



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
Área de Concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente**

**Rubem Schöffel**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE  
TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS DE ÁGUA EM AEROPORTO DE  
PEQUENO PORTE VISANDO A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

**Passo Fundo  
2009**

**Rubem Schöffel**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE  
TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS DE ÁGUA EM AEROPORTO DE  
PEQUENO PORTE VISANDO A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

Orientador: Vera Maria Cartana Fernandes, Dr<sup>a</sup>.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia para obtenção do grau  
de Mestre em Engenharia na Faculdade de  
Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo  
Fundo na Área de concentração Infraestrutura e  
Meio Ambiente

Passo Fundo

2009

**Rubem Schöffel**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE  
TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS DE ÁGUA EM AEROPORTO DE  
PEQUENO PORTE VISANDO A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia para obtenção do grau  
de Mestre em Engenharia na Faculdade de  
Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo  
Fundo na Área de concentração Infraestrutura e  
Meio Ambiente

Data de aprovação: Passo Fundo, 23 de março de 2009

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação.

Dr<sup>a</sup> Vera Maria Cartana Fernandes  
Orientador

Dr<sup>a</sup> Rutinéia Tassi  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Dr<sup>a</sup> Evanisa Fátima Reginato Quevedo Melo.  
Universidade de Passo Fundo - RS

Dr<sup>a</sup> Luciana Londero Brandli  
Universidade de Passo Fundo - RS

Passo Fundo  
2009

Aos meus pais, por toda sua dedicação a minha formação.

A minha esposa e minha filha por todo o incentivo, apoio, compreensão e carinho nos momentos mais difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço sinceramente a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e, em especial:

À Professora Vera Maria Cartana Fernandes pela orientação segura e dedicada;

Aos Acadêmicos da Universidade de Passo Fundo Vinicius Scortegagna, Virgínia Becker e Clélio Bertani, pela cooperação durante a instalação e leitura de equipamentos;

Ao FINEPE, pelo apoio financeiro;

À INFRAERO por possibilitar e apoiar a aplicação da metodologia em seu sistema.

## Resumo

Em conformidade com os princípios e diretrizes globais do desenvolvimento sustentável, torna-se necessária uma redução no consumo dos recursos ambientais, este trabalho limitou-se a abordagem dos recursos hídricos. Entre as diversas maneiras de conservação dos recursos hídricos a cobrança pelo uso da água é uma das formas de sensibilizar os usuários na redução do consumo. Assim torna-se necessária a adoção de medidas pelos diferentes setores usuários para a sua redução. As medidas propostas neste trabalho para a redução do consumo de água em sítios aeroportuários de pequeno porte, como o aeroporto Lauro Kurtz em Passo Fundo – RS, foram a instalação de equipamentos economizadores de água e a implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva. Para a análise da viabilidade técnica e econômica das intervenções, foi feito um levantamento na busca de documentos relacionados ao consumo de água, a identificação e cadastramento dos ambientes e aparelhos sanitários, possibilitando, assim, a determinação dos processos que utilizam água e tornando possível encontrar os locais nos quais poderão ser instaladas as tecnologias economizadoras de água. E através de simulações da redução do consumo, geradas com a instalação das tecnologias economizadoras, e da aplicação das metodologias de cobrança pela água já implantadas em outras bacias hidrográficas, foi avaliada a viabilidade da implantação destas tecnologias. Considerando as intervenções possíveis, foram criados cenários de consumo de água com as alternativas possíveis de instalação de equipamentos economizadores, onde foi proposta também a implantação de um sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva, o qual se mostrou muito eficiente na redução do consumo de água potável. Para a análise da viabilidade econômica do projeto foi escolhido o método do *payback*. A conclusão da pesquisa é que o índice de consumo de água potável existente no sítio aeroportuário de Passo Fundo é de 10,8 L/pessoa antes da implantação dos equipamentos, e após a implantação é de 2,53 L/pessoa. E considerando os impactos ambientais do terminal de passageiros quanto ao consumo de recursos hídricos e geração de efluentes, a redução é de 76,53 % e 40,63 % respectivamente, esta redução do índice de consumo dos recursos hídricos torna viável tecnicamente a implantação das tecnologias economizadoras. E utilizando-se o método de *payback*, e a vida útil dos equipamentos como sendo o tempo de retorno do investimento, é viável economicamente a implantação de tecnologias economizadoras. E considerando a grande quantidade de água potável possível de economizar, este projeto é uma excelente vitrine para a divulgação da proposta de redução do consumo de água potável.

