ABNT que abordam segmentos relacionados a conservação de água vem sendo revisadas, tanto para adequá-las, quanto para criar um Programa Setorial de Qualidade para louças e metais sanitários economizadores de água. . (TSUTIYA, 2006)

Sobre as ações futuras previstas no âmbito da normalização, incluem-se propostas de estudos para mudanças em projetos de instalações prediais de água fria e água quente, de parâmetros hidráulicos e no código de obra. Através disso, busca-se subsidiar a elaboração de legislação e regulamentos para disciplinar o uso de água potável, o que já é tramitado nos órgãos competentes envolvidos. (TSUTIYA, 2006)

No final de 1995 os principais fabricantes associados a ASFAMAS, começaram a desenvolver uma linha de produtos economizadores de água. Antes disso houve uma avaliação em uso real realizada pelo IPT, a qual estava inserida no âmbito do PURA. Os resultados indicaram o potencial de economia de água destes equipamentos, possibilitando-se incentivar seus usos visando promover o uso racional da água. (TSUTIYA, 2006)

3.3.1.2 Exemplos de Equipamentos Economizadores

Evidenciada a capacidade de redução do consumo de água através de equipamentos sanitários economizadores, é bom que se faça uma breve apresentação daqueles considerados mais interessantes para este trabalho. Convém destacar que o termo equipamento economizador se emprega tanto aos aparelhos quanto aos metais sanitários, incluindo também dispositivos

Segundo Gonçalves (2006), a quantidade de água potável consumida em aparelhos sanitários depende de diversas variáveis sendo que, de forma geral, são função do local e da época do ano em que se dá o uso, dependem do tipo de instalação predial, das tecnologias envolvidas e, por fim, é influenciada pelos hábitos humanos, sob suas respectivas culturas.

a) Bacias sanitárias, caixas e válvulas de descarga

No Brasil, o consumo residencial de água em bacias sanitárias varia entre 18% e 24% do consumo mensal, considerando-se bacias antigas, ou seja, fora dos padrões normatizados. Tais

percentuais servem apenas para uma aproximação preliminar para domicílios onde o consumo é de cerca de 150 L/hab.dia. (GONÇALVES, 2006)

De acordo com Gonçalves (2006), existem três tipos básicos de bacias sanitárias no mercado, a acoplada, a integrada e a convencional. Esta última é o tipo mais freqüentemente no Brasil, fornecida separadamente do aparelho de descarga, que promove sua limpeza. Este pode ser uma caixa de descarga convencional ou uma válvula de descarga.

“Quanto à forma de funcionamento, as bacias sanitárias podem ser de arraste ou por ação sifônica. Em ambos os casos a bacia possui um sifão.”(GONÇALVES, 2006)

As mais utilizadas no Brasil são as bacias que funcionam por gravidade, onde a descarga de água de 1,6 l/s e a ação sifônica proporcionam funcionamento com menor volume de água consumido. (TSUTIYA, 2006)

Algumas indústrias fabricam bacias sanitárias de volume de descarga reduzido com caixa acoplada para 6 litros por descarga, apresentando bom desempenho ainda que com 4,5 a 5 litros, para limpeza total. (TSUTIYA, 2006)

Oliveira *et al.* (2006) afirma que a caixa acoplada à bacia sanitária acumula a água a ser utilizada na descarga e, sendo necessário esperar que esse reservatório seja preenchido para a liberação de uma nova descarga, de 6,8 litros. A caixa pode ser feita do material da bacia (louça) ou de plástico.

Existe ainda a caixa de descarga acoplada com sistemas *dual*, que permite descarga completa ou meia descarga. Trata-se de um mecanismo instalado na caixa acoplada. Apresenta os volumes de descarga de 3 ou 6 litros. (OLIVEIRA *et al.*2006)

Ainda não utilizados no Brasil, existem os vasos sanitários com segregação de urina. Estes consistem bacias contendo dois compartimentos separados, um para urina (águas amarelas) e outro para fezes e papel, denominada água negra. Para tanto, tais vasos contemplam duas saídas e uma válvula de descarga *dual*, denominada anteriormente. Mesmo com uso de água para descarga da urina, seu emprego é capaz de reduzir em até 90% o consumo de água para descargas de dejetos. (GONÇALVES, 2006)

Segundo o autor acima, a urina separada pode ser aplicada na fertilização de solo, pois é dotada de nutrientes e praticamente isenta de patogênicos. A Figura 3, a seguir, apresenta um exemplo dessa tecnologia. Ainda do trabalho de Gonçalves (2006), cita-se a caixa de volume de descarga indefinido, a qual permite que o volume de descarga seja ajustado pelo usuário em diversas possibilidades.



Figura 3 – Bacia com segregação de urina e válvula tipo dual.
Fonte: Gonçalves, 2006.

Sobre as caixas de descarga acopladas, é importante frisar que existem exemplos mais simples, tais qual a caixa de descarga elevada, ou de sobrepor, geralmente de plástico, como mostra a Figura 4, abaixo. Esta é posicionada acima da bacia sanitária, de forma aparente, atualmente comercializada em volumes de 6,8 e 9 litros, empregados integralmente na descarga. (OLIVEIRA *et al.*2006)



Figura 4 – Caixa de descarga elevada.
Fonte: Web site Tigre – fabricante.

b) Mictórios

Segundo estimativas apresentadas no trabalho de Gonçalves (2006), o consumo diário de água para uma bacia antiga doméstica acionada duas vezes por dia, para descarga de urina, seria entre 12 a 16 L. Esses números mostram a importância dos mictórios em banheiros públicos, bem como sugerem sua utilização em banheiros residenciais.

Ainda não disponíveis no comércio do país, há mictórios que não necessitam água para descarga (veja Figura 5 - b, a seguir), sendo conectados à instalação predial de esgoto sanitário para coleta da urina. Sua utilização está em franca expansão na Europa e na América do Norte, onde são cada vez mais utilizados em escolas, bancos, restaurantes, etc. A urina passa através de um selo fluido oleoso por ação da gravidade, e sendo mais pesada do que o óleo, escoo pelo dreno. O óleo geralmente é odorante, quase totalmente biodegradável. (GONÇALVES, 2006)

c) Torneiras, registros e válvulas de utilização

Tsutiya (2006) apresenta diferentes tipos de válvulas economizadoras, geralmente disponibilizadas como torneiras, válvulas para mictórios e para chuveiros, tais como: válvula de fechamento automático hidromecânico, onde o acionamento se faz pressionando botões ou alavancas; válvula de acionamento mecânico com os pés, indicada para duchas ou chuveiros em áreas públicas, proporcionando maior higiene ao usuário e; válvula de acionamento por presença, acionada basicamente através de sensores.

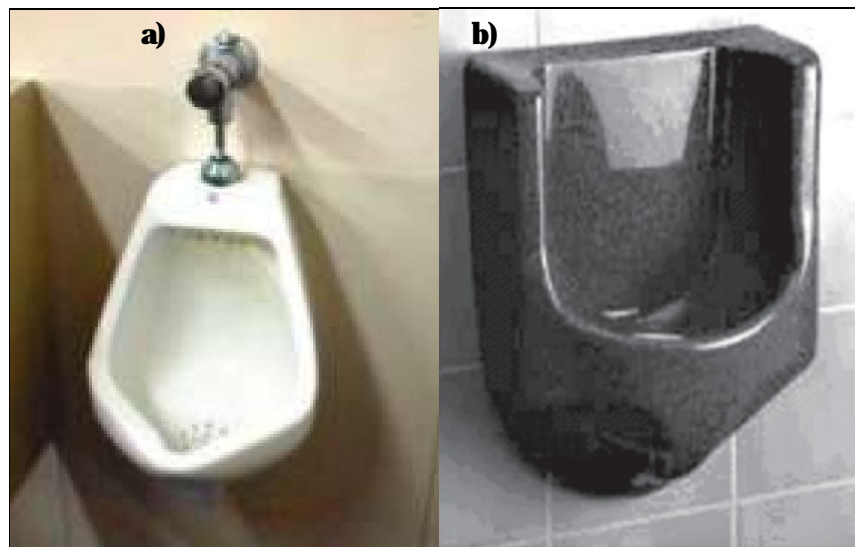


Figura 5 – Mictórios de cerâmica: a) com válvula de descarga de fechamento automático; b) sem utilização de água.

Fonte: a) Web site PURA-USP; b) Gonçalves (2006).

d) Registros reguladores de vazão, restritores de vazão e arejadores

Oliveira *et al.*(2006) apresenta a definição de registros reguladores de vazão como:

“Componente que introduz perda de carga localizada ajustável proporcionando uma vazão mais adequada à utilização dos equipamentos. Indicado para pontos utilização com alimentação através de engate flexível (torneira de lavatório de coluna ou de bancada, bacia sanitária com caixa de descarga acoplada), onde a vazão seja superior a 0,10 L/s.” (OLIVEIRA et al.2006)

Tsutiya (2006) expõe que, com a instalação deste equipamento, é possível uma redução de até 71 % no consumo, desde que seja regulado corretamente. Dado que um banho agradável e sem desperdícios utiliza entre 9 e 10 litros por minuto.

O restritor de vazão tem a função de manter a vazão constante, sendo indicado para equipamentos hidráulicos submetidos a pressões maiores que 100 kPa. Seu uso destina-se a chuveiros e torneiras, inclusive as externas. Estão disponíveis para vazões de 0,13 e 0,23 L/s. (OLIVEIRA *et al.*2006)

Existem diferentes tipos de arejadores, tais como auto-limpantes, de vazão constante e os econômicos, por exemplo. O uso deste último pode economizar até 50% de água quando comparado com um normal, que dispensa 15 litros por minuto. (TSUTIYA, 2006)

O arejador é um componente a ser instalado na extremidade de bicas de torneiras, tendo a função de regular a saída de água através de peças perfuradas ou de telas finas. O dispositivo direciona e reduz a dispersão do jato, incorporando ar à água devido à orifícios laterais. Oferecem perda de carga elevada, reduzindo a vazão. São recomendados para equipamentos hidráulicos sujeitos a pressões superiores a 100 kPa. (OLIVEIRA *et al.*2006)

e) Medição individualizada

Apenar de não consistir em um equipamento efetivamente economizador, a medição individualizada de água é muito importante para a redução do desperdício de água, pois permite que cada grupo independente de usuários que compartilham a mesma ligação predial, conheça o seu consumo e pague proporcionalmente ao mesmo. Na Alemanha, a norma DIN 1988 – Parte II recomenda que em edificações com mais de uma família seja prevista a instalação de hidrômetros individualizados. (TSUTIYA, 2006)

Criticando a medição compartilhada em unidades independentes justapostas, como os apartamentos, o autor acima a define como socialmente injusta, além de não incentivadora a redução do desperdício de água. Pois, mesmo que o usuário seja cuidadoso, através de procedimentos que economizem água, seus gastos com água e esgoto não são reduzidos.

O trabalho de Tsutiya (2006) apresenta diferentes tipos de hidrômetros, classificados de acordo várias características. Para usuários mais privilegiados financeiramente, destacam-se as últimas tecnologias em medição de água, a saber o Sistema de telemedição e gerenciamento de consumo, uma poderosa ferramenta que permite verificar através de gráficos e tabelas o perfil de consumo apresentado pelo consumidor, além de alguns parâmetros de qualidade.

Por fim, apesar da grande variedade de equipamentos economizadores disponível no mercado nacional, nem todos são adequados para residências, sobretudo quando se tratam de

famílias de baixa renda. Nessas edificações, normalmente a pressão de alimentação dos pontos de consumo é baixa, devido à altura relativamente baixa do reservatório, além do número reduzido de pontos de consumo. (OLIVEIRA *et al.*2006)

Além dos fatores citados acima, observa-se que muitos destes equipamentos disponíveis no mercado consistem produtos de alto padrão, com custos elevados, distanciando-se da realidade das classes mais humildes e, por que não, da classe média menos privilegiada financeiramente. Portanto, as tecnologias publicadas em práticas sensibilizadoras, por exemplo, devem ser adequadas à realidade dos usuários, potencializando tais ações.

3.3.2 Aproveitamento de Fontes Alternativas de Água em Usos Domésticos

3.3.2.1 Introdução: conceitos gerais

O presente assunto será iniciado abordando conceitos básicos tais como *usos não potáveis e fontes alternativas*. Após, especial atenção será dada ao *reúso doméstico de águas cinza*, além de serem abordados o *aproveitamento das águas azuis (da chuva)* e das *águas amarelas (com urina)*.

Julga-se importante tratar alguns conceitos básicos, aqui apresentados principalmente por Sautchuk *et al.* (2005).

A ABNT(NBR8160,1993) define esgoto doméstico como sendo a *“água residuária de atividade higiênica e/ou de limpeza.”*

Baseado nas definições da ABNT, Sautchuk *et al.* (2005) apresentam em seu trabalho alguns conceitos básicos intrínsecos ao reúso de águas, a destacar os seguintes:

“Esgoto doméstico: despejo líquido resultante do uso da água para preparação de alimentos, operações de lavagem e para satisfação de necessidades higiênicas e fisiológicas.”

“Água de qualidade inferior: água não caracterizada como esgoto, inadequada para usos mais exigentes.”

“Água recuperada: esgoto ou água de qualidade inferior que após tratamento é adequada para usos benéficos.”

“Água cinza: efluente que não possui contribuição da bacia sanitária, ou seja, o esgoto gerado pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pias de cozinha em residências, escritórios comerciais, escolas etc. Na cultura brasileira é comum a utilização das pias de cozinha como local de despejo de restos de alimentos, provocando no efluente grande concentração de matéria orgânica. Por este motivo, o efluente da pia de cozinha é desconsiderado como água cinza para água de reúso.”

“Uso menos nobre da água: uso não potável da água.”

“Uso benéfico: qualquer uso cuja exigência de uso seja atingida com a recuperação dos esgotos ou águas de qualidade inferior.”

Segundo Terpstra (1999) *apud* Gonçalves (2006), os usos da água dentro de uma residência podem ser separados em quatro categorias: higiene pessoal; descarga de banheiros; consumo e; limpeza.

A partir dessa classificação, Gonçalves (2006) define que a água para consumo humano pode ter dois fins, os *usos potáveis* ou os *usos não potáveis*. Os primeiros consistem na higiene pessoal, ingestão de água pura e preparação de alimentos, devendo atender padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação (Portaria Nº 518 Ministério da Saúde). Já os *usos não potáveis*, correspondem a atividades como lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários.

As “fontes alternativas de abastecimento”, “substituição de fontes” ou “águas não convencionais”, consistem opções ecologicamente corretas, dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável, pois viabilizam suprimento de usos não nobres, seja através do reúso de água cinza ou do aproveitamento da água de chuva (ou águas azuis). (PETERS, 2006)

Peters (2006) acrescenta que, nos últimos anos, tem-se observado certo interesse na busca por fontes alternativas, mesmo em locais providos de redes de distribuição de abastecimento de água.

Ciente de que é possível e necessário que sejam utilizadas outras fontes para usos não potáveis, Sautchuk et al.(2005) menciona que o uso de tecnologias apropriadas para o aproveitamento de fontes alternativas, destinadas à usos menos restritivos, consiste atualmente na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água, conjuntamente com a eficiência nos usos e o controle da demanda.

Estimativas feitas em 1999, pelo *International Environmental Technology Centre (IETC)* das Nações Unidas, indicam que em 2010 as populações de países como a Alemanha e Estados Unidos aceitarão o uso de 45% e 42% de água de chuva e 20% e 21%, respectivamente, de água cinza em substituição à água potável (TOMAZ, 2003 *apud* PETERS, 2006).

Essa postura não seria a toa diante da gravidade do problema da falta de água nesses países, e também em função dos benefícios do aproveitamento das águas cinzas, como é disposto abaixo.

“A segregação de águas residuárias na escala residencial permite soluções diferenciadas para o gerenciamento de água e de resíduos em ambientes urbanos, aumentando a eficiência da reciclagem de água e de nutrientes, permitindo ao mesmo tempo uma redução no consumo de energia em atividades de saneamento. (OTTERPOHL, 2001 *apud* GONÇALVES, 2006)

Sobre a variável custo, sempre será necessária a realização de estudos econômicos adequados para verificar a viabilidade de se efetuarem os investimentos para a separação e tratamento de água cinza em edifícios. Essa avaliação pode levar em conta a utilização de águas pluviais, proporcionando melhores condições para a viabilidade econômica. (SAUTCHUK *et al*, 2005).

Da interpretação dos conceitos acima, enxerga-se que de uma forma mais inteligente é possível aplicar águas residuárias recuperadas em usos domésticos, os quais não necessariamente dependem de água potável para atender satisfatoriamente a atividade fim. Tal prática constitui a exploração de uma *fonte alternativa* de água, ou seja, *substituição da fonte* de água potável, o

abastecimento público, pela fonte de águas cinzas na própria edificação.