Palavras-chaves: água potável, tecnologias economizadoras, viabilidade econômica.

## *Abstract*

*Taking the defensible development principles and the global guidelines into consideration, a reduction in the consumption of the environmental resources is necessary. Considering the hydric resources, the charging of the used water is a way to touch consumers in relation to the water consumption reduction. This way, the adoption of the proposed measures in this work by the different user sectors for the water reduction is necessary. These measures for the water reduction are to be done in small airports, like Lauro Kurtz airport in Passo Fundo city, where the installation of saving water equipments and the implantation of a rain water utilization were done. For the economical feasibility analysis a survey to find documents related to the water consumption and projects of building hydraulic systems, the identification and the cadastral of the environments and the sanitary equipments were carried out in order to enable this way, the determination of the processes which use water and the identification of the places where saving water technologies can be installed. Through the simulation of the consumption reduction and the consideration with the charging methodologies which are already implanted in other hydrografic basins, the feasibility of the implantation of these technologies were evaluated. Considering the possible interventions, water consumption sceneries were created with the possible alternatives of installation of the saving equipments, where a rain water utilization was also proposed and was really efficient to reduce the drinkable water consumption. For the economical viability analysis of the project, the payback method was used. The conclusion of the research is that the drinkable water consumption level that exists in Passo Fundo city airport is 10,8 l per person before the implantation of the equipment e after 2,53l per person. Considering the environmental impacts related to the water consumption in the airport, the reduction is 76,53% in the hydric resources and 40,63% in the wastewater generation. The reduction of the hydric resources consumption level turns the implantation of saving technologies viable. And using the payback method and the useful life of the equipment as the investment return, it's economically viable the implantation of these saving water technologies. Considering the great quantity of drinkable water that is possible to save, this project is excellent for the divulgation of the proposal of the reduction of drinkable water consumption.*

*Key words: drinkable water, saving technologies, economical viability.*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	19
2.1 Considerações iniciais	19
2.2 Demanda dos recursos naturais	20
2.3 Conservação da água	21
2.4 Ação sustentável para uso racional da água	27
2.5 Instrumentos de gestão dos recursos hídricos	29
2.5.1 Cobrança pelo uso da água	30
2.6 Tecnologias economizadoras	37
2.6.1 Mictório sem água	37
2.6.2 Bacias sanitárias	38
2.6.3 Arejadores	43
2.6.4 Normas para equipamentos sanitários	44
2.6.5 Características dos equipamentos economizadores	45
2.7 Avaliação econômica para conservação dos recursos hídricos	46
<b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	49
3.1 Local de desenvolvimento do trabalho	49
3.2 Descrição das etapas da pesquisa	49
3.2.1 Equipamentos Utilizados	50
3.2.1.1 Monitoramento da pressão no sistema hidráulico	50
3.2.1.2 Medição do consumo total	51
3.2.1.3 Detecção de vazamentos	53
3.2.2 Análise documental	54
3.2.3 Levantamento de campo	54
3.2.3.1 Identificação do sistema predial de água fria	55
3.2.3.2 Determinação dos processos que utilizam água	40
3.2.3.3 Identificação e cadastramento de perdas visíveis de água e condições de operação e conservação dos aparelhos	55
3.2.3.3.1 Cadastramento e inspeção dos aparelhos sanitários	55
3.2.3.3.2 Métodos utilizados para a análise visual de perdas físicas de água	56
3.2.4 Caracterização do consumo de água	57
3.2.5 Seleção dos equipamentos economizadores	58
3.2.6 Cálculo da economia gerada com a redução do consumo de água	59
3.2.6.1 Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo	59



3.2.6.2	Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras .....	60
3.2.6.2.1	Custos intangíveis .....	60
3.2.6.3	Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo .....	61
3.2.6.4	Simulação das despesas .....	61
3.2.6.5	Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores .....	46
3.2.6.6	Simulação dos fluxos de caixa .....	62
3.2.6.7	Escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica .....	62
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>64</b>
4.1	Levantamento de campo .....	64
4.1.1	Identificação do sistema predial de água fria .....	64
4.1.1.1	Subsistema de abastecimento .....	64
4.1.1.2	Subsistema de distribuição .....	65
4.1.2	Determinação dos processos que utilizam água .....	67
4.1.2.1	Localização dos ambientes consumidores de água .....	67
4.1.2.2	Descrição dos ambientes sanitários .....	67
4.1.3	Identificação e cadastramento de perdas visíveis de água e condições de operação e conservação dos aparelhos .....	69
4.1.3.1	Cadastramento e inspeção dos aparelhos sanitários .....	69
4.1.3.1.1	Descrição dos ambientes sanitários .....	69
4.1.3.2	Resultados das inspeções visuais. ....	81
4.2	Caracterização do consumo de água .....	82
4.2.1	Avaliação das vazões do sítio aeroportuário .....	82
4.2.1.1	Vazões dos aparelhos .....	88
4.2.2	Avaliação das pressões no sistema hidráulico e dos equipamentos .....	90
4.3.3	Determinação da População do sistema .....	101
4.3	Seleção dos equipamentos economizadores .....	103
4.4	Cálculo da economia gerada com a redução do consumo de água .....	104
4.4.1	Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo .....	104
4.4.2	Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras .....	105
4.4.2.1	Custos Intangíveis .....	114
4.4.3	Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo .....	114
4.4.4	Simulação das despesas .....	117
4.4.5	Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores .....	118
4.4.6	Simulação dos fluxos de caixa .....	118
4.4.7	Escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica .....	119
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>122</b>
5.1	Conclusões da pesquisa .....	122

5.2	Recomendações para trabalhos futuros .....	123
	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>124</b>
	<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>129</b>
	<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>131</b>
	<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>134</b>
	<b>ANEXO 4 .....</b>	<b>143</b>
	<b>ANEXO 5 .....</b>	<b>145</b>
	<b>ANEXO 6 .....</b>	<b>147</b>
	<b>ANEXO 7 .....</b>	<b>151</b>
	<b>ANEXO 8 .....</b>	<b>159</b>
	<b>ANEXO 9 .....</b>	<b>170</b>

## LISTA DE TABELAS

2.1	Indicadores nos cenários, após a instalação dos equipamentos, apresentando o impacto na redução e o período de retorno .....	24
2.2	Estrutura tarifária para determinação da conta de água, aplicada pela CORSAN no RS .....	36
2.3	Percentual de conformidade das empresas participantes e não participantes do programa. ....	39
2.4	Resumo dos resultados dos desempenhos das bacias obtidos em laboratório .....	41
2.5	Consumos médios e percentuais de redução por dispositivo seletivo e por bacia. ....	41
2.6	Consumos comparativos entre equipamentos. ....	43
2.7	Reduções médias possíveis e retorno do investimento quando aparelhos economizadores de água substituem metais sanitários convencionais .....	45
3.1	Média de perda de água em função de vazamentos em torneiras .....	57
4.1	Ambientes geradores de consumo de água no sítio aeroportuário Lauro Kurtz ...	67
4.2	Aparelhos geradores de consumo, por ambiente em todo sítio aeroportuário.....	68
4.3	Resumo dos aparelhos consumidores de água no aeroporto Lauro Kurtz, 2008....	68
4.4	Vazões de todos os pontos de consumo nos ambientes considerados do sítio aeroportuário .....	88
4.5	Pressão na torneira 4G do sanitário feminino G .....	91
4.6	Pressão na torneira 3C do sanitário masculino C .....	92
4.7	Pressão na torneira 3D do sanitário masculino D .....	93
4.8	Pressão na torneira 6E do sanitário masculino E .....	94
4.9	Pressão na torneira 2A do sanitário masculino A .....	95
4.10	Pressão na torneira 2B do sanitário feminino B .....	96
4.11	Pressão na torneira 3I do sanitário administração I .....	97
4.12	Pressão na torneira de lavagem externa frontal .....	97
4.13	Pressão na torneira de lavagem externa lado esquerdo .....	98
4.14	Pressão no chuveiro 1L – Refeitório L .....	99
4.15	Pressão no chuveiro 1L – Refeitório L 2ª coleta .....	100
4.16	Movimentação mensal de pessoas do aeroporto .....	102
4.17	Intervenções possíveis por ponto de consumo .....	103
4.18	Estimativa de consumo por tecnologias instalada nos diferentes pontos .....	106
4.19	Estimativa da redução de consumo por tecnologia implantada .....	110
4.20	Estimativa da redução de consumo por tipo de tecnologia implantada .....	111
4.21	Consumo atual por tecnologia .....	112
4.22	Consumo estimado com a implantação das tecnologias do cenário B .....	112
4.23	Redução geral estimada para o cenário B .....	113
4.24	Consumo estimado com a implantação das tecnologias do cenário C .....	113
4.25	Redução geral estimada para o cenário C .....	113
4.26	Consumo por cenário de água potável e de chuva.....	115
4.27	Consumos por cenário para cálculo da futura conta da CORSAN.....	116
4.28	Valor da conta de água do terminal de passageiros usando valores da Bacia do rio S <sup>ta</sup> Maria e CORSAN .....	116
4.29	Valor da conta de água do terminal de passageiros usando valores da PCJ .....	117
4.30	Valor da conta de água do terminal de passageiros usando valores da CEIVAP .	117
4.31	Custo de implantação dos cenários .....	118