Nas maiores cidades do Brasil a água fornecida pelas concessionárias deve ser potável, apta a ser ingerida pelo consumidor sem comprometer sua saúde. Logo, a água que é tratada em várias etapas, até atender os diversos parâmetros para ser potável, destina-se, por exemplo, tanto para beber quanto para descargas em vasos sanitários, ou melhor, para a nossa alimentação bem como para o transporte de nossas excretas. Conclui-se então que as atividades de nosso dia-a-dia não utilizam eficientemente as águas a nós ofertadas, seja qualitativa ou quantitativamente..

3.3.2.2 Reuso doméstico de águas cinzas

a) Aspectos Gerais

Sautchuk et al.(2005) define reúso como o *“uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não.”*

“Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, que suporta o conceito de “substituição de fontes”: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”. (SAUTCHUK *et al*, 2005)

De acordo com Asano e Levine (1998) *apud*. Leite (2003) na obra *Wastewater Reclamation and Reuse*, vivemos atualmente a denominada *“era da recuperação, reciclagem e reúso”*; onde é observada a formação de inúmeros grupos de estudos e trabalhos, em vários lugares do mundo, em resposta à má distribuição de água no planeta e ao aumento nos volumes de esgotos produzidos, especialmente em áreas com elevação da densidade demográfica.

O tratamento de águas cinzas permite que as mesmas sejam destinadas à usos potáveis e não potáveis. Para os potáveis demanda-se atendimento à parâmetros rigorosos e, portanto, tratamento e controle expressivos, o que eleva ou até mesmo inviabiliza tal prática. Já os usos não potáveis, como indicado anteriormente, exigem qualidades menores e tratamentos menos dispendiosos. (PETERS, 2006)

O fluxograma apresentado na Figura 6, a seguir, esquematiza o funcionamento geral de um sistema predial de reúso de águas cinzas.



Figura 6 - Fluxograma de um sistema de reúso de água cinza.

Fonte: Sautchuk *et al*. (2005)

Gonçalves (2007) comenta que a combinação do reúso de águas cinzas com o aproveitamento das águas azuis (da chuva) seria uma forma potencial de buscar equilíbrio no suprimento anual de água. Segundo ele, mesmo que as águas pluviais tenham em geral qualidades superiores às cinzas, a incerteza sobre a ocorrência, intensidade e duração de chuvas demandam armazenamentos sob volumes relativamente grandes. Por outro lado, as águas cinzas apresentam certos parâmetros semelhantes a esgotos sanitários, porém as vazões geradas são praticamente constantes e de magnitudes significativas.

“o reúso de águas cinzas propicia significativos benefícios ambientais, pois colabora com o uso sustentável dos recursos hídricos, minimiza a poluição hídrica nos mananciais, estimula o uso racional e a conservação de água potável e permite maximizar a infra-estrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.” (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

“Ressalta-se que a normalização brasileira ainda não contempla todos os requisitos necessários para a implementação de sistemas alternativos de oferta de água.” (SAUTCHUK *et al.* 2005)

Reconhecidos os benefícios do reúso de águas cinzas, trabalham-se os cuidados sanitários que garantam a saúde dos usuários:

“Cuidados específicos devem ser considerados para que não haja risco de contaminação a pessoas ou produtos ou de dano a equipamentos: O sistema hidráulico deve ser independente e identificado, torneiras de água não potável devem ser de acesso restrito, equipes devem ser capacitadas, devem ser previstos reservatórios específicos, entre outras ações, para garantia de bons resultados”. (SAUTCHUK *et al.* 2005)

Como se sabe, no Brasil ainda não existe uma normalização específica e completa quanto aos requisitos necessários para a implantação de sistemas prediais de reúso de água. Exposto isso, Oliveira *et al.* (2006) cita a norma NBR13.969 como referência a concepção de sistemas reúso para edificações, além de expor algumas observações para a concepção destes sistemas:

“Todo o sistema de reúso, incluindo reservação e distribuição, deve ser claramente identificado, por meio de simbologias de advertência nos pontos de utilização e emprego”.

A partir das questões expostas nos dois últimos parágrafos, convém tratar do assunto talvez o mais importante para o projeto de sistemas de reúso de água para fins tipicamente domésticos: os padrões de qualidade das águas para reúso.

b) Padrões de Qualidade de Água no Reúso Doméstico de Águas Cinzas

Antes, é justo apresentar alguns conceitos para o termo *água potável*, a seguir.

Segundo Sautchuk *et al.* (2005), água potável é aquela que atende ao *padrão de potabilidade*, definido por um conjunto de valores máximos permissíveis para as características de qualidade da água destinada ao consumo humano, conforme determina a portaria Ministério da Saúde MS 518/04.

Já, Marcatto *et al.* (2004) define água potável como aquela que possui qualidades químicas, físicas e biológicas e características de odor e sabor próprias para consumo humano.

Além da Portaria 518/04, que define os padrões de potabilidade, duas resoluções do CONAMA podem servir como referência no quesito qualidade de água demandada/ oferecida no reúso de águas, sendo a primeira estabelece os padrões de qualidade para corpos d'água (Resolução N° 357/05) e a segunda a qual define os padrões de balneabilidade (Resolução N° 274/00). (GONÇALVES, 2007)

De acordo com Gonçalves (2007), além destes instrumentos, há ainda o recurso normativo da NBR 13.969/97, que preconiza sobre unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos oriundos de Tanques sépticos. (GONÇALVES, 2007)

É indispensável que se apresente, pelo menos, o item 5.6 da norma técnica brasileira NBR 13.969 / 97, parte que trata sobre *Reuso Local*:

“O esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, Irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagísticas dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, etc.”

No trabalho de Sautchuk *et al.* (2005), sugere-se utilização de águas de reúso *Classe 1* para descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, roupas e veículos, além de usos para fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.). As restrições para estes usos referem-se à exposição do público, usuários e operários que operam, manuseiam ou tenham algum contato com os sistemas de distribuição de água reciclada. Os padrões de qualidade necessários a esta classe estão discriminados na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1 - Parâmetros característicos para água de reúso classe 1.

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais ¹	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO ² (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis ³	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total ⁴ (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total ⁵ (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

Fonte: Sautchuk *et al.* (2005)

Sautchuk *et al.* (2005) também apresentam os usos preponderantes para *água de reúso classe 3*, que correspondem a irrigação de áreas verdes e rega de jardins. Neste caso, a maior preocupação do emprego da água de reúso fica condicionada às concentrações de contaminantes biológicos e químicos, incidindo sobre o meio ambiente e, particularmente sobre o operário, saúde pública, a vegetação e à estética.

Segundo estes autores, a exploração de mais *classes de reúso* possibilita melhor distribuição das águas de diferentes qualidades aos usos aos quais são apropriada, além reduzir o consumo de água potável.

As características da água a ser reutilizada são definidas através da segregação do efluente a partir dos aparelhos sanitários. A água cinza é passível de conter contaminações, devido a particular dinâmica de reúso de água nos aparelhos sanitários. Ocorre que às vezes usuários higienizam-se no chuveiro após o uso da bacia sanitária, ou lavam um ferimento no banho ou no lavatório. Eventualmente usuários também urinam no banho. (SAUTCHUK *et al.*, 2005)

Contudo, ao menos existem recomendações, tanto de normas quanto de autores de pesquisas na área, embora as primeiras não sejam suficientemente detalhadas para projeto e construção. Dessa forma, dispõe-se de contribuições positivas indicando caminhos a seguir por um profissional no projeto de um sistema de reúso doméstico de águas cinzas.

c) Tratamento de Águas Cinzas para Reúso Doméstico

No que tange ao tratamento das águas, a norma NBR13.969 refere-se ao *reuso local* dispondo que:

“O tipo de reuso pode abranger desde a simples recirculação de água de enxágüe da máquina de lavagem, com ou sem tratamento aos vasos sanitários, até uma remoção em alto nível de poluentes para lavagens de carros.”

Sautchuk *et al.* (2005) expressa que a qualidade da água utilizada e o fim específico de reúso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os investimentos a serem alocados.

Entre os mais diversos fins aos quais os sistemas de reúso podem atender, Oliveira (2006) cita: irrigação de jardins, descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, lavagem de veículos e reservação de lagos. O autor destaca que o sistema de tratamento de efluentes deve ser adaptado à produção de água com a qualidade desejada.

Jefferson *et al.*, (1999) apud Peters (2006) comenta que o tratamento de águas cinzas para reúso doméstico no Reino Unido se faz por uma tecnologia que consiste em nada mais que uma filtração grosseira seguida de desinfecção, chamada “dois estágios”. Aplica-se curto tempo de detenção, o que mantém as características químicas da água cinza. Já a desinfecção geralmente é feita com pastilhas de cloro ou bromo, ou então por dosagem de solução líquida.

Segundo Sautchuk *et al.* (2005), a partir dos padrões de qualidade demandados e ofertados e das alternativas de sistemas de tratamento disponíveis, determinam-se quais as de maior eficiência, tanto no aspecto técnico quanto econômico..

A Tabela 2, na página seguinte, apresenta sucintamente alguns processos de tratamento mais apropriados para sistemas de esgoto recuperado e reúso de água em edifícios. Ressalte-se que a escolha das tecnologias deve envolver profissionais com domínio nesta área de conhecimento.

Tabela 2 - Sistemas de tratamento em função das fontes e usos potenciais

USOS POTENCIAIS	FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA			
	Pluvial	Drenagem	Máquina de lavar roupas	Lavatório + Chuveiro
Lavagem de roupas	A+B + F + G	C ou D +F +	(D ou E)+B+F + G	(D ou E)+B+F + G
Descargas em bacias sanitárias		C + F +G		
Limpeza de pisos		C ou D +F + G		
Irrigação, rega de jardins				
Lavagem de veículos				
Uso ornamental				

Legenda:
A = sistema físico: gradeamento.
B= sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia.
C= sistema físico: filtração através de um filtro de camada dupla (areia + antracito).
D= sistema físico-químico: coagulação, floculação, decantação ou flotação.
E = sistema aeróbio de tratamento biológico lodos ativados.
F = desinfecção.
G = Correção de pH

Fonte: Sautchuk *et al.* (2005)

De acordo com Oliveira (2006), atualmente no mercado existem inúmeros sistemas industrializados de tratamento de esgoto doméstico, com aspectos adequados a utilização como sistemas de reúso de águas cinzas em residenciais e pequenos conjuntos habitacionais. O tipo de efluente a ser tratado e sua vazão diária de contribuição devem precedir à escolha do equipamento ideal.

O autor acima citado se refere às estações compactas, geralmente sistemas modulares fabricados industrialmente, sob diferentes portes e eficiências, sendo que o reúso de água tratada é utilizado para fins como irrigação de jardins, limpeza de calçadas, automóveis e descarga de bacias sanitárias e mictórios.

Em pesquisa desenvolvida pela Universidade Federal de Santa Catarina, são estudados tratamentos para as diferentes águas em uma pequena residência, com ocupação média de três pessoas e contendo um banheiro, uma cozinha e um tanque de lavar roupas. A água cinza gerada no lavatório, no chuveiro e no tanque de lavar roupas passa por um tratamento composto pelas seguintes unidades seqüenciais: uma caixa receptora; um filtro de brita aeróbio intermitente; uma caixa de passagem para desinfecção com cloro; um reservatório de água cinza e; mistura com águas azuis. Após, a água é bombeada para o reservatório superior e utilizada na descarga da bacia sanitária. (GONÇALVES, 2006)

Little (2004) apud Oliveira (2006) apresenta um sistema simples para tratamento dessas águas, o filtro de múltiplas camadas. De acordo com o autor, esse filtro pode ser facilmente confeccionado em barris plásticos e agregados específicos demandados para a taxa de filtração requerida no tratamento. As múltiplas camadas desse filtro promovem o tratamento biológico e mecânico reduzindo a DBO_{5,20}, removendo com eficiência os sólidos sedimentáveis, as concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrato, fosfato, bem como os coliformes fecais. Recomenda-se a desinfecção do efluente após ao tratamento pelo leito filtrante.

De acordo com Santos (2002) apud Peters (2006):

“A configuração básica de um sistema de água cinza consta basicamente do subsistema de coleta de água servida, do subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e

coletores), da unidade de tratamento (gradeamento, decantação, filtro e desinfecção) do reservatório de acumulação, e, se necessário, de um sistema de recalque, reservatório superior e distribuição.”

Da necessidade de cuidados sanitários e operacionais, já referidos antes, Saltchuk *et al.*(2005) sugerem a *“associação de um sistema de gestão com monitoramento contínuo, a fim de resguardar a saúde pública e garantir a eficiência dos sistemas envolvidos.”*

Contudo, percebe-se que o passo inicial para aproveitar fontes alternativas consiste na segregação, onde se separam os efluentes nos pontos de geração dos mesmos, normalmente na saída dos aparelhos sanitários. A partir destes devem existir tubulações/ componentes de coletas diferenciados, isolando as águas residuárias passíveis de reaproveitamento.

Observou-se também, que para um sistema relativamente compacto de tratamento de águas cinzas para reúso não nobre, pode ser empregada a filtração descendente em leito de areia e brita, seguida de desinfecção com pastilhas de cloro. Antes do filtro, o pré-tratamento se faz por grades e/ ou peneiras e compartimento para sedimentação de partículas mais pesadas.

Por fim, julga-se que os parâmetros das águas são dinâmicos, e por isso deve haver monitoramento, mesmo que o sistema de tratamento de água tenha sido rigorosamente projetado.

3.4 Educação Ambiental para o Racionamento e Conservação da Água em Usos Domésticos

Convém lembrar que a presente proposta trata-se de um material didático-pedagógico, para uso em atividades educativas sobre o tema conservação da água nos usos domésticos. Por esse motivo, é de bom senso apresentar a *educação ambiental* e, por sua vez, levantar questões dos sobre e *ducação* em geral.

Os conceitos e abordagens colocados pretendem discorrer rapidamente sobre as principais questões que envolvem os materiais e métodos utilizados em práticas educativas. O objetivo é demonstrar que, de fato, as atividades com maior participação prática do educando podem proporcionar melhores resultados.

3.4.1 Fundamentos da Educação Ambiental

A seguir, serão apresentados alguns marcos políticos e após, pontos chave do Programa Nacional de Educação Ambiental, onde é reforçada a idéia da integração entre tecnologia e educação ambiental para a sustentabilidade.

Durante a Rio Eco - 92, com a participação do MEC, foi produzida a Carta Brasileira para a Educação Ambiental, onde a educação ambiental é reconhecida como um dos instrumentos mais importantes para viabilizar a sustentabilidade como estratégia de sobrevivência do planeta e, conseqüentemente, de melhoria da qualidade de vida humana.

Em 1994 foi criado o Programa Nacional de Educação Ambiental - PRONEA, compartilhado pelo então Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e pelo Ministério da Educação e do Desporto, com as parcerias do Ministério da Cultura e do Ministério da Ciência e Tecnologia

Em 1996, incluiu-se no Plano Plurianual (PPA) do Governo Federal (1996-1999), “a promoção da educação ambiental, através da divulgação e uso de conhecimentos sobre tecnologias de gestão sustentáveis de recursos naturais”, embora não se tenha determinado seu correspondente vínculo institucional.

Em 1999, foi sancionada a Lei 9.795, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, onde define-se:

“Art. 1 ° Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.”

Da diretriz Democracia e participação social do ProNEA, Lei N°9.795, destaca-se a seguinte afirmação:

“...Assim, a prática da educação ambiental deve ir além da disponibilização de informações, contribuindo para a socialização de conhecimentos, inclusive por intermédio do uso de tecnologias voltadas, por exemplo, para reciclagem e desenvolvimento de produtos biodegradáveis, desenvolvidas em universidades, organizações não governamentais e empresas privadas.”

Dos Princípios dos Planos Municipais de Saneamento destacam-se neste trabalho:

“Promoção da educação sanitária e ambiental que vise a construção da consciência individual e coletiva e de uma relação mais harmônica entre o homem e o meio ambiente.”

“Informação tecnológica”. (BERNARDES *et al.*, 2006)

3.4.2 Fundamentos da Educação

Apresentando a educação em essência, as observações a seguir visam fundamentar a proposta de elaborar um material de apoio que permita ações de educação ambiental mais práticas e, por isso mais efetivas. Trata-se de um caminho para um maior compromisso com os fundamentos, diretrizes e objetivos da Lei 9.795.

De acordo com Ferreira (1993), educação é o “Processo de desenvolvimento da capacidade física, intelectual e moral o ser humano”

Antes de discutir a questão da educação formal escolar no Brasil, Duarte Jr (1994) define que “..educar significa, basicamente, permitir ao indivíduo a eleição de um sentido que norteie sua existência.”