4.32	Cálculo da receita após a implantação de cada cenário .....	119
4.33	Tempo de retorno do investimento .....	120
4.34	Tempo de retorno do investimento em relação a vida útil .....	120

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Produtividade hídrica .....	21
2.2	Consumo doméstico de água .....	27
2.3	Mictório sem água .....	38
2.4	Bacia sanitária com mecanismo de descarga dual (a) e detalhe do botão de acionamento com a indicação das duas opções de descarga (b) .....	42
2.5	Arejadores .....	43
3.1	Localização do aeroporto Lauro Kurtz .....	49
3.2	Data Logger - Metrolog P .....	51
3.3	Medidor Multijato Multimag 3/4” .....	51
3.4	Medidor Flodis 3/4” .....	52
3.5	Medidor Flodis 1” .....	52
3.6	Interface de comunicação ótica .....	52
3.7	Log Box .....	53
3.8	Cyble pulsado K1 .....	53
3.9	Geofone Eletrônico .....	54
4.1	Reservatório do sítio aeroportuário Lauro Kurtz.....	65
4.2	Isométrica do reservatório .....	65
4.3	Entrada da alimentação da ampliação do terminal .....	66
4.4	Ambientes sanitários A e B – Terminal de passageiros .....	70
4.5	Ambientes sanitários A e B – Terminal de passageiros .....	70
4.6	Ambientes sanitários C e D – Terminal de passageiros .....	72
4.7	Ambientes sanitários C e D – Terminal de passageiros .....	72
4.8	Mictório ambiente C – Terminal de passageiros .....	72
4.9	Ambientes sanitários E e F – Terminal de passageiros .....	74
4.10	Ambiente sanitário E – Terminal de passageiros .....	74
4.11	Ambiente sanitário G, Cozinha H – Terminal de passageiros .....	76
4.12	Ambiente sanitário G, cozinha H - Terminal de passageiros .....	76
4.13	Ambiente sanitário I – Administração .....	77
4.14	Ambiente sanitário I – Administração .....	77
4.15	Ambiente L – Refeitório .....	78
4.16	Ambiente sanitário L – Bacia Sanitária .....	79
4.17	Ambiente sanitário L – Lavatório .....	79
4.18	Ambiente sanitário L – Chuveiro .....	80
4.19	Ambiente sanitário L – Pia da Cozinha .....	80
4.20	Torneira de lavagem externa .....	81
4.21	Local de instalação do hidrômetro no sítio aeroportuário Lauro Kurtz .....	82
4.22	Hidrômetro instalado no sítio aeroportuário Lauro Kurtz .....	83
4.23	Gráfico de vazão do período de 29/04/08 a 06/05/08 .....	83
4.24	Volume consumido no período de 29/04 a 06/05 .....	84
4.25	Volume consumido no período de 08/08/08 a 11/09/08 .....	85
4.26	Vazões médias dos sábados .....	85
4.27	Vazões médias dos domingos .....	86
4.28	Vazões médias das segundas .....	86
4.29	Vazões médias das terças .....	87