Na descrição de princípios para a educação ambiental, Dias (1997) afirma que a aprendizagem é mais significativa se a atividade estiver adaptada concretamente às situações de vida real da cidade, ou do meio, do aluno e do professor.

Em outras palavras, Duarte Jr. (1994) manifesta que o grande problema da educação que não refere os conceitos transmitidos ao mundo em volta dos educandos, é que produz tão somente indivíduos que decoram conceitos e abstrações para utilizá-los em nada mais que avaliações.

Edgar Dale, autor do *cone de experiências*, enfatiza que “o ensino puramente teórico deve ser evitado” (Dias, 1997)

Dias (1997) afirma que *“O imediatamente vivencial permite uma aprendizagem mais efetiva”*.

Para fundamentar a importância da experiência prática, convém citar Zola (1986):

“É através dos sentidos – da capacidade de ver, sentir, ouvir, cheirar – que o homem realiza sua interação com o meio. Sendo assim, o processo educativo deve dar uma ênfase primordial ao desenvolvimento da sensibilidade perceptual.”

Quando o ser humano vive experiências diretas, a aprendizagem é mais efetiva, pois aprendemos através de nossos sentidos e que retemos apenas 10% do que lemos, 20% do que ouvimos, 30% do que vemos, 50% do que vemos e executamos, 70% d que ouvimos e logo discutimos e 90% do que ouvimos e logo realizamos. (Piletti, 1991 *a pud.* Dias, 1997)

A partir destas colocações torna-se evidente a importância do caráter prático incorporado à determinada atividade de educação ambiental.

Então, faz-se interessante conhecer alguns projetos de educação ambiental voltados para o tema racionamento e/ ou conservação da água em usos tipicamente domésticos, onde é claro, se dá um enfoque aos materiais utilizados em atividades educativas.

3.4.3 Experiências em Educação para o Racionamento/ Conservação da Água

Para introduzir essas experiências basta citar Gonçalves (2006):

“É evidente que as novas tecnologias de aproveitamento de fontes alternativas de água, os modernos dispositivos economizadores, as técnicas de projeto de sistemas hidro-sanitários alternativos, por exemplo, assumem papel importante na busca por um ciclo urbano da água sustentável. Entretanto, o comportamento humano emerge como crucial na luta contra a escassez e a iniquidade da distribuição, motivo pelo qual foi alvo de abordagem especial ao longo de toda a obra.”(GONÇALVES, 2006)

3.4.3.1 Campanhas de Sensibilização e Treinamento em Programas de Uso Racional/ Conservação da Água

Merecem destaque as recomendações para campanhas de sensibilização e treinamento em Programas de Conservação da Água – PCA, do trabalho de Sautchuk *et al.* (2005). De acordo com estes autores tais campanhas são divididas em Campanhas de Sensibilização e Campanhas Educativas, sendo que a primeira é destinada à usuários em geral e a segunda para funcionários. Os autores afirmam que tais campanhas potencializam outras ações que venham a ser adotadas dentro de um PCA.

O PURA- USP, programa de uso racional de água já mencionado neste trabalho, prevê “treinamentos” dos usuários, os quais seriam divididos em usuários primários e secundários. Os primários consistem funcionários da manutenção, já os secundários são docentes, alunos, funcionários e visitantes. (USP, 2007)

Os materiais utilizados em tais práticas são: *folders*, adesivos e cartazes, reportagens, palestras, manuais, informações na *Internet*, por *e-mail* e telefone. Nas práticas educativas também são feitos treinamentos e pesquisas de opinião periódicas. Estas últimas visam avaliar o programa, complementar o diagnóstico da situação e acompanhar a evolução do comportamento dos usuários. (USP, 2007)

Em Florianópolis, observa-se que a concessionária de água atuante também investe na sensibilização dos usuários, utilizando de estratégias e materiais bem semelhantes aos recém citados. Além da distribuição de materiais impressos e exposições audiovisuais e orais, neste município também são feitas visitas à unidades do sistema de abastecimento de água, bem como dos sistemas de tratamento de esgotos.

Lembra-se que as unidades de sistemas de tratamento de águas e esgotos utilizados pela concessionária muitas vezes não dispõem de recursos construtivos (de construção civil) e estéticos que facilitem ou potencializem as práticas educativas nestes locais.

Observa-se o uso de materiais impressos em larga escala, o que é interpretado como negativo sob o ponto de vista educativo e ecológico. Por outro lado, percebe-se o fomento a educação tecnológica, sobretudo voltada para a preservação dos recursos hídricos, em especial para a redução no consumo de água.

Para concluir de forma mais abrangente a questão educacional dos programas de uso racional e de conservação da água, convém citar Sánchez (2004), que comenta sobre os programas de uso eficiente da água, de propósitos de semelhantes àqueles de uso racional.

“Quando são implementados programas de uso eficiente de água, não são considerados os padrões culturais relacionados com as práticas tradicionais de uso e são consideradas ações pontuais e não processos contínuos no tempo. A falta de informação é um problema comum e normalmente é um ponto de partida quando se implementam ações de uso eficiente de água.”
(SÁNCHEZ, 2004)

3.4.3.2 A “Casa Eficiente”

Uma referência mais prática sobre o assunto é a Casa Eficiente, projeto da Eletrosul e parceiros, realizado em Florianópolis - SC. Trata-se de uma casa em escala real que comporta diversas tecnologias voltadas para a sustentabilidade. Ela será aberta à visitação, onde também será trabalhada a educação ambiental aliada ao conhecimento de tecnologias para conservação da água. Leia abaixo.

“O sistema hidráulico da casa foi desenvolvido com o aproveitamento de água pluvial e utilização de efluentes...”

“...Na Casa Eficiente também priorizou-se a utilização de dispositivos economizadores de águas...”

“A existência de tubulações acessíveis ao usuário funciona como instrumento educativo, onde o público terá oportunidade de compreender melhor o funcionamento dos sistemas empregados.” (ELETROSUL, 2007)

Além de empregar fontes alternativas e equipamentos economizadores de água, a exposição de instalações hidráulicas é a essência que interessa ao presente trabalho. Da mesma

forma que se pretende propor neste trabalho, a Casa Eficiente enfatiza a exposição das instalações para que o público entenda melhor e interaja mais com as tecnologias apresentadas e as instalações hidráulicas integrantes.

Porém, os padrões de materiais construtivos a serem empregados (vidros, metais, alvenaria, etc), além dos móveis, equipamentos sanitários, entre outros, limitam-se à realidade de crianças, jovens e adultos com certo privilégio financeiro. Do ponto de vista educacional isto não é bom, pois não torna a ação tão abrangente e efetiva quanto poderia ser.

A sugestão, portanto, é que sejam feitas “casas eficientes” em diferentes padrões construtivos, e também seguindo a realidade da variedade cultural e étnica dos povos da região. Outro aspecto, é que poderiam ser utilizados materiais mais ecológicos, especialmente para “casas eficientes” em moradias de interesse popular, comunidades rurais e tribos indígenas, por exemplo.

3.4.3.3 Simulador virtual de consumo doméstico de água

A Empresa Portuguesa das Águas Livres – EPAL, apresentou em Lisboa um simulador de consumo residencial de água:

“O simulador permite que o consumidor construa uma casa a três dimensões à imagem da sua própria residência, sendo depois levado a percorrer as várias divisões para assim tomar consciência dos consumos diários de água.”

“O operador do simulador poderá ter consciência do uso que faz da água, se é equilibrado ou desequilibrado, se está dentro dos parâmetros normais ou se os ultrapassa”.

(LUSA, 2007)

A idéia de induzir o público a tomar, passo a passo a consciência de seus atos, parece interessante para ser aplicada em práticas de sensibilização. Porém, acredita-se que o recurso virtual não supere o efetivamente experimental quando o quesito é eficiência na educação.

4 METODOLOGIA

Para lembrar, o presente trabalho visa elaborar e propor o projeto de uma unidade educativa móvel definida basicamente por um sistema hidráulico, o qual atende instalações e aparelhos sanitários pelos quais são feitos usos tipicamente domésticos de água.

As tecnologias de conservação de água contempladas nessas instalações são: equipamentos economizadores; segregação e reuso de águas cinzas e amarelas e; aproveitamento da água da chuva.

As instalações hidráulicas previstas terão componentes em escala real e uma estrutura de sustentação das mesmas, a qual irá determinar a forma geral da unidade, caracterizada por uma junção de ambientes sanitários.

Poucas informações foram encontradas sobre estruturas móveis educativas, muito menos sobre projetos de estruturas semelhantes à idealizada para este trabalho. Portanto, de acordo com o exposto na fundamentação teórica, o projeto da unidade idealizada envolve conceitos e metodologias de áreas distintas, com predominância de elementos para o projeto de sistemas hidráulicos.

4.1 Local e Materiais Empregados

O local, os materiais e a organização adotados possuem semelhança àqueles do projeto de edificações. Porém, considera-se aqui apenas os ambientes sanitários e partes da construção onde seja aproveitável a aplicação das tecnologias enunciadas acima, tais como jardins e telhados.

4.1.1 Local do Desenvolvimento do Projeto

A primeira parte deste projeto foi desenvolvida na residência do autor, Distrito Lagoa da Conceição, e também na sala de trabalhos do projeto de educação ambiental Sala Verde UFSC, no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina, ambos localizados em Florianópolis – SC. Já a segunda parte se fez apenas na residência do autor. Algumas saídas à campo foram feitas buscando conhecer os materiais, formas, medidas e custos de produtos potencialmente empregados na estrutura projetada.

4.1.2 Materiais Empregados

Em suma, a estrutura idealizada é semelhante a um estande de feira científica, composto principalmente por um sistema hidráulico com reservação, distribuição, uso, segregação, esgotamento e reuso de águas. Portanto, coube considerar os materiais mais apropriados e cujas informações estivessem disponíveis ao autor para o projeto deste sistema, além da estrutura que o sustenta. Tais materiais são apresentados a seguir.

4.1.2.1 Material bibliográfico

As principais metodologias e conceitos efetivamente utilizados, especialmente as recomendações e normas técnicas para o projeto do sistema hidráulico da unidade, partiram das versões impressas ou eletrônicas dos documentos relacionados a seguir.

a) ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- Instalação Predial de Água Fria - NBR5626;
- Instalações Prediais de Águas Pluviais - NBR10844;
- Aproveitamento de Água de Chuva para Fins Não Potáveis em Áreas Urbanas – Diretrizes Projeto 00:001.77-001 CEET – Comissão de Estudo Especial Temporária de Aproveitamento de Água de chuva;
- Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução – NBR8160.

b) Fabricantes de componentes de sistemas hidráulicos prediais:

- Informações gerais e especificações de fabricantes de: louças e metais sanitários; tubos, conexões e outros componentes de sistemas de distribuição de água e coleta de esgoto; bombas centrífugas e; reservatórios de água.

c) Fabricantes de materiais para construções modulares estruturadas em aço:

- Informações gerais e especificações de produtos de empresas fabricantes e/ ou fornecedoras de: perfis de aço; chapas de madeiras compensadas; placas de poliestireno expandido e; pisos sintéticos.

d) Publicações – Livros:

- Abastecimento de Água (Tsutiya,2006);
- Hidráulica Básica (Porto,1998);
- Guia Prático para Desenhos 2D em AutoCAD 2000 (Souza et al., 2000).

e) Publicações - Teses, artigos e matérias em geral

Pesquisas sobre tecnologias para a conservação da água em usos domésticos:

- Tecnologias de Segregação e Tratamento de Esgotos Domésticos na Origem – Edital 04 Rede Cooperativa de Pesquisas. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico;
- Programa de Conservação e Reúso de Água para Novas Edificações. ANA – Agência Nacional de Águas e parceiros;
- Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável: Estado da Arte. Capítulo 4 – Água. Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;

Pesquisas sobre sistemas e materiais construtivos:

- Materiais, técnicas, processos e sistemas construtivos destinados a moradias de interesse social, Banco de dados Habitar - Departamento de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais;

- Relatórios de pesquisa do Laboratório de Sistemas Construtivos – LABSISCO da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

f) Normas para exposição de estandes em eventos:

- Regulamentos para contratação de eventos em centros de convenções em Florianópolis – SC;

4.1.2.2 Materiais de informática

a) Hardware

- 1 Micro-computador completo;
- 1 Impressora;
- 1 *modem*.

b) Software

- 1 Ambiente virtual de trabalho;
- 1 Programa para desenho técnico digital;
- 1 Programa para desenho em três dimensões;
- 1 Programa de construção de planilhas eletrônicas automáticas;
- 1 Programa de leitura, produção e edição de textos;
- 1 Programa de acesso à *internet*;
- 1 Programa de navegação na *internet*.

Além dos materiais recém citados inclui-se, claro, aqueles típicos de escritório, tais como calculadora científica, caderno e folhas para anotações e esboços, pastas e outros.

4.2 Organização do Trabalho

Às etapas básicas usualmente consideradas no projeto de uma edificação podem ser resumidas em: concepção, desenvolvimento e detalhamento. Geralmente os projetos arquitetônicos, estruturais e das instalações prediais são trabalhados um após o outro, por profissionais distintos e sem muita integração. O presente trabalho dá um enfoque predominante sobre o projeto das instalações hidráulicas, relacionando-as simultaneamente com os aspectos arquitetônicos e estruturais da unidade proposta. As grandes etapas do projeto desta unidade são:

a) Concepção do Projeto da Unidade Educativa: Dividida em *estudos arquitetônicos preliminares* e *estudos hidráulicos preliminares*;

b) Dimensionamento do Sistema Hidráulico: Dividida em *dimensionamento das instalações de distribuição* das águas, *dimensionamento das instalações de coleta* das águas, *dimensionamento das instalações de tratamento* das águas e *dimensionamento das instalações de recalque* das águas;

c) Representação Gráfica do Projeto da Unidade Educativa: *Produção do desenho técnico* e *produção da maquete eletrônica* da unidade educativa.

A organização das principais etapas de concepção e de desenvolvimento do projeto hidráulico se fez com base na metodologia do “*Programa de conservação de água em edificações novas*”, sugerida no trabalho de Sautchuk *et al.* (2005). Já nas etapas específicas de dimensionamento das instalações hidráulicas, foram utilizadas metodologias recomendadas pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Determinou-se inicialmente que o material construtivo de função estrutural seria em tubos retangulares de aço, e teria suas formas e dimensões escolhidas sem necessitar de dimensionamento. O projeto elétrico também não foi desenvolvido. Foram previstas as possíveis mudanças estruturais e as indispensáveis instalações elétricas, viabilizando-as futuramente sem modificar o produto deste trabalho.

4.2.1 Concepção do Projeto da Unidade Educativa

Idealizada a construção a projetar, foram obtidas informações básicas sobre elementos de arquitetura, estruturais e, especialmente, de instalações hidráulicas prediais, que seriam aplicáveis à unidade proposta. A partir disso, foram feitos *estudos preliminares* visando esboçar a arquitetura e os sistemas hidráulicos da construção, sempre que possível integrados entre si e aos elementos estruturais. Pode-se dizer que projeto desenvolvido neste trabalho teve um enfoque inverso, pois considerou o sistema hidráulico como principal componente, ou “atração” da construção, fazendo com que o projeto arquitetônico tenha caráter complementar, mas mesmo assim importante.

4.2.1.1 Estudos Arquitetônicos Preliminares

a) Definição Inicial

A unidade educativa móvel idealizada é uma estrutura que contém instalações hidráulicas prediais de água e esgoto, especialmente aparelhos sanitários onde são feitos usos domésticos de água. Além desses aparelhos, sistemas de distribuição, de coleta e de tratamento de águas também iram integrar a unidade. A mesma é composta basicamente pelo sistema hidráulico e a estrutura que o sustenta, para ser utilizada em práticas educativas sobre *conservação de água em usos domésticos*. Tais práticas seriam aplicadas em diferentes públicos, do ensino fundamental ao superior, para a comunidade em geral ou organizações, de qualquer setor e realizadas em diferentes locais.

b) Premissas Básicas

Para permitir que esta unidade cumprisse sua função depois de construída, foram estabelecidas premissas básicas para que a arquitetura da mesma fosse resolvida estrategicamente. Tais premissas foram divididas nos itens a seguir.

1) Tecnologias de conservação de água

A unidade educativa projetada deveria apresentar sistemas hidráulicos com as seguintes tecnologias: equipamentos para *redução de consumo; reúso de águas cinzas e; aproveitamento da água da chuva*. Estas deveriam encontrar-se aplicadas a usos domésticos de água, ou seja,

associadas a aparelhos sanitários comuns aos usos domésticos, a exemplo a tecnologias reúso de água cinza do lavatório para descarga em vaso sanitário.