4.30	Vazões médias das quartas .....	87
4.31	Vazões médias das quintas .....	88
4.32	Monitoramento de um ponto .....	90
4.33	Pressão na torneira 4G do Sanitário feminino G .....	91
4.34	Pressão na torneira 3C do sanitário masculino C .....	92
4.35	Pressão na torneira 3D do sanitário masculino D .....	93
4.36	Pressão na torneira 6E do sanitário masculino E .....	94
4.37	Pressão na torneira 2A do sanitário masculino A .....	95
4.38	Pressão na torneira 2B do sanitário feminino B .....	96
4.39	Pressão na torneira 3I do sanitário administração .....	97
4.40	Pressão na torneira de lavagem externa frontal .....	98
4.41	Pressão na torneira de lavagem externa lado esquerdo .....	98
4.42	Pressão no chuveiro 1L – Refeitório .....	99
4.43	Pressão no chuveiro 1L – Refeitório L 2 <sup>a</sup> coleta .....	100
4.44	Gráfico com o monitoramento de 24 h da pressão na pia do bar .....	101
4.45	Número de acionamentos nas bacias sanitárias e mictórios .....	102
4.46	Quantidade de acionamentos por volume, nas bacias sanitárias de duplo acionamento e uso dos mictórios .....	109

## LISTA DE QUADROS

2.1	Consumo máximo de água por peça sanitária nos EUA .....	44
4.1	Intervenções propostas por ponto de consumo .....	105

## 1 INTRODUÇÃO

O uso racional da água e o combate ao seu desperdício são hoje uma preocupação mundial. Os problemas associados à água estão relacionados à sua distribuição geográfica desigual, ao aumento desordenado da população e ao mau uso do recurso. Segundo a ONU, estima-se que cerca de 1/3 da população mundial vai experimentar efeitos extremos da escassez de água até o ano 2025.

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água, e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, uma nova forma de comportamento deve ser tomada pelas pessoas, mudando seus hábitos e desenvolvendo uma cultura de economia deste recurso que é vital.

Considerando que a água é uma substância inerente à boa qualidade de vida humana, e que o Brasil possui uma das maiores reservas hídricas do planeta, aproximadamente 13% do total de água doce disponível, é inadmissível que falte água no Brasil, seja nas cidades, no campo, ou inclusive no semi-árido Nordeste. A água precisa apenas ser tratada como bem econômico essencial, à vida, à saúde, à economia por todos os setores da sociedade, segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

A sustentabilidade ambiental remete para a necessidade de manutenção dos ecossistemas de suporte do planeta como premissa indispensável ao crescimento econômico e equitativo e à permanência da humanidade. A persistência da vida no planeta passa a ser priorizado nos sistemas de gestão em quaisquer níveis, em conjunto com a distribuição mais justa dos recursos naturais disponíveis, dentre os quais se destaca a água, em razão de sua imprescindibilidade à manutenção da vida no planeta e ao desenvolvimento das mais variadas atividades humanas. (PIEZELLA, 2006)

Segundo Oliveira (2007) focando na valorização da água, será atingida, então, a sustentabilidade hídrica, um dos objetivos tão desejados pela ONU que, em seu relatório sob o título “Nosso Futuro Comum”, enfoca o conhecido e mal compreendido conceito de “Desenvolvimento Sustentável”, definido como “o atendimento das necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também às suas”.

Logo, dentro deste contexto, promover alternativas para o aumento da oferta e a redução da demanda de água são medidas que devem ser consideradas em todos os setores da



sociedade. Lembrando, ainda, que a água é um bem econômico e, por isso, passível de cobrança (BRASIL, 1997).

Para contribuir com essa mudança de paradigma, segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006), os trabalhos atuais nessa área propõem o desenvolvimento e a implantação de programas de gestão de água, nos quais a implantação de tecnologias economizadoras de água é uma das medidas mais utilizadas, mas para isso é necessário o conhecimento pleno do uso da água (quantitativo e qualitativo) em todas as edificações, áreas externas e processos, para identificar os maiores consumidores e as melhores ações de caráter tecnológico a serem realizadas, bem como os mecanismos de controle que serão incorporados ao Sistema de Gestão da água a ser estabelecido.