II) Mobilidade da estrutura

A unidade deveria ser móvel, transportável em um caminhão pequeno, ou se possível em uma caminhoneta. Para tanto, a estrutura teria que apresentar características que permitissem que a mesma fosse movimentada manualmente entre o local de apresentação e o veículo de transporte, e vice-versa, buscando minimizar o esforço físico e risco de acidentes, envolvendo pessoas e/ou bens materiais.

Sendo assim, a estrutura deveria ser formada por materiais os mais leves possíveis, que suportassem os esforços previstos, comportassem firmemente o sistema hidráulico e seus componentes e, por fim, possuísem formas e dimensões as mais compactas possíveis.

Para tanto, foi decidido previamente que a estrutura seria desmontável em módulos, sob proporções e formas que atendessem as necessidades de montagem, desmontagem e transporte, além de apresentar estabilidade estática individualmente e em conjunto, tudo para não comprometer os seus componentes hidráulicos. A estrutura como um todo deveria apresentar certa simetria e a base desses módulos ser provida de pequenas rodas, ou “rodízios”.

III) Aspectos do sistema hidráulico

O sistema hidráulico citado foi previsto considerando seu pleno funcionamento. Ou seja, as tubulações foram dimensionadas prevendo fluxo efetivo de água no sistema, com aspectos de operação próximos à realidade em uma edificação. Por isso, os materiais construtivos da estrutura complementar a este sistema deveriam ser resistentes à água, que eventualmente vazaria de componentes tais como as tubulações.

As formas, dimensões e materiais utilizados, bem como a disposição dos aparelhos sanitários foram os mais semelhantes possíveis com os ambientes sanitários reais de uma edificação. Além dos aparelhos sanitários, todos os demais componentes estariam expostos quando possível, especialmente as tubulações. Definiu-se que cada aparelho ocuparia uma base quadrada com lados de 1m no máximo. Já as alturas mínima e máxima da unidade, seriam de 2 e 2,5 metros, respectivamente, sem contar a altura dos reservatórios e respectivos suportes previstos.

Os espaços para os sistemas de tratamento, recalque e armazenamento de águas necessários foram previstos e, portanto, reservados. Tais componentes seriam devidamente identificados junto à estrutura, utilizando inclusive a diferenciação por cores. A acessibilidade para idosos, crianças e pessoas com necessidades físicas especiais teria de ser viabilizada sem oferecer maiores riscos às mesmas.

c) Principais Passos

Das premissas básicas foram estabelecidos os principais passos a tomar para conceber os aspectos arquitetônicos da unidade.

I) Definição dos aparelhos sanitários

É partindo dos aparelhos sanitários que é elaborada a forma básica da unidade. Tais aparelhos foram escolhidos com base naqueles típicos de usos domésticos de água, a exemplo o lavatório e o vaso sanitário, indispensavelmente presente em residências, instituições de ensino ou qualquer outra organização. Porém, os aparelhos sanitários, assim como os demais equipamentos de utilização, teriam de consistir em *equipamentos economizadores* de água, sempre que possível. Um exemplo é o vaso sanitário com caixa de descarga acoplada.

Existe uma grande variedade destes produtos, porém muitos são economicamente inviáveis para a maioria dos consumidores, especialmente pessoas físicas. Por isso, buscou-se empregar equipamentos com padrões afins a realidade da maior parte do público previsto. Foi considerada a possibilidade de trocar equipamentos para adequar a unidade à identidade do público, mesmo ciente da relação entre as pressões necessárias e as oferecidas nos pontos de utilização.

II) Forma em planta e locação dos aparelhos sanitários

Constatando que as formas quadradas e retangulares prevalecem em plantas de ambientes sanitários, como banheiros e áreas de serviço, definiu-se que cada aparelho ocuparia uma base quadrada com lados iguais, valendo o mesmo para os espaços destinados a componentes tais como os prováveis sistemas de tratamento e de recalque.

A forma que tais bases quadradas e seus respectivos aparelhos foram agrupados, formando uma única forma em planta dependeu. Esta etapa, dependeu do número de aparelhos sanitários escolhidos e de suas logísticas de funcionamento, sobretudo os traçados das tubulações de abastecimento e esgotamento das águas. As premissas citadas também foram consideradas.

A unidade projetada tem como uma premissa de cunho educativo, a busca por retratar a realidade da maior parte do público. Sendo assim, as formas retas da base teriam o objetivo de remeter os educandos aos ambientes sanitários com os quais eles tem contato diariamente. Além disso, existe o aspecto construtivo, onde as formas curvas normalmente consistem maiores custos com materiais e mão de obra.

III) Configuração da estrutura por completo

A busca por elementos adequados ao projeto desta unidade resultou no conhecimento sobre alguns materiais e métodos de *sistemas construtivos*, tais como os *industrializados*, ou os *racionalizados*, atualmente utilizados na fabricação de moradias modulares e *stands* comerciais. Alguns dos principais materiais construtivos empregados nestas construções são perfis metálicos, paredes e divisórias pré-moldadas, chapas plásticas, entre outros. Além dos materiais construtivos, buscou-se saber da forma com que as instalações hidráulicas eram concebidas sobre construções deste tipo. A NBR 5626 contribuiu nesse sentido exemplificando formas possíveis de comportar tubulações na construção, embora sem relacionar aos materiais construtivos.

Com isso, a meta estabelecida foi projetar uma reprodução de contra-piso, piso e revestimento nas bases da unidade, além de prever divisórias semelhantes à uma parede revestida de azulejos. Ou seja, projetou-se a base e a divisória buscando assemelhá-las aos pisos e paredes encontrados em ambientes sanitários. A função das bases, pisos e seus materiais seria de

sustentar as tubulações e demais equipamentos do sistema hidráulico, além de tornar a estética do ambiente mais próxima da realidade.

Após, concebeu-se a estrutura metálica que sustentaria essas bases e divisórias. Para tanto foram empregados materiais utilizados em construções tais como as citadas acima, sempre buscando atender as premissas estipuladas.

4.2.1.2 Estudos Hidráulicos Preliminares

Estes estudos tem por objetivo adquirir informações primordiais sobre a realidade do uso de água prevista para a construção projetada, de modo a obter subsídios indispensáveis ao correto projeto hidráulico.

Para que houvesse certa segurança no projeto, especialmente da parte hidráulica e sanitária, tomou-se como parâmetro uma situação real em que a unidade seria exposta em uma feira científica durante um dia inteiro, sendo visitada por públicos diversos, inclusive turmas de escolas básicas da rede pública. Foi considerado que o acionamento e manuseio em geral dos componentes hidráulicos seriam controlados, principalmente para reduzir riscos de acidentes envolvendo o público e/ ou monitores, ou que danificassem a unidade educativa e/ ou o local que recebesse a mesma.

Partindo do “*Programa de conservação de água em edificações novas*” (Sautchuk *et al.*, 2005) estes estudos foram divididos nas seguintes grandes etapas: *Dados de entrada, Análise de*

4.2.2 Demanda de Água e Análise de Oferta de Água

a) Dados de entrada

I) Determinação da tipologia

A tipologia permite conhecer a provável distribuição do consumo quando a edificação estiver em operação. Diferenças no consumo de água em edificações de tipologias iguais ocorrem devido às particularidades dos seus respectivos sistemas e usuários de água. (Sautchuk *et al.*, 2005).

De fato o objeto deste projeto não se trata de uma edificação e, por isso, o enquadramento como uma tipologia convencional foi dificultado. Por isso, a distribuição do consumo foi definida a partir dos usos de água a serem realizados, que seguem uma logística pré-estabelecida para as atividades, a qual será apresentada na *análise de demanda*.

II) Identificação dos sistemas hidráulicos envolvidos

A identificação dos sistemas hidráulicos envolvidos se fez a partir das tecnologias de conservação de água empregadas na unidade, que seriam associadas aos aparelhos sanitários escolhidos. Tal prática teve a função de considerar de forma integrada todos os sistemas hidráulicos, geralmente interligados uns aos outros. Desconsiderar a influência de um desses sobre o conjunto, certamente refletiria em mau desempenho do sistema hidráulico e, por isso, da unidade como um todo.

III) Provável comportamento dos usuários de água

Considera-se que os usuários de água serão os monitores responsáveis pelas atividades educativas e o público presente, ou seja, os educadores e os educandos.

Porém, os usos deverão ser feitos com finalidade de demonstração, sem efetivamente usar os aparelhos sanitários, exceto onde houver torneira. Nesse caso, foi considerado que os monitores e membros do público não só acionem, mas eventualmente lavem as mãos efetivamente nas torneiras. Isto consiste em uma das principais funções da unidade, pois permite a experiência prática, tornando a atividade mais interessante e efetiva.

Em relação à quantidade de água, é previsto que os aparelhos sejam acionados simultaneamente, obrigatoriamente pelo monitor, que deve seguir uma sistemática de repetição.

Considerou-se a existência de controle sobre os usos por parte dos monitores, visando reduzir riscos de contaminação e de problemas hidráulicos como vazamentos ou transbordamentos.

IV) Diretrizes de funcionamento do sistema hidráulico

Derivaram de ações capazes de interferir no dimensionamento desta unidade, especialmente que atuassem sobre as vazões e qualidades de água a demandar e ofertar. Estas refletem, por exemplo, na determinação dos diâmetros das tubulações, tamanhos de compartimentos como ralo sifonado e reservatórios e também na determinação dos sistemas de tratamento necessários. Tais informações são conteúdo dos itens referentes à *análise da qualidade e quantidade de demanda e oferta*.

Foi assumido que a alimentação inicial dos reservatórios do sistema se daria a partir de uma torneira próxima, à qual fosse adaptável uma mangueira. Completos os reservatórios, o abastecimento externo seria interrompido e, a partir disso, a unidade poderia funcionar. O reservatório de água potável abasteceria a rede de distribuição para usos potáveis, em um lavatório, por exemplo. As águas servidas seriam conduzidas por tubulações e dispositivos de esgoto até um sistema de tratamento, a partir do qual o recalque encaminharia a água tratada para o reservatório de água cinza. Este último iria suprir usos menos nobres, tais como descargas em vaso sanitário.

Para funcionamento do recalque seria preciso uma fonte de energia elétrica. Lembra-se que o projeto elétrico da unidade não compete ao presente trabalho.

As vazões, pressões e qualidades das águas nos pontos de consumo deveriam ser no mínimo visualmente satisfatórias, evitando desaprovação das tecnologias demonstradas. O mesmo valeu para as demais instalações, como a de coleta segregada de “esgoto”, onde seriam evitadas ocasiões de refluxos e transbordamentos. Ou seja, todos os componentes citados foram dimensionados de modo a dar conta do consumo e geração das vazões previstas, seguindo principalmente as normas da A.B.N.T.

Tais diretrizes irão incidir nos resultados obtidos para a *análise de demanda* e de *oferta de água*. A metodologia para essas análises é apresentada a seguir, complementando as diretrizes recém expostas.

b) Análise Qualitativa e Quantitativa da Demanda de Água

Lembra-se que ainda se trata de uma adaptação da metodologia *conservação de água em edificações novas*, apresentada por Sautchuk *et al.* (2005)

Nesta etapa basicamente foram levantadas as vazões, pressões e qualidades de água demandadas para os usos nos aparelhos sanitários da unidade, além do levantamento de equipamentos hidráulicos necessários frente a tais demandas.

Buscou-se obter informações tais como a finalidade efetiva dos usos da água em cada aparelho e o tempo de utilização dos mesmos. Para tal, foram realizadas as análises quantitativas e qualitativas, descritas a seguir.

I) Análise quantitativa de demanda

A análise documental para determinar a quantidade de água demandada pela unidade se resumiu à apreciação da NBR5626, mais especificamente das vazões relativas e das pressões mínimas para cada aparelho, o que subsidiou o dimensionamento das duas redes de distribuição (usos potáveis e usos não potáveis). Estipulando o tempo que cada atividade iria durar, o número de atividades realizadas por dia, e a vazão máxima para cada ponto de utilização, foi prevista a quantidade máxima de água utilizada.

II) Análise qualitativa de demanda

Como já foi exposto, a alimentação inicial do sistema hidráulico se dará por uma fonte de água potável, provavelmente de rede pública. A observação das classes de águas de reúso e seus respectivos padrões de qualidade, apresentados por Sautchuk *et al.*(2005), foi fundamental para saber sobre os requisitos para usos menos nobres.

c) Análise Qualitativa e Quantitativa da Oferta de Água

No caso da análise das águas ofertadas, levantaram-se as vazões, qualidades e pressões capazes de serem disponibilizadas aos usos da unidade. Componentes hidráulicos capazes de adequar as características ofertadas às condições demandadas, também foram estudados, sejam as suas ações sobre a qualidade, a pressão ou a quantidade de água.

Ciente dos requisitos de qualidade diferenciados entre as águas demandadas, foi analisada a possível compatibilidade entre as distintas finalidades dos usos com a oferta de água sob fontes alternativas. O primeiro passo foi levantar as fontes internas e externas disponíveis para a unidade. Após, estudaram-se as diferentes aplicações de água na unidade e, finalmente, foram determinadas as possíveis fontes de abastecimento.

I) Fontes disponíveis

O primeiro passo a ser dado, seja qual for a construção a conceber, é a busca pelas fontes de água disponíveis. Nem sempre a melhor alternativa é considerar apenas uma única fonte. Pois, dependendo das aplicações, águas de qualidades superiores podem ser economizadas em grandes volumes.

Nesse caso, já que se trata de um sistema para práticas educativas itinerantes, as fontes externas disponíveis podem variar. Porém, de acordo com os percentuais médios atuais de cobertura de água de abastecimento, especialmente em zonas urbanas, foi considerado que os locais visitados serão providos de água potável. A vazão e pressão esperadas para o ponto de suprimento da unidade seriam as mínimas recomendadas pela NBR5626 para torneiras de tanque, jardim ou uso geral.

As demais fontes disponíveis provém da geração de águas servidas na unidade. Como já foi exposto, o uso com maior potencial de contaminar as águas da unidade seriam eventuais lavagens de mãos, normalmente evitadas. A água utilizada para demonstração do sistema de aproveitamento da água da chuva, não apresentaria uma carga poluente que evitasse seu reúso, mesmo para lavagem de mãos.

II) Estudo das diferentes aplicações

A fonte externa de água abasteceria os reservatórios da unidade, os quais atenderiam aparelhos de usos nobre de água, tal qual um lavatório. Este, entre outros, teria a água servida encaminhada a um sistema de tratamento, do qual a água para reúso seria elevada até seu reservatório. O mesmo abasteceria aparelhos como o vaso sanitário que, da mesma forma, teria a água servida tratada e reutilizada, pois o aparelho não seria de fato utilizado.

Logicamente, seriam simulações de usos das águas, onde a água que representaria a chuva seria, *à priori*, utilizada do próprio sistema da unidade, sendo lançada sobre uma pequena cobertura, percorrendo calhas e coletores até o mesmo sistema de tratamento das águas de reúso.

III) Possíveis fontes de abastecimento

São aquelas cujas águas tem potencial de atender usos a serem realizados na futura edificação. As possíveis fontes previstas para a unidade educativa são as mesmas que as fontes disponíveis, sendo a externa uma torneira abastecida por concessionária e a interna proveniente do reúso das águas de aparelhos da unidade, inclusive da simulação de chuva.

IV) Análise quantitativa de oferta

Os reservatórios da unidade seriam abastecidos anteriormente às atividades educativas e, durante as mesmas, toda a água utilizada, seria tratada e reutilizada igualmente em todos os aparelhos. Isto foi estabelecido para que não fosse necessária uma alimentação externa continua dos reservatórios.

De início, os reservatórios da unidade seriam abastecidos por uma mangueira ligada a uma torneira externa de uso geral, de jardim ou tanque, onde a vazão e pressão seriam no mínimo iguais às mínimas recomendadas pela ABNT para estes pontos. Assim, o abastecimento da unidade seria do tipo indireto. Se precisar, esta fonte externa à unidade alimentaria um reservatório inferior a partir do qual a água seria succionada e elevada até os reservatórios superiores, através de um conjunto moto-bomba, cessando quando a capacidade máxima de reservação estipulada fosse atingida, por ação de uma torneira-bóia. Considera-se que durante o abastecimento inicial do sistema não haverá uso dos aparelhos sanitários.

V) Análise qualitativa de oferta

A qualidade da água ofertada determina para qual uso a mesma será utilizada, qual é o tratamento mais adequado e a eficiência necessária e.

Os padrões de qualidade da água de abastecimento público, da fonte externa, foram considerados potáveis. Já as águas de reúso, terão suas qualidades determinadas considerando a eficiência do sistema de tratamento escolhido sobre os parâmetros das águas servidas geradas nos aparelhos sanitários.

Disto consolidou-se o reúso de águas entre todos os aparelhos sanitários da unidade, pois foi constatado que as águas utilizadas, descartadas e tratadas atenderiam as demandas qualitativas e quantitativas dos seus usos finais.

d) Concepção do Sistema Hidráulico

I) Localização dos principais componentes em áreas acessíveis

Inicialmente foi reservada uma base quadrada para cada aparelho sanitário, valendo o mesmo para as unidades de tratamento e recalque. A localização de cada componente influi sobre os demais, sendo que o primeiro passo é localizar os aparelhos sanitários, depois os reservatórios, as tubulações de distribuição, seguido do local para o sistema de tratamento ao qual serão ligadas as tubulações de águas. Ou seja, tudo foi localizado de acordo com uma logística inicial de operação do sistema, a saber, o funcionamento básico dos componentes envolvidos e o traçado das tubulações.

II) Otimização do traçado das tubulações

O traçado pode ser considerado como decisivo, pois envolve as influências mútuas entre as diferentes instalações hidráulicas do sistema inteiro. Entre outras recomendações, foram seguidas aquelas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, relativas a cada tipo de instalação hidráulica, sejam aquelas de distribuição, coleta, tratamento ou recalque das águas do sistema. Buscou-se, é claro, integrar as necessidades requisitadas pela arquitetura e dinâmicas de montagem e desmontagem da unidade educativa, de acordo com as premissas básicas.

Essa etapa teve um “diálogo” constante com a localização dos componentes, onde a realização de uma provocou modificações na outra, até chegar a um “consenso”, ou seja, um *layout* geral considerado ideal para o sistema hidráulico da unidade. Porém, etapas mais específicas tais quais as que seguem, também influenciaram na determinação final da logística de operação do sistema hidráulico, a exemplo os sentidos dos fluxos, entradas e saídas de água nas diferentes instalações hidráulicas.

III) Avaliação dos equipamentos hidráulicos

Foram avaliadas as possibilidades de equipamentos hidráulicos e componentes de mesma função. Levantaram-se algumas especificações técnicas e custos dos equipamentos mais importantes, como as bombas, sistemas de tratamento, aparelhos e metais sanitários e os reservatórios. Buscou-se contemplar o máximo de equipamentos economizadores de água.

IV) Setorização do consumo

Em função dos acréscimos na perda de carga nas tubulações, definiu-se que, à princípio, não seriam empregados hidrômetros convencionais. Nada impede que posteriormente seja projetado um sistema automatizado com medição magnética nas saídas dos reservatórios. O trabalho de Tsutiya (2006) trata em capítulos específicos da setorização e automatização para medições de consumo de água.

4.2.3 Dimensionamento do Sistema Hidráulico

Esta segunda grande etapa foi a mais importante deste trabalho, sem a qual a unidade projetada não poderia ser exposta ao público, frente aos possíveis riscos oferecidos por um sistema hidráulico não dimensionado. Além disso, a proposta de valorizar as tecnologias contempladas na unidade poderia ser invertida se, por exemplo, os aparelhos apresentassem pressões e vazões visivelmente insuficientes, causando desaprovação das tecnologias pelo público.

Para tanto, foi necessário prever ações que poderiam interferir no dimensionamento hidráulico desta unidade, especialmente quando atuassem sobre as vazões e qualidades de água, na demanda e na oferta. As vazões, por exemplo, influem diretamente na determinação dos diâmetros das tubulações, nos tamanhos de compartimentos e na definição dos sistemas de tratamento e recalque necessários. Este último, por exemplo, deve dar conta das vazões a serem elevadas e provir de duas moto-bombas, sendo cada uma a reserva da outra. As tubulações e dispositivos de esgoto, bem como o sistema de tratamento deveriam atender as vazões de águas residuárias geradas. Já os reservatórios, atenderiam as quantidades de águas demandadas.

A unidade projetada teve seu sistema hidráulico previsto como uma composição de sub-sistemas hidráulicos definidos por instalações semelhantes às típicas de redes prediais de água, esgoto e águas pluviais. Portanto, o dimensionamento destas instalações partiu das normas e recomendações técnicas existentes, embora não se tratando de uma edificação.

4.2.3.1 Dimensionamento das instalações hidráulicas de distribuição de Água

O objetivo desta etapa é, em suma, atender os valores mínimos e máximos de pressão, velocidade e vazão de água na rede de distribuição, especialmente nos pontos de utilização, tanto para usos nobres quanto para os menos nobres. Lembra-se que a rede para usos nobres ou potáveis atende aparelhos tais como chuveiro e lavatório, já a de usos menos nobres alimenta um vaso sanitário, por exemplo.

Para tal foram seguidas as recomendações da norma técnica NBR5626 (1998), que trata do projeto de instalações prediais de água fria. O procedimento adotado corresponde ao sugerido por esta norma, que pode ser resumido à construção e preenchimento de uma planilha. Nesta, os dados são produto do cálculo das variáveis envolvidas, trecho a trecho, entre elas a vazão, diâmetro e perda de carga.

A seguir será apresentada a forma pela qual foram dimensionados os sistemas de distribuição de água da unidade (redes nobre e não-nobre).

a) Estimativa das vazões – Método dos pesos relativos

Neste método, experiências acumuladas permitem atribuir pesos relativos para as diferentes peças de utilização de água, em função das vazões demandadas para funcionamento das mesmas. A norma utilizada apresenta uma tabela com os pesos relativos de peças de utilização comuns à usos domésticos de água. A partir da soma total dos pesos relativos de cada, a vazão é convertida na demanda simultânea total, através da seguinte equação:

$$Q = 0,3 \sqrt{\sum P} \quad (01)$$

Onde:

Q - vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

P - peso relativo de cada peça alimentada pela mesma tubulação.

Para este caso foi prevista apenas uma unidade de cada tipo de peça, sendo a somatória total dos pesos igual a soma dos pesos destas peças. A norma adverte que esse método não se aplica a usos intensivos, tais como os feitos em cinemas, escolas, entre outros. Não é o caso da unidade projetada, pois foi assumido que haveria controle dos usos através de sistemáticas seguidas pelos monitores. Além disso, lembra-se que é prevista apenas uma unidade de cada peça de utilização.

b) Cálculo das perdas de carga

A perda de carga total de cada trecho de tubulação advém dos tubos, conexões e registros previstos, onde a água escoar forçadamente. Para calcular o valor da perda de carga unitária por comprimento de tubulação pode-se utilizar a equação de Fair-Whipple-Hsiao para tubos lisos (de plástico, cobre ou liga de cobre). No entanto, primeiramente é necessário calcular o diâmetro dessa tubulação. Sabendo a vazão do trecho e adotando como velocidade máxima de escoamento o valor de 3m/s, estabelecido por norma, é possível calcular o diâmetro da tubulação a partir da transformação da fórmula de vazão, o que resulta na seguinte equação:

$$d = \sqrt{\frac{2Q}{5v\pi}} \quad (1)$$

Onde:

d - diâmetro interno da tubulação, em milímetros;

Q - vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

v - velocidade de escoamento na tubulação, em metros por segundo.

O diâmetro obtido da equação acima foi substituído pelo diâmetro interno comercial mais próximo, sendo este sempre maior ou igual ao calculado.

Calculado o diâmetro, é possível calcular a perda de carga unitária por comprimento de tubulação, através da equação de Fair-Whipple-Hsiao, a seguir:

$$J = 8,69 \cdot 10^6 \cdot Q^{1,75} \cdot d^{-4,75} \quad (02)$$

Onde:

- J - perda de carga unitária, em quilopascals por metro;
- Q - vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;
- d - diâmetro interno do tubo, em milímetros.

Na determinação das perdas de carga nas conexões foram utilizados valores apresentados em tabelas pela bibliografia, alguns da ABNT (NBR5626 1998) outros do trabalho de Porto (1998). Essas tabelas apresentam as perdas localizadas em comprimento equivalente de tubo, em função do diâmetro e do tipo de conexão.

No caso dos registros, as perdas naqueles caracterizados como de fechamento foram desconsideradas, como recomendado pela norma acima. Ao contrário desses, os registros de utilização foram definidos como tipo gaveta, a exemplo para o chuveiro, cujas perdas de carga também são apresentadas por Porto (1998). As perdas de carga das peças de utilização, tais como torneiras e válvulas de descarga, não foram consideradas, até porque variam consideravelmente de produto para produto.

Somando o comprimento *real* do trecho aos comprimentos *equivalentes* é obtido o comprimento total. Este é multiplicado pela perda de carga unitária, de onde é obtida a perda de carga total do trecho.

c) Verificação da pressão disponível

A pressão inicial disponível foi considerada a partir da saída do reservatório correspondente (água potável ou água cinza), localizada no seu fundo. Cada trecho de tubulação da rede de distribuição foi dimensionado sob tentativa e erro, começando por aquele junto ao respectivo reservatório. A pressão disponível no ponto de utilização correspondeu à pressão inicial subtraída da perda de carga total desde o reservatório, como apresentado anteriormente. Quando a pressão disponível era insuficiente para o ponto, ou quando os diâmetros resultantes eram incompatíveis, a rotina de cálculo tinha de ser repetida para o trecho, modificando, por exemplo, a altura dos reservatórios. As cotas de fundo dos reservatórios de água potável e de água cinza foram admitidas como iguais.

d) Esquemática das redes de distribuição

Os traçados das redes de distribuição partiram da concepção hidráulica, a exemplo a localização dos sistemas e a otimização dos traçados gerais. Por isso, as colunas, ramais e sub-ramais destas redes foram definidas com maior precisão e de forma menos provisória. O mesmo vale para a localização de componentes, tais como registros e conexões.

e) Construção da planilha de cálculo

Para facilitar o dimensionamento das redes de água foi construída uma planilha eletrônica, à qual foram inseridas as fórmulas e métodos recém apresentados, possibilitando automatizar os cálculos necessários. A estrutura geral da planilha partiu do modelo apresentado pela NBR5626, e pode ser definida como: colunas organizadas da esquerda para direita cada qual correspondendo à uma variável, que recebe um valor a cada linha, ou seja, a cada trecho. As colunas mais à direita representam variáveis mais dependentes, como a pressão disponível, por exemplo, ao contrário daquelas à esquerda da planilha, tais como a vazão. Veja o Anexo 1, com as planilhas de dimensionamento

f) Rotina de dimensionamento

Os passos de rotina de dimensionamento com uso da planilha elaborada foram descritos de uma forma menos sistemática nos itens cálculo das perdas e verificação da pressão disponível. Contudo, lembra-se que a programação da planilha facilitou muito o dimensionamento, sobretudo nas eventuais correções, além de proporcionar maior precisão nos resultados.

4.2.3.2 Dimensionamento das instalações hidráulicas de coleta das águas

a) Coleta de águas servidas

Partiu-se de um traçado que conferisse a segregação das águas oriundas do vaso sanitário e da torneira de uso geral, daquelas geradas nos aparelhos sanitários típicos de usos nobres, tais como lavatório e chuveiro.

O dimensionamento em si resumiu-se à obtenção dos diâmetros nominais dos ramais de descarga, sub-ramais, ramais de esgoto e caixas e ralos sifonados, a partir do item 5 da norma técnica NBR8160 – Sistemas prediais de esgoto. O método escolhido foi aquele cujos diâmetros nominais (DN) mínimos são estabelecidos segundo Unidades de Hunter de Contribuição (UHC), apresentadas em forma de tabela. Os principais dados apresentam-se a seguir.

Tabela 3– Diâmetros mínimos das caixas sifonadas NBR8160

Diâmetro Nominal DN (mm)	Unidades Hunter Contribuição UHC
100	6
125	10
150	15

Fonte: Item 5.1.1.2 NBR8160.

Caixas e ralos sifonados e sifões flexíveis consistem componentes chamados desconectores. A NBR 8160 estabelece que todo desconector deverá: ter fecho hídrico com altura mínima de 0,05 m; apresentar orifício de saída com diâmetro igual ou superior ao do ramal de descarga a ele conectado.

Tabela 4 – Dimensionamento dos ramais de descarga.

Aparelho sanitário	Número de UHC	DN mín ramais descarga
Bacia sanitária	6	100)
Bidê	1	40
Lavatório	2	40
Mictório (descarga automática)	2	40
Tanque de lavar roupas	3	40
Chuveiro	2	40

Fonte: Tabela 3 NBR8160.

A mesma norma adverte que o diâmetro nominal DN mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para DN 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico. No entanto, a bacia sanitária prevista para a unidade não será efetivamente usada, havendo possibilidade de adotar arbitrariamente o diâmetro DN75.

Tabela 5 – Dimensionamento dos ramais de esgoto

Diâmetro Nominal mínimo do tubo DN	Nº máximo de UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Tabela 5 NBR8160.

Tabela 6 – Dimensionamento dos ramais de esgoto dos ralos e caixas caixa sifonados

Diâmetro Nominal mínimo do tubo DN	Nº máximo de UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: Tabela 4 NBR8160.

Confira os resultados do dimensionamento de esgoto no Anexo 2, ao final deste trabalho.

b) Coleta das Águas Pluviais

É previsto para a unidade, um pequeno telhado equipado com calha e condutor, sobre os quais escoariam águas lançadas através de mangueira ou tubulação perfurada. Com isso, as vazões utilizadas nessas simulações de chuva serão relativamente baixas, além de controladas por quem as fizer, como monitores por exemplo. Contudo, avalia-se previamente que não seria necessário dimensionar as calhas e condutores, apenas adotar os diâmetros mínimos disponíveis no mercado.

A exemplo dos sistemas de tratamento de águas para usos não nobres apresentados na fundamentação teórica, admitiu-se que o tratamento das águas geradas pelos aparelhos iria ser feito juntamente com as águas da simulação de chuva.

4.2.3.3 Dimensionamento das instalações hidráulicas de tratamento das águas

As dimensões, formas e materiais do sistema de tratamento foram arbitrariamente adotados, já que os usos das águas pouco às contaminará. Para tanto foram seguidas pesquisas onde são apresentados exemplos de tratamentos de águas cinzas, tais quais aqueles expostos na fundamentação desse trabalho.

Lembra-se então, que já que o contato dos monitores e público com as águas do sistema seria limitado, espera-se que não ocorra contaminação a ponto do sistema empregado não dar conta de remover a quantidade de poluentes demandadas para os usos dessas águas.

4.2.3.4 Dimensionamento das instalações de recalque das águas

Foram previstos dois conjuntos moto-bomba para elevar as águas tratadas aos reservatórios superiores. O dimensionamento desses conjuntos (potência) foram feitos de duas formas. A primeira através do cálculo da potência requerida, pela fórmula de Forcheimer e a segunda pela utilização do catálogo de bombas do fabricante Schneider. Para ambos métodos utilizou-se programação de planilha eletrônica. Os resultados estão expostos no Anexo 3 , sob a forma de planilhas

Para escolher a potência da bomba ideal a empregar, utilizaram-se a vazão e a altura manométrica total de recalque, ou seja, a pressão necessária a atingir. A vazão foi determinada pela máxima vazão esgotada pelos aparelhos sanitários em evento onde todos funcionariam simultaneamente.

Já para obter os diâmetros de recalque e sucção partiu-se da fórmula de Forcheimer, apresentada por Porto (1998):

$$Dr = 1,3\sqrt[4]{X \cdot \sqrt{Q}} \quad (03)$$

Onde:

Dr – Diâmetro tubulação recalque
 X – Período de funcionamento
 Q – Vazão elevada pelo sistema

Para o diâmetro de sucção foi adotado o diâmetro comercial superior ao de recalque.

Já a altura manométrica foi calculada pela fórmula abaixo.

$$Hm = Hg + Hs + Hr \quad (04)$$

Onde:

Hm – Altura manométrica total a atingir
 Hg – Desnível entre ponto de sucção da água e o suprimento do reservatório
 Hs – Perda de carga na sucção
 Hr – Perda de carga no recalque

Todas as variáveis acima foram obtidas da concepção da unidade, em especial das instalações hidráulicas. Os valores das cotas e alturas foram inseridos em planilha eletrônica, também, de modo a automatizar os cálculos em eventuais mudanças de medidas em geral. O Anexo 3 contém estes valores.

De posse da vazão e altura manométrica optou-se por uma moto - bomba centrífuga Série BC-91 S do fabricante Schneider, das quais foram utilizadas as curvas, representadas nas Figuras 6 e 7, a seguir.