O desenvolvimento deste trabalho justifica-se na medida em que se pretende estudar o uso da água em sítios aeroportuários de pequeno porte, focado no estudo de caso do aeroporto Lauro Kurtz em Passo Fundo. Embora o referido aeroporto tenha sido ampliado para atender a demanda de vôos da região de Passo Fundo-RS, que é um pólo importante para o desenvolvimento da região do planalto médio, tanto pelo grande número de empresas que estão se expandindo, quanto pela forte produção agrícola, este não possui nenhum programa de economia e uso racional da água, bem como nenhuma avaliação de impactos ambientais causados pelo desenvolvimento de suas atividades.

Tendo em vista a escassez hídrica, é necessário o desenvolvimento e a aplicação de métodos e sistemas alternativos modernos para a minimização da demanda dos recursos hídricos locais. Logo, constitui-se o problema desta pesquisa a seguinte questão: É viável técnica e economicamente a implantação de um programa de economia de água em edifícios aeroportuários de pequeno porte, com enfoque na aplicação de tecnologias economizadoras de água?

Assim, o objetivo geral desse trabalho é o desenvolvimento de um estudo para determinar a viabilidade técnica e econômica de implantação de tecnologias economizadoras de água no aeroporto Lauro Kurtz em Passo Fundo/RS. Para alcançar o objetivo pretendido com este trabalho, será necessário o desenvolvimento dos seguintes objetivos específicos:

- Realizar o diagnóstico preliminar do consumo de água no aeroporto Lauro Kurtz;
- Identificar e caracterizar os pontos de consumo de água;
- Cadastrar e identificar os possíveis pontos de vazamento e de desperdícios de água;

- Identificar os equipamentos e tecnologias economizadoras de água possíveis de aplicação no caso em estudo;
- Analisar a viabilidade econômica do investimento para a aplicação das tecnologias economizadoras e a eliminação dos desperdícios por vazamento, levando-se em consideração também o preço a ser pago pela água a ser instituído pelo comitê de bacia hidrográfica da região.

Este estudo é apresentado em cinco capítulos sendo o primeiro a introdução onde se lança o problema da escassez de água e a necessidade de restabelecer a sustentabilidade hídrica. O segundo capítulo é a revisão bibliográfica onde se enfatiza a necessidade da cobrança pelo uso da água como forma de minimizar o consumo. O terceiro capítulo é a metodologia, esta é composta por etapas sendo que as primeiras compreendem a descrição dos equipamentos, avaliação técnica preliminar e a formação de um banco de dados. As seguintes correspondem ao estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de um programa de conservação de água, enfocando as alternativas relacionadas à otimização do uso da água, desenvolvidas no sítio aeroportuário “Lauro Kurtz”, considerado um aeroporto de pequeno porte. O quarto capítulo é a apresentação e análise dos resultados, inicia-se pelo levantamento de campo e o cadastramento e identificação dos ambientes e aparelhos sanitários possibilitando o diagnóstico do consumo de água, para identificar os pontos possíveis de intervenção. O quinto capítulo apresenta as Conclusões e as Considerações para Trabalhos Futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Considerações Iniciais

Nos próximos itens serão abordadas algumas ações que têm sido adotadas para enfrentar a eminente escassez de água e alguns conceitos para o melhor entendimento do assunto, para assim fundamentar o desenvolvimento deste trabalho.

Uma das ações a destacar é o Programa de Uso Racional da Água (PURA), desenvolvido no período de 1995 a 1997, numa parceria entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), o Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo (IPT) e o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), lançado em 1997 pelo Ministério do Planejamento e Orçamento (SILVA; TAMAKI; GONÇALVES, 2002).

Além desses programas, que possuem alcance federal e/ou estadual, diversos trabalhos vêm sendo realizados e que geram metodologias com enfoque nos consumidores, os quais têm representado impactos de redução significativos no consumo de água, estudos estes que programam medidas no gerenciamento, tanto para a oferta como para a demanda de água.

As soluções que vêm sendo adotadas podem ser enquadradas em três níveis sistêmicos, conforme Oliveira (1999), assim conceituados:

- Macro - sistemas hidrográficos;
- Meso - sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário;
- Micro - sistemas prediais.