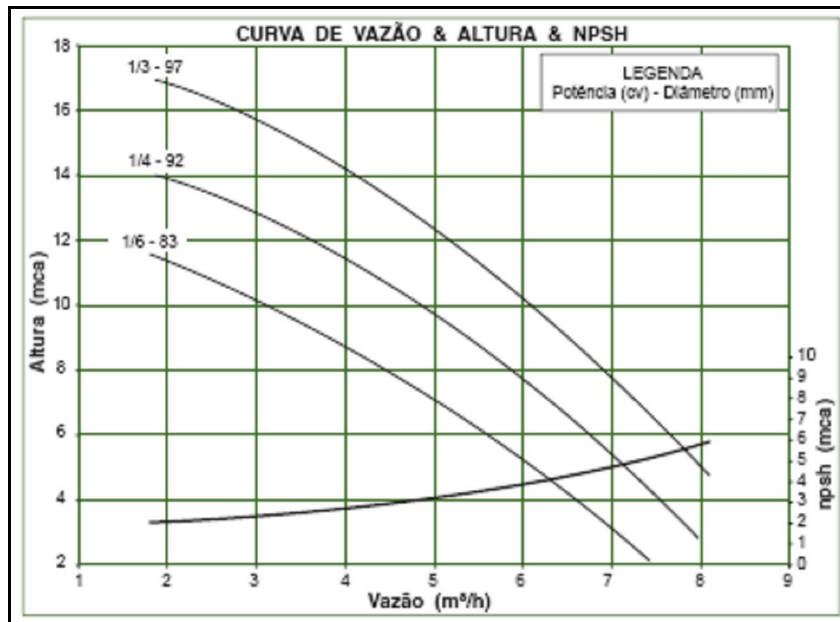


Figura 6 – Curva de vazão, altura manométrica e NPSH.
Fonte: fabricante – Schneider

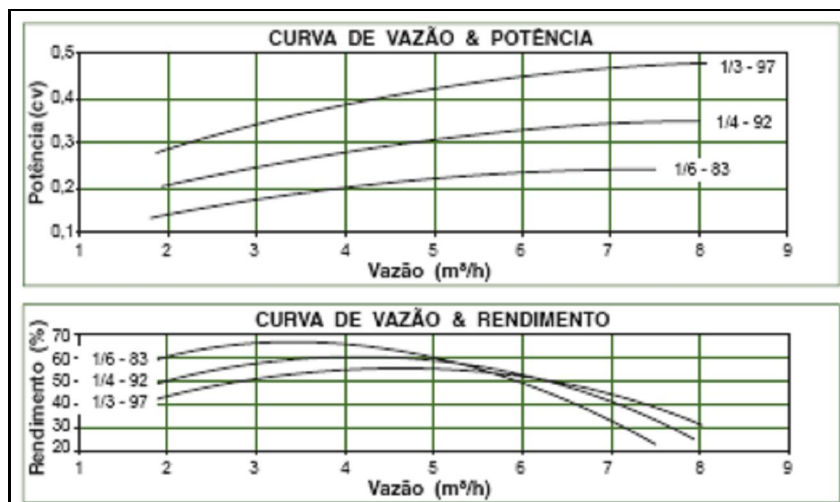


Figura 7 – Curvas de: vazão e potência e vazão e rendimento.
Fonte: fabricante - Schneider

Na referida planilha eletrônica também foi calculada a potência com a equação:

$$N = \frac{\gamma \cdot Qr \cdot Hm}{75\eta} \quad (05)$$

Onde:

N – Potência da bomba
– peso específico da água
Qr – Vazão a recalcar
Hm – Altura manométrica total
– Rendimento da bomba

Autores sugerem acréscimo e 50% na potência obtida.

Os valores obtidos encontram-se nas planilhas do Anexo 3, ao final do trabalho.

4.2.4 Desenho Técnico da Unidade Educativa

4.2.4.1 Produção do Desenho Técnico

A ferramenta básica utilizada foi o Autocad, versão 2000. O aplicativo “TigreCAD” da empresa Tigre forneceu os chamados “blocos” de desenho dos seus produtos, consistindo componentes da linha de sistema predial de esgoto, tais como conexões diversas, desconectores e tubos. O mesmo se fez com as louças sanitárias, cujos blocos de desenho são disponibilizados no site do fabricante Celite. Buscou-se oferecer informações técnicas básicas sobre as instalações hidráulicas da unidade e, ao mesmo tempo, proporcionar um caráter mais ilustrativo. Com isso, não foi utilizada a simbologia tradicional do desenho técnico para projetos de instalações hidráulicas.

Foram feitas plantas baixas e vistas da unidade de modo a permitir a visualização dos componentes hidráulicos, a exemplo os aparelhos sanitários, reservatórios, unidade de tratamento e instalações de água e esgoto em geral. Os diâmetros das tubulações foram indicados. Logicamente, a estrutura que comporta esse sistema também foi representada.

O resultado encontra-se sob o Anexo 4, no final deste documento.

4.2.4.2 Produção da Maquete Eletrônica do Projeto

Para tanto se utilizou o programa Sketch UP, versão profissional 5.0. Integraram-se os principais elementos da unidade em um ambiente digital em três dimensões, buscando reproduzir a unidade educativa em modo de ilustração/ visualização mais adequado que as plantas. O desenho técnico produzido em CAD foi essencial para a produção desta maquete eletrônica.

5 RESULTADOS

A unidade apresenta as seguintes tecnologias: *equipamentos economizadores; reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas azuis* (água da chuva).

Seriam suportadas apenas as atividades da própria unidade, ou seja, simulações controladas com uso real de água, porém sem efetivamente gerar esgoto sanitário nos aparelhos.

Lembra-se do enfoque aos usos domésticos de água, aos quais as tecnologias acima deveriam ser adequáveis. Veja os resultados nos itens a seguir.

Veja as planilhas de cálculo, a planta da unidade e imagens da maquete nos Anexos.

5.1 Aparelhos Sanitários Contemplados

Foram admitidos no projeto:

- a) 1 vaso sanitário com caixa de descarga acoplada;
- b) 1 mictório;
- c) 1 lavatório;
- d) 1 chuveiro;
- e) 1 tanque;
- f) 1 torneira externa de uso geral.

5.2 Forma em Planta, Medidas e Locação dos Aparelhos Sanitários

Definiu-se para a planta baixa da unidade o formato em “U”, com “arestas vivas”, dividida simetricamente em três módulos acopláveis, de áreas praticamente iguais. O primeiro comportou o tanque e os sistemas de tratamento e recalque de águas recuperadas, o segundo abrigou chuveiro e lavatório e, por fim, no terceiro módulo foram locados o vaso sanitário e o mictório.

A área em planta ficou em 5,07m², sendo 3,86m² a soma das áreas dos três módulos. Ou seja, os módulos ficaram com bases retangulares, divididas em dois “nichos” cada uma, onde serão expostos os aparelhos sanitários, formando praticamente três ambientes comuns a um banheiro, uma área de serviço e uma área externa.

Os dois reservatórios de 320 litros admitidos (veja item sobre o sistema hidráulico, a diante), foram alinhados lado a lado simetricamente na planta da unidade, cada um apoiado sobre suportes fixados a estrutura de dois módulos.

Veja os Anexos 5 e 7, respectivamente com imagens da planta e da maquete da unidade.

5.3 Materiais Construtivos para a Estrutura

A partir das medidas e formas pré-definidas para a base da estrutura, bem como da locação dos aparelhos sanitários, assumiu-se que a unidade seria:

- Estruturada e conformada por quadros soldados de tubos de ferro com seção 30x50mm, travados nos cantos, formando um perfil em "L" entre um plano horizontal (base) e planos verticais (divisórias), além de estrutura destinada a receber telhado;
- Preenchida com chapas de isopor ou similar de 120mm nas bases (planos horizontais) e 50mm nas divisórias (planos verticais), sendo possível recortar facilmente canaletas para comportar e sustentar os componentes hidráulicos, principalmente as tubulações, que ficaram expostas;
- Reforçada com chapas de compensado com 10mm de espessura nas bases, tanto entre a estrutura de ferro e o preenchimento quanto sobre o mesmo. Nas divisórias foram utilizadas chapas de compensado de 4mm. Ou seja, na base e na divisória foram formados "sanduíches" de chapas de isopor e compensados de madeira.
- Revestida com lâminas sintéticas, de borracha, PVC, ou similar, textura similar à pisos e azulejos disponíveis no mercado, porém conferindo maior leveza e durabilidade para a estrutura. Estas seriam coladas sobre as faces externas das chapas de compensado, caracterizando as áreas molhadas dos ambientes sanitários formados;
- Coberta em 2m² da parte traseira da unidade, com telha ecológica composta por material reciclado.

As quantidades dos principais materiais construtivos, foram calculados em aproximadamente:

- 51m de tubo de aço seção 30x50;
- 36m² de compensado com 4mm e 9m² com 10 mm;
- 12m² isopor com 5mm e 8m² de 6 mm;
- 16m² de piso sintético 5mm;
- 2m² de telha reciclada e;
- 18 rodas c/ placas giratórias altura 150mm.

O peso total da unidade foi estimado em no máximo 0,6ton, sem água no sistema e 0,9ton com 300 litros de água. Este volume foi considerado como capacidade máxima, distribuído em dois reservatórios.

5.4 O Sistema Hidráulico

Conforme as *premissas básicas* apresentadas na metodologia, este sistema deveria preservar diferentes aspectos, entre eles a integridade estrutural da unidade e a independência de suprimento externo de água no local que a mesma seria operada. A partir dessas questões, o volume admitido para os reservatórios foi o mínimo encontrado no mercado, com 320 litros, do qual seria utilizada a metade da capacidade, possibilitando extravasão entre os reservatórios e não sobrecarregando a estrutura da unidade. Por esse e outros motivos o sistema hidráulico foi considerado fechado, recuperando toda água utilizada nos aparelhos sanitários.

5.4.1 Informações Básicas

a) Determinação da Tipologia

A tipologia a atender é especulada como inexistente, já que este termo se aplica sob as recomendações da norma NBR5626. Podemos assumir a seguinte definição para este trabalho: Unidade educativa móvel com sistema hidráulico configurado para atender simulações do funcionamento de tecnologias de conservação de água, a partir da operação de aparelhos sanitários que atendem usos domésticos.

b) Identificação dos sistemas envolvidos

Os sistemas envolvidos são chamados neste trabalho como *instalações*, as quais compõem um *sistema hidráulico*. Tais instalações correspondem aquelas convencionalmente empregadas em edificações, cujos projetos são normatizados pela ABNT. A seguir são descritas as instalações hidráulicas empregadas referenciando-as às normas utilizadas.

I) *Instalações hidráulicas de distribuição.*

Admitidas como instalações compostas por reservação superior e distribuição de águas para as colunas, ramais, sub-ramais e pontos de utilização, divididas em duas redes, uma para os aparelhos de usos nobres e outra para os não nobres.

Embora apresentadas na fundamentação teórica, as peças de utilização e dispositivos complementares, tais como os equipamentos economizadores em geral, foram desconsiderados, dado a grande variedade de produtos e a demanda por pressões bem superiores as esperadas para este sistema

Equivalem a *instalação predial de água fria* apresentada pela NBR5626.

II) *Instalações hidráulicas de coleta.*

Corresponderam às instalações de segregação e coleta de águas servidas dos aparelhos sanitários, divididas em duas redes, uma para coleta de águas do lavatório, chuveiro e tanque (águas cinzas), outra para o vaso sanitário e torneira de uso geral. Ambas as redes convergem para um pequeno reservatório inferior. Incluem-se a calha e o condutor de águas de simulação de chuva sobre o telhado da unidade. Há ainda uma “bombona” na qual serão armazenadas as descargas do mictório, simulando a segregação de águas amarelas. Todas essas convergem para o mesmo local, um pequeno reservatório inferior, precedente a um filtro.

Tais instalações equivalem respectivamente aos *sistemas prediais de esgoto*, segundo a NBR8160:1989, e as *instalações prediais de águas pluviais* NBR10844:1989, *aproveitamento de água de chuva* Projeto 00:001.77-001_NBR:2007.

III) Instalações hidráulicas de tratamento.

O sistema adotado seria composto por pré-tratamento com duas peneiras, seguido de filtração descendente em leito brita e areia e; por fim, finalizado com desinfecção com cloro, provavelmente em pastilhas.

Trata-se de uma unidade onde será tratada toda a água esgotada dos aparelhos sanitários, tal qual foi dito acima. O reservatório inferior contém duas peneiras consecutivas. Através de recalque a água desse reservatório é levada até o início do filtro descendente, um tonel de PEAD. Seu fundo falso seria provido de compartimento para desinfecção, com pastilhas de cloro. Já que toda água será recirculada, tomaram-se estes tipos de tratamento visando preservar a saúde de monitores e público que eventualmente entre em contato com as águas do sistema, podendo tanto contaminar quanto ser contaminado, se não houver tratamento adequado.

IV) Instalações hidráulicas de recalque.

consistem que viabilizam a elevação da água cinza do reservatório inferior ao início do filtro e, também, garantem o suprimento dos reservatórios superiores com a água succionada no final do tratamento, ou seja, na desinfecção. Além das tubulações, caracterizam-se pelos registros de manobra e válvulas de retenção que complementam o conjunto moto-bomba, sendo duas unidades dos mesmos. Este sistema foi concebido de modo a permitir manobras no caso de falha de uma das bombas ou problemas na unidade de tratamento.

5.5 Projeto das Instalações hidráulicas

5.5.1 Análises de Demanda e de Oferta de Água

a) Análise Qualitativa e Quantitativa da Demanda de Água

A água destinada a iniciar o sistema deve ser potável, da mesma forma que as providas de seu reuso, a partir das simulações do sistema. No entanto, permite-se e é previsto, que essa última possa atender aos parâmetros de águas de reuso classe 1, dando atenção especial aos indicadores de patogênicos, tais como os coliformes fecais;

As quantidades de pressão e vazão de água para iniciar o sistema devem ser aquelas mínimas estabelecidas pela NBR5626 para torneiras de uso geral. Da mesma forma os pontos de utilização da unidade, supridos pelos reservatórios de suas respectivas redes de distribuição durante as simulações.

b) Análise Qualitativa e Quantitativa da Oferta de Água

De acordo com o mencionado anteriormente, considera-se que a água destinada a iniciar o sistema seja potável, da mesma forma que é possível proporcionar que as águas de reuso na unidade sejam tratadas a ponto de ser potáveis. Porém, convém considerar por segurança sanitária que as águas tratadas na unidade sejam de reuso classe 1 (tratamentos indicados anteriormente). Mesmo que remota, considera-se possível a eventual presença de patogênicos.

As quantidades de pressão e vazão de água para iniciar o sistema são aquelas mínimas estabelecidas pela NBR5626 para torneiras de uso geral. O sistema de recalque dimensionado permite que fontes com baixa pressão sejam elevadas até os reservatórios superiores. Já para os usos nas peças de utilização da unidade, foram atendidas as vazões e pressões mínimas estipuladas pela mesma norma (veja *dimensionamento* do sistema);

Admitiu-se que o reservatório com água em excesso abasteceria o demais por extravazamento, caso ocorressem diferenças nos consumos ou falhas em registros ou torneiras com bóia.

Os resultados de ambas as análises encontram-se resumidos no Anexo 6, ao final.

5.5.2 Avaliação de equipamentos hidráulicos:

Esta etapa foi feita com base na busca por produtos e suas especificações, pesquisando catálogos através de visitas a *homepages* de diferentes fabricantes.

Os reservatórios superiores admitidos no projeto tem 320 litros, são fabricados em polietileno, com dimensões bem compactas, conferindo por tais características maior estabilidade a unidade.

As “bombonas” plásticas empregadas no filtro, no reservatório inferior e no coletor de urina, seriam todas de polietileno de alta densidade, com garantia da preservação da qualidade da água em seu interior, segundo fabricante. Além da alta resistência do material, o que é preciso especialmente para suportar o material filtrante (brita e areia), no caso do filtro.

Os tubos, conexões e componentes básicos de água e esgoto a utilizar, tem qualidade garantida por empresa líder de mercado no Brasil.

Os conjuntos moto-bombas foram avaliados pelo catálogo completo do produto, buscando considerar os mais apropriados para este projeto.

As louças sanitárias foram escolhidas com base na simplicidade de seus aspectos, buscando não tornar a unidade objeto de ostentação de luxo, indo de encontro aos princípios deste trabalho.

Já foi dito que os metais sanitários ficariam a critério do público a atingir, pois existe grande variedade destes produtos, sob diferentes padrões.

Ao final deste documento, no anexo x, encontra-se um orçamento da maioria dos principais materiais empregados neste projeto, porém não totalmente de acordo, pois após este levantamento de preços foram feitas algumas alterações na proposta.

5.5.3 Setorização do consumo

Dependendo do hidrômetro empregado, a perda de carga pode variar bastante, chegando a ser nula com uso de sistemas mais modernos, tais como “hidrômetros sem partes móveis”. O local sugerido para instalações dos mesmos é nas duas colunas alimentadores das redes internas de distribuição, podendo simular a diferenciação entre o consumo de usos potáveis e os não potáveis.

5.5.4 Dimensionamento das instalações de distribuição das águas

Com base na metodologia apresentadas, as instalações das duas redes de distribuição de águas (“de águas potáveis” e de “águas recuperadas”) foram dimensionadas, obtendo-se como principal produto as vazões, diâmetros e pressões nos pontos de utilização da unidade. O Anexo 1, ao final contém a planilha de dimensionamento dessas instalações.

Lembra-se que a coluna de água para usos potáveis destina-se a abastecer o tanque, o chuveiro e o lavatório da unidade, diferente da coluna que supre os usos não potáveis, efetuados nos aparelhos vaso sanitário, mictório e torneira de uso geral.

A vazão nas colunas de distribuição de água para aparelhos de usos potáveis e não potáveis foram, respectivamente, 0,39 e 0,30 L/s. Os diâmetros nominais de distribuição de água foram calculados a partir do método dos pesos relativos, calculados em de 20 e 25 mm. As pressões calculadas pela expressão de Fair-Whipple-Hsiao para tubos lisos, sendo que nos pontos de utilização variaram de 1,44 a 2,57 m H₂O nas saídas para o chuveiro e para o lavatório, respectivamente.

Quanto a taxa de alimentação dos reservatórios, possível através de moto-bombas, foi fixada na vazão máxima gerada nas instalações de coleta, de modo que as chances de acumulação e posterior transbordamento de água nas instalações de coleta de águas servidas fossem neutralizadas ou diminuídas. Está vazão ficou em 1,81 l/s, e foi obtida da NBR8160, a partir dos pesos relativos.

5.5.5 Dimensionamento das instalações de coleta das águas

Os diâmetros do sistema de coleta foram obtidos pelo método dos números de contribuição de Hunter, sendo semelhantes aos usualmente obtidos para residências unifamiliares de um pavimento, com DN de 40 a 75mm.

Tratando de certa variedade de tubos, conexões e desconectores, vale observar a planilha apresentada no Anexo 2, que apresenta as descrições, dimensões e quantidades trecho a trecho, do sifão do aparelho até o reservatório inferior, o qual coleta todas as águas geradas

O Anexo 4 é a planta da unidade, onde apresenta-se os traçados das tubulações de coleta das águas servidas.

Para este projeto, as águas pluviais seriam simuladas na unidade a partir, por exemplo, do esquicho de uma provável mangueira acoplada à torneira de uso geral. A partir do lançamento de água por um jato difuso ao máximo sobre o telhado da unidade, seria possível perceber o caminho da água até a unidade de tratamento, de onde essa mesma água “pluvial” seria aproveitada nos usos menos nobres..

Quando o ramal de esgoto encaminhasse todas as águas servidas até um pequeno reservatório com 40 litros uma peneira iria remover sólidos grosseiros, Quanto aos diâmetros nominais das calhas e condutores pluviais, estes foram empregados arbitrariamente como 125 e 88mm, respectivamente, de acordo com os disponíveis no mercado.

5.5.6 Dimensionamento das instalações de recalque das águas

Já nos sistemas de coleta, tratamento, recalque e alimentação dos reservatórios a vazão considerada foi de 1,81 L/s, obtida da soma das vazões máximas de descarga dos aparelhos sanitários, utilizando as recomendações das normas NBR5626 e NBR8160.

Uma válvula de sucção para recalque encaminha o efluente para a entrada de um filtro de areia de fluxo descendente, localizado sobre o reservatório inferior. Finalmente, a água tratada seria elevada até ambos reservatórios, através de uma moto-bomba centrífuga de 0,5 cavalos. Essa mesma potência foi obtida nos dois métodos utilizados, segundo especificações do fabricante Schneider. A Tabela 1, na próxima página, resume as quantidades calculadas para os materiais do sistema hidráulico.

5.5.7 Dimensionamento das instalações de tratamento das Águas

O sistema de tratamento foi concebido segundo os modelos pesquisados, apresentados na fundamentação teórica. Foi previsto um filtro estruturado em um tonel de PEAD de 150 litros, disponível no mercado sob medidas (0,49x98m) apropriadas para a unidade. O leito filtrante seria composto de uma camada de areia de 0,58m, sobre uma camada suporte de brita N°2, DE 0,15m. O fundo falso seria provido de compartimento com pastilhas de cloro, para desinfecção.

A Tabela 6, abaixo, resume as quantidades dos componentes do sistema hidráulico dimensionado para a unidade educativa.

Tabela 6 – Quantitativo resumido dos principais componentes do sistema hidráulico.

Parte	Descrição básica	Quantid.	Parte	Descrição básica	Quantid.
Distribuição	Reservatórios fibra 320 L	2 unid	Coleta	Sifões flexíveis universal	4 unid
	Registros e válvulas	4 unid		Caixas e ralos	3 unid
	Tubos DN 20 e DN 25	10 m		Tubos diâm. Diversos	9 m
	Conexões DN 20 e DN 25	16 unid		Conexões diâm. Diversos	35 unid
	(incluída extravasão)			Reservatório inferior 30L	2 unid
Utilização	Duxa	1 unid		Tratamen.	Peneiras
	Lavatório	1 unid	Filtro descend. areia 130L		1 unid
	V.sanitário cxa acoplada	1 unid	Clorador c/ pastilhas		1 unid
	Mictório	1 unid	Recalque		Conj. moto-bomba 0,5 cv
	Tanque	1 unid		Registros e válvulas	8 unid
	Registro gaveta, torneiras e válvulas de descarga	5 unid		Tubos DN 40 e DN 50	8 m
			Conexões DN 40 e DN 50	20 unid	

5.6 Produção do Desenho Técnico do Projeto -

Veja o Anexo 4, que consiste em uma imagem da planta da unidade educativa concebida.

5.7 Maquete Eletrônica

Imagens da maquete eletrônica produzida estão no Anexo 7, a diante.

5.8 Estimativa de Custos Demandados e Recursos Disponíveis

No Anexo 5 encontra-se o orçamento desta unidade, com alguns valores oficiais e outros estimados. Porém, o mesmo já serve como parâmetro.

Os recursos ofertados são basicamente fundos de organizações destinados à projetos de cunho sanitário/ ambiental/ educacional, podendo ser de universidades, empresas, governos, entre outras organizações. Estão sendo identificados os respectivos editais para enviar a presente proposta.

6 CONCLUSÃO

As instalações hidráulicas complementares aos aparelhos sanitários, sobretudo as tubulações de água e esgoto, foram dimensionadas sem muitos problemas, mostrando que o emprego das referidas tecnologias não demandou grandes mudanças nos procedimentos de cálculo convencionais. Já a definição do local dos equipamentos e dos traçados das tubulações consistiu em etapa mais trabalhosa, pois foi necessário integrar os diferentes sistemas hidráulicos e suas logísticas de funcionamento. A vazão de recalque poderia ser menor, visando reduzir os diâmetros.

A planta da unidade atendeu as expectativas do autor quanto a factibilidade de um sistema compacto, móvel e com um sistema hidráulico com tecnologias de conservação da água. Julga-se como uma estrutura a princípio bem resolvida.

É preciso dizer, claro, que é esperado o surgimento de novos desafios não previstos e não previsíveis, no desenvolvimento do mesmo. Sendo assim, o proponente almeja o tanto de observações sejam necessárias, seja por parte de profissionais experientes da área ou não, já que o objetivo é aproveitar as melhores sugestões que cada um tem a oferecer, de modo a conceber uma proposta a melhor possível.

O reúso de água, em especial de águas cinzas, constitui uma alternativa que deve ser aproveitada por todos que possam realizá-la, claro que, com a responsabilidade de um profissional competente e seguindo as normas, portarias, leis, entre outros documentos orientadores e reguladores, sobretudo sobre aspectos sanitários. Para tal, são necessários maiores investimentos em projetos que contemplem e valorizem esta tecnologia, divulgando-as nas mais diversas organizações, seja qual for o setor da sociedade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As instalações elétricas, indispensáveis à unidade, deverão ser projetadas por profissional qualificado na área, pois a combinação de eletricidade e água pode representar grandes riscos aos monitores e público. Além disso o conjunto moto-bomba poderia sobrecarregar o sistema que alimentaria a unidade, o que indica a necessidade de uma rede individual para a unidade, até porque são previstos pontos de iluminação próprios.

No eventual interesse pela construção desta unidade educativa, a mesma seria re-elaborada buscando maior segurança no dimensionamento, tendo em vista os possíveis riscos a integridade física do público e monitores previstos. O ideal é que antes de ser apresentada seja construído um protótipo para avaliar todos as dificuldades previstas, sejam elas de natureza hidráulica, elétrica, estática e , claro, educacional.

Acredita-se que o desenvolvimento de programas no sentido da responsabilidade na gestão da água em usos tipicamente domésticos, seja qual for a tipologia e escala de abrangência, não deveria ser feita de modo a fazer acreditar que o uso racional por si só já é suficiente. É preciso que todos os envolvidos no programa saibam que as gestões da demanda e da oferta devem ser consideradas em paralelo, pois se complementam para um único objetivo: a redução no consumo de água.

Inicialmente, talvez a segunda prevaleça sobre a primeira, até que estabeleçam um equilíbrio potencializador de grandes reduções no consumo de água. Estas acarretam, indiretamente, reduções nas vazões de águas residuárias geradas, o que seria mais um ganho para os componentes ambientais da(s) bacia(s) hidrográfica(s) envolvidas(s), a exemplo os recursos hídricos e a população.

A proposta estaria de acordo com as perspectivas educacionais do PURA/ UFSC, onde os realizadores citam os potenciais desse programa:

“ O presente projeto poderá servir no ensino da disciplina “Instalações Prediais”- ENS 5107 e “Sistemas de Abastecimento de Água”- ENS 5159 e “Sistemas de Coleta de Esgotos”- ENS 5162. ”

Para os possíveis aventureiros sugiro que profissionais das áreas envolvidas na elaboração de uma estrutura educativa semelhante a aqui apresentada, visando integrar os valores multidisciplinares no sentido comum da prática da educação voltada para a publicação de tecnologias ambientalmente mais responsáveis.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1 Livros e Dissertações

- ALVES, W.C. (Org.). Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público, São Paulo, 1986. Anais. São Paulo: IPT, 1987.
- BERNARDES, R. S. (orgs.) Guia Para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento. Brasília, DF: CIP – Brasil, 2006.
Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- DIAS, G.F. Educação Ambiental. Princípios e Práticas. São Paulo, SP: Editora Gaia, 1991.
- DUARTE JR, J.F. Fundamentos Estéticos da Educação. Campinas, SP: Papirus, 3ª Edição, 1994.
- GONÇALVES R.F (Coord.). Projeto PROSAB: Uso Racional da Água em Edificações. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 2006.
- LEITE, A. M. F., Reúso de Água na Gestão Integrada de Recursos Hídricos. Brasília, DF: UCB, 2003.
- MARTINS, R.C. & DA SILVA VALENCIO, N. F. L. (orgs.). Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. São Carlos, SP: Editora Rima, v.2, 2003.
- MIHOMENS, A. et al. (orgs.) Consumo Sustentável. Manual de Educação. Brasília, DF: CID MMA, 2002.
- OLIVEIRA, L.H. Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável: Estado da Arte. Capítulo 4: Água. São Paulo, SP: USP, 2006.
- PORTO, Rodrigo de Melo. Hidráulica básica. São Carlos: Eesc-USP, 1998.
- SÁNCHEZ T., L.D. & Torres, A.S. Uso Efficente Del Água: Ponencias sobre una perspectiva general temática. International Water and Sanitation Centre –IRC, 2004.
- SAUTCHUK, C. Conservação e Reúso da água em Edificações. São Paulo, SP: Editora Prol, 2005.
- SILVA, G.S. *et al.* Implantação de programas de uso racional da água em *campi* universitários. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável - X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, Brasil, 2004. Anais. São Paulo, Brasil. 2004.
- SILVA, W.A. & MENDONÇA, M.C. (orgs.) Recursos Hídricos. Conjunto de Normas Legais. Brasília, DF: CID MMA, 3ª Edição, 2004.
- SOUZA, A. C. *et al.* Guia Prático para Desenhos 2D em AutoCAD 2000. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 2000.
- SPERLING, M.V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgoto. Belo Horizonte, MG: Editora da UFMG, 3ª Edição, v.1, 2005.
- TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. São Paulo, SP: Editora da USP, 3ª Edição, 2006.
- ZOLA, T.R.P. Educar: Vale a Pena ?. São Paulo, SP: Edição do Autor, 1986.
- PETERS, M.B. Potencialidade de Uso de Fontes Alternativas de Água para Fins Não Potáveis em uma Unidade Residencial. Florianópolis, SC: UFSC,

8.2 Cartilhas

- FERREIRA, A. E FERRÃO, R.V. (eds.) Programa Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: CID MMA, 3ª Edição, 2005, 102p.
- MARCATTO, C. et al. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Documento de Introdução. Brasília, DF: CID MMA, 2004, 50p.

8.3 Normas Técnicas

- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Norma Técnica nº5.626: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, RJ, 1998.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Norma Técnica nº7.229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, RJ, 1993.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Norma Técnica nº8.160: Sistemas prediais de esgoto sanitário -Projeto e execução. Rio de Janeiro, RJ, 1999.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Norma Técnica nº10.844: Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, RJ, 1989.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Projeto 00:001.77-001: Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em áreas urbanas – Diretrizes. Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- CENTROSUL. Regulamento geral para contratação de eventos. Florianópolis, SC. 2004.

8.4 Web Sites

- ELETROSUL. “A Casa Eficiente”. Disponível em:
<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=52>. Acesso em out. 2007.
- CELITE. Louças sanitárias. Disponível em:
<http://www.celite.com.br>. Acesso em nov. 2007.
- LUSA. Notícia sobre simulador de consumo da Empresa Portuguesa de Águas Livres – EPAL. Disponível em <http://ww1.rtp.pt/noticias/index.php?article=246623&visual=26>. Acesso em jul. 2007.
- NEWSUL. Bombonas plásticas. Disponível em:
<http://www.newsul.com.br>. Acesso em nov. 2007.
- SCHNEIDER. Produtos fabricados – motobombas. Disponível em: <http://www.schneider.ind.br/>
Acesso em nov. 2007.
- TIGRE. Produtos fabricados – componentes de água e esgoto. Disponível em:
<http://www.tigre.com.br>. Acesso em out. 2007.
- UFBA. Sobre o programa Aguapura. Disponível em:
<http://teclim.ufba.br/aguapura2/oprojeto.php>. Acesso em out. 2007.
- USP. Sobre o programa PURA-USP. Disponível em:
<http://www.pura.poli.usp.br/main.htm>. Acesso em out. 2007.

9 ANEXOS

ANEXO 1

Planilhas de dimensionamento das tubulações de distribuição de água

Anexo 1a - Dimensionamento das Colunas de Água Fria

Col.	Vóculo(s)	Aparelhos	Pesos		Q [l/s]	D Cot. (mm)	Di Adot. (mm)	DN (mm)	V [m/s]	J [m/m]	L [m]		Hp [m.c.a.]	Cota Geom. [m]		Cota Piez. [m]		Pressão [m]		
			Unit.	Total							Real	Equip. Tot.		Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	
AFP	1 e 2	1T0+1LR+ 1C+1V	1,7	1,7	0,38	18,22	21,6	25	1,0675	0,0771	2,73	1,00	3,73	0,28	3,98	1,25	3,98	3,68	3,00	2,44
AFN	3	1V8+1MC+ 1TG	1,0	1	0,30	15,96	17	20	1,32	0,151	2,68	3,60	3,43	0,52	3,98	1,30	3,98	3,46	3,00	2,11

AFP= Ccluna de distribuição p/ usos Potáveis

AFN= Ccluna de distribuição p/ usos Não potáveis

Tabela- Feições de ramgas Inicializadas

Conexão	DN	
	20	40
Uchelo 90	1,2	1,5
Quiva 45	0,3	0,4
Quiva 90	0,5	0,6
Tê passag. dir.	0,8	0,9
passag. lat.	2,4	3,1
Entrada brida	0,8	1
Saída tubc	0,6	0,9
Reg. gaveta Alceato	0,1	0,2
Válv. rotçãoção bovo	2,7	3,8
Válv. pé de crivo	9,5	10,0

Tabela - Alturas e cotas da unidade

	Pressão inicial = 5,0
Cota fundores sup	3,90
Cota alimres sup	4,28
Cota extrac. r. sup	4,31
Altura alimres sup	0,30
Altura res. sup	0,58
Cota fundores inf	0,05
Cota alimres inf	0,25
Cota saída res inf	0,11
Altura alimres inf	0,20
Altura útil res inf	0,20
Cota entrada fitro	1,22
Cota saída fitro	0,58
Cota exo M-Horiztal	1,68
Cota exo M-Vertic	1,68
Cota suporte	3,15
Altura do suporte	0,80
Cota estrutura	2,35
Altura estrut. divis.	2,15
Altura divisória	2,00
Cota assadoho	0,35
Altura acasalhc	0,15
Altura estrut. Base	0,05
Altura total	0,15

Tabela - Pesos relativos e cotas pontos utilização

Aparelho Sanitário	- Sigla	Pescautilização	P. Relativo	H ponto	Cota ponto
Tanque	- TN	Tomreira dupla	-	3,90	1,25
Máquina lava-roupas	- ML		-	3,90	1,25
Chuveiro ou ducha	- CH	Misturador	0,4	1,80	2,15
Lavatório	- V	Tomreira ou mistur.	0,3	3,60	0,95
Vaso sanitário	- VS	Caixa de descarga	0,3	3,30	0,65
Mictório	MC	válvula descarga	0,3	1,00	1,35
Tomreira jardim geral	- TO	Tomreira	0,4	3,30	0,65

Abob-Dnaionabtdsistkqõesdtdhbiçã-larisesubranis																				
Tietro	Sona Fesos	Q1/4	D.ául [mm]	ID aditab: [mm]	D [mm]	V [m/s]	J [m/s]	Lp [m]			Ht [Re]	Hp [mca]	Cda [Re] [m]		Cda [Re] [m]		Resão Req [mca]	Obs		
								Rei	Ea	Ta			Mdt	Js	Mdt	Js				
RariseSbranisDahniçãoguarFóad-Múlos-1ae2																				
B-1C/M	100	Q33	1596	1700	2100	132	016	054	460	504	000	076	125	125	339	233	244	188	100	OK
B-1	070	Q25	1460	1700	2100	141	011	031	310	341	000	000	125	125	339	339	244	244	100	OK
1-CH	040	Q19	1239	1700	2100	052	002	030	370	460	000	010	125	275	339	339	244	144	100	OK
1-LV	030	Q16	1181	1700	2100	072	005	030	230	320	000	017	125	085	339	332	244	257	100	OK
RariseSbranisDahniçãoguarFóasTáats-Múlos3																				
D-3	100	Q33	1596	1700	2100	132	016	030	130	210	000	032	135	085	346	374	211	249	100	OK
3-VS	030	Q16	1181	1700	2100	072	005	000	240	240	000	018	085	085	374	302	249	237	100	OK
3-TG	070	Q25	1460	1700	2100	141	011	051	200	251	000	028	085	085	374	266	249	222	100	OK
D-MC	030	Q16	1181	1700	2100	072	005	034	330	424	000	022	135	135	346	324	211	189	100	OK

ANEXO 2

Planilhas de dimensionamento das tubulações de coleta de esgoto.

Anexo 2 - Dimensões e Quantidades Componentes do Sistema de Coleta de esgoto										
Trechos Ramais Descarga e Ramais Esgoto	Q [l/s]	DN [mm]	L _{eixo-eixo} [m]	i [m/m]	Desnível [cm]	Componentes				
						Quant.	Unid.	Descrição	Medida [mm]	
VS - Junção TG VS = Vaso Sanitário TG = Torneira de uso Geral	0,96	75	0,64	0,022	1,4	1	peça	adaptador saída vaso sanitário	100	
						1	peça	joelho 90°	100	
						0,14	m	tubo	100	
						1	peça	joelho 90°	100	
						1	peça	luva simples	100	
						1	peça	redução excêntrica	100x75	
						0,12	m	tubo	75	
						1	peça	tê	75	
RS TG - Junção VS RS = Ralo Sifonado	0,25	50	0,38	0,022	0,8	1	peça	ralo sifon.c/ grelha	100x150x50	
						0,08	m	tubo	50	
						1	peça	redução excêntrica	75x50	
Junção VS/ TG - RI RI = Reservatório Inferior	1,21	75	2,21	0,022	4,9	1	peça	luva simples	75	
						0,31	m	tubo	75	
						1	peça	luva de correr	75	
						1,52	m	tubo	75	
						1	peça	luva de correr	75	
						0,17	m	tubo	75	
						1	peça	luva simples	75	
						1	peça	joelho 45°	75	
						1	peça	curva 90°	75	
						1	peça	joelho 90°	40	
Descarga MC - Bombona MC = Mictório	0,16	40	0,35	1,000	35,0	1	peça	joelho 90°	40	
						0,3	m	tubo	40	
						1	peça	joelho 90°	40	
						1	peça	sifão flexível	universal	
						1	peça	bombona cúbica com bocal e alça PEAD 20 litros	29x25x35	
Reservação águas amarelas: LV - RS CH LV = Lavatório CH = Chuvaieiro	0,16	40	0,88	0,022	1,9	1	peça	sifão flexível	universal	
						1	peça	joelho 90°	40	
						0,5	m	tubo (vertical)	40	
						1	peça	curva 90°	40	
						0,19	m	tubo	40	
						1	peça	joelho 45°	40	
						0,6	m	tubo	40	
						1	peça	ralo sifon.c/ grelha	100x150x50	
RS CH - CS CS = Caixa Sifonada	0,35	50	1,13	0,022	2,5	0,40	m	tubo	50	
						1	peça	luva de correr	40	
						0,57	m	tubo	50	
						1	peça	buxa redução longa	50x40	
						1	peça	caixa sifon.c/ tampa	150x150x50	
MR - Junção TN MR = Máquina lava Roupas (representativa)	0,15	40	0,34	1,000	34,0	1	peça	joelho 90°	40	
						0,26	m	tubo	40	
TN - Junção MR TN = Tanque	0,15	40	0,24	vertical	24,0	1	peça	sifão flexível	universal	
						1	peça	joelho 90°	40	
Junção TN/ MR - CS	0,30	40	0,38	0,022	0,3	0,16	m	tubo	40	
						1	peça	junção simples tipo "y"	40	
						0,19	m	tubo	40	
						1	peça	curva 90°	40	
CS - RI	0,65	50	0,43	0,022	0,9	0,13	m	tubo	40	
						0,2	m	tubo	50	
						1	peça	joelho 45°	50	
						1	peça	luva simples	50	
						0,13	m	tubo	50	
						1	peça	curva 90°	40	
Reservação águas cinzas brutas: VS - TQ seco TQ = Tubo de Queda (seco - sem fluxo de água)	0	100	0,38	0,022	0,8	1	peça	fundo de bombona cilíndrica aberta PEAD 40 litros	50x25	
						0,3	m	tubo	100	
RS TG - Junção seca VS	0	40	0,49	0,022	1,1	1	peça	tê	100x50	
						0,25	m	tubo	40	
						1	peça	buxa redução longa	50x40	
						1	peça	joelho 45°	50	
Ventilação falsa	0	40	2,5	vertical	250,0	1	peça	curva ligação ventilação 0 a 45	40	
						0,12	m	tubo	40	
						1	peça	joelho 45°	40	
						2,4	m	tubo	40	
						1	peça	buxa redução longa	50x40	
						1	peça	terminal de ventilação	50	

ANEXO 3

Planilhas de dimensionamento das tubulações de recalque

Anexo 3 - Dimensionamento das instalações de recalque

Decarga Águas Residuais Brutas: Abastecimento Reservatório Inferior - Módulo 1b

Q (l/s)	20	li (m)	20,00	λ	1,00	Qi	0,25
za (m)	5	fz (m)	0,50	λa	0,10	Qa	1,81

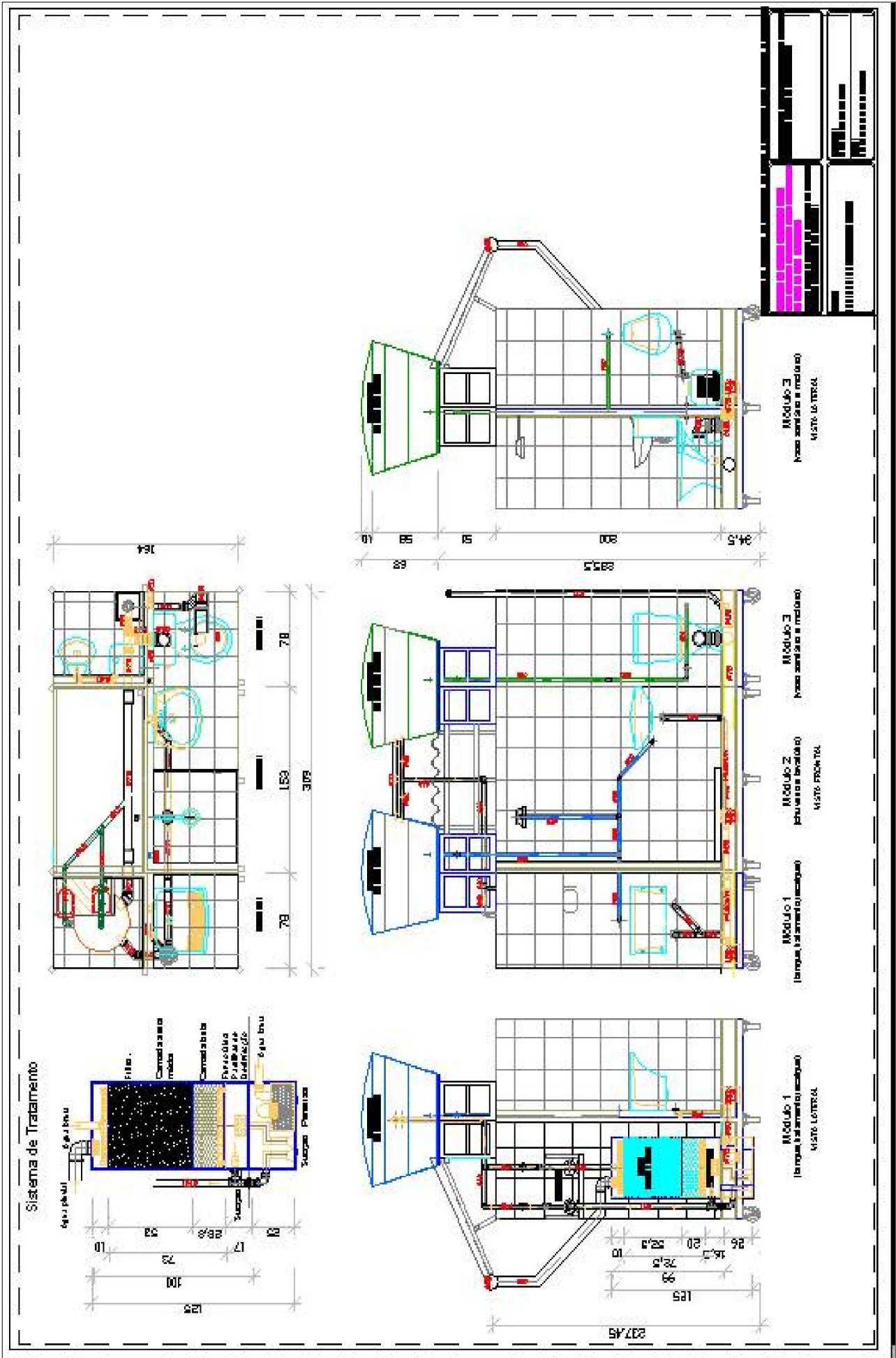
Recalque de Águas Cinzas Brutas, Traçasse Potável - Módulo 1b												Valores de Bombas				Nomenclatura		
Tipo	Fluxo Q [l/s]	D (cat) [mm]	D (ad) [mm]	DN [mm]	V [m/s]	J [m/m]	L [m]			Hy [mca]	Hp [mca]	Cota Geom [m]		Cota Rez [m]		Hm [mca]	V [m/s]	
							Red	Es	Tc			Mdt	Jd	Mdt	Jd			
R-MB2 [l/s]	alocão 0,25	-	2100	2500	0,68	0,24	17,20	18,04	16	0,68	0,11	1,68	0,11	0,11	0,00	7,32	532	063
MB2-Rs [l/s]	recalque 0,25	2100	2100	2500	0,68	0,24	11,30	13,54	H	0,48	0,30	0,30	0,68	7,32	6,82	068		
H-MB1	alocão 1,81	-	4100	5000	1,19	0,21	24,90	21,91	H	0,95	0,11	1,68	0,11	8,52	0,00		1,07	
MB1-IT	recalque 1,81	21,10	35,20	4000	1,66	0,11	15,20	18,36	H	1,81	1,69	2,22	3,46	7,02	5,22	066		
MB1-Rs [l/s]	recalque 1,81	21,10	35,20	4000	1,66	0,11	27,90	28,99	H	3,21	1,69	4,28	4,90	5,72	2,06		065	
T-MB2	alocão 1,81	-	4100	5000	1,19	0,24	11,50	11,90	H	0,52	0,39	1,68	0,39	0,00	7,48	067		
MB2-Rs	recalque 1,81	21,10	35,20	4000	1,66	0,11	32,40	21,20	H	2,70	1,69	4,28	0,17	6,47	7,48		064	

Escolha do Conjunto Moto-Bomba (Schmiedl, por curvas e tabela)

Q [l/s]	H [mca]	D [Factor]	∅ [FH]	N [Q]	η [%]
6,5	8,8	1/3-97	5,5	0,47	18 (por curva)
7,7	8	1/3-97	5,5	0,5	40 (por tabela)

ANEXO 4

Imagem da planta da unidade educativa



ANEXO 5

Relação de custos estimados.

	Descrição	Custo	
Materiais hidráulicos / sanitários	Aparelhos sanitários e peças de utilização: (b. sanitária, lavatório, torneiras, registro, etc)	730	
	Reservatórios e unidades de tratamento: (2 res. superiores 300L, bombonas, 1 filtro, etc)	500	
	Tubos, conexões e acessórios rede água: (diversos tubos, válvulas, registros manobra, conexões, etc.)	260	
	Conjunto moto-bomba: (2 unidades potência 1/2 cv marca Schneider série BC-91S)	590	
	Tubos, conexões e acessórios rede esgoto e pluvial: (diversos sifões, tubos, ralos, conexões, etc.)	190	
	Materiais estruturais/ construtivos diversos	Estrutura de aço (51m de tubo de aço 30x50mm em quadros soldados)	2250
Rodízios base da estrutura (18 rodas com eixo em placa giratória)		390	
Componentes fixação (parafusos, porcas arroelas, arrebites, grampos, etc)		60	
Chapas de isopor (chapas de 0,5x1,0m: 17m ² c/ 5mm)		410	
Chapas de compensado (chapas de 1,60x2,50m: 36m ² c/ 4mm e 9m ² c/ 10mm)		520	
Piso em lâmina sintética flexível (16m ² c/ 5mm)		530	
Telha reciclada (1 peça 2m ² 5mm)		30	
Colas e massas para acabamento (2,8kg de cola p/isopor, 4kg de cola p/ piso, etc.)		120	
Componentes elétricos (disjuntores, interruptores, fiação, etc)		50	
Serviços		Comunicação visual (placa principal, placas explicativas, símbolos, banners)	200
		Projeto executivo e coordenação geral de montagem (todas as etapas: serralheria a comunicação visual)	500
	Mão-de-obra auxiliar de montagem (etapas após serralheria e antes da comunicação visual)	300	
	Mão-de-obra instalações elétricas (rede interna da unidade: moto-bombas, iluminação, etc)	100	
	Total:	7730	

ANEXO 6

Análise quantitativa e qualitativa de demanda e de oferta de água.

Matriz Quantitativa de Demanda e Oferta de Água							
Análise Documental e Cálculos: Dados de Demanda (d) e de Oferta (o)							
APARELHOS SANITÁRIOS	PEÇAS DE UTILIZAÇÃO	Q _d [l/s]	Q _o [l/s]	P _{d min} [mca]	P _o [mca]	V _d [m/s]	V _o [m/s]
Lavatório	Torneira	0,15	0,16	1,00	2,57	máx. 3,00	0,72
Chuveiro ou ducha	Misturador	0,20	0,19		1,44		0,52
Vaso sanitário	Caixa descarga 6L	0,15	0,16		2,37		0,72
Mictório	Válvula descarga	0,15	0,16		1,89		0,72
Tanque	Torneira dupla	0,30	0,30		1,68		1,32
Lavadora de roupas	Torneira dupla	0,30	0,30		1,68		
Torneira área externa	Torneira	0,20	0,25		2,22		1,11
Torneira (r.predial)	Mangueira	0,20	0,20	1,00	1,00	1,50	1,50
Reserv. A. Potável	Torneira de bóia	0,30	0,91		7,54	máx.	1,19
Reserv. A. Cinza	Torneira de bóia	0,30	0,91			3,00	
Obs.:							
>Vazões, pressões e velocidades mínimas sugeridas pela NBR5626							
> Equipamentos economizadores desconsiderados							
> Torneira dupla atende tanque e mangueira representativa p/ máquina lava-roupas							
> Torneira (ramal predial) estaria disponível no local que recebe a unidade							

ANEXO 7

Imagens da maquete eletrônica da unidade educativa