Neste trabalho, o nível das ações abordado é o nível micro (sistemas prediais), e as ações enfatizadas são as conservação da água, como:

O enfoque na demanda: “Otimização em busca do menor consumo de água possível mantidas, em qualidade e quantidade, as atividades consumidoras”, incluindo como frente para pesquisas os indicadores de consumo e demanda de água, a redução de perdas, os sistemas e equipamentos economizadores e a otimização dos sistemas hidráulicos;

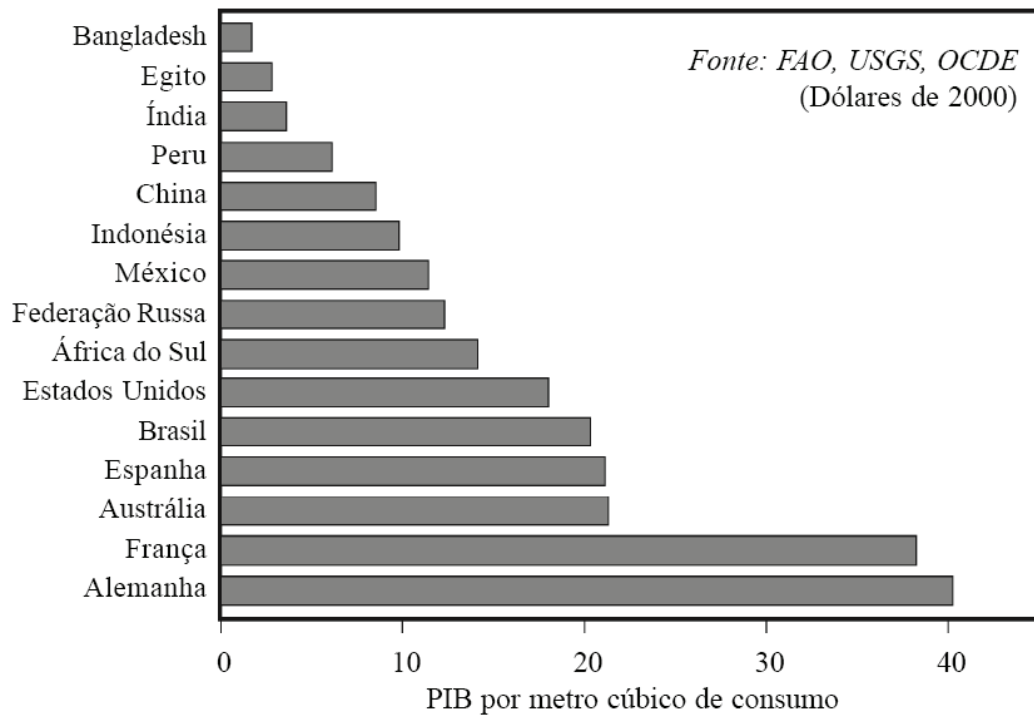
O enfoque na oferta: “Otimização da demanda pelo uso de ofertas alternativas de água, empregando água ‘menos nobre’ para fins ‘menos nobres’”, incluindo como frente para as pesquisas, o aproveitamento de água de poços, o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas.

## 2.2 Demanda dos recursos naturais

Para avaliar até que ponto o nosso impacto ambiental já ultrapassou o limite da sustentabilidade, foi criada, por *William Rees e Mathis Wackernagel* (s.d.), uma forma de calcular a quantidade de terra produtiva que uma economia requer para produzir os recursos dos quais precisa e assimilar seus resíduos, denominada de “Pegada Ecológica”.

Cálculos realizados pelo grupo californiano *Redefining Progress* (2007) revelam que a Terra possui 1,9 hectare per capita, de terras produtivas para suprir recursos e absorver resíduos. Todavia, são tão grandes as demandas ambientais das economias mundiais que o cidadão comum, hoje, utiliza 2,3 hectares de terra produtiva. Esse número global oculta, certamente, uma enorme variedade de pegadas ecológicas – desde os 9,7 hectares demandados pelo americano comum, até o 0,47 hectare utilizado pelo moçambicano comum. A análise das pegadas ecológicas revela que os níveis totais de consumo já haviam excedido a capacidade ecológica do planeta no final dos anos 70 ou início dos anos 80. Tamanho superconsumo só é possível por meio da redução dos estoques das reservas naturais, como quando a água de poço é bombeada a ponto de reduzir os níveis freáticos.

Como pode ser observado na Figura 2.1, a economia da Alemanha, por exemplo, em 2004 gerou US\$ 40 de PIB por metro cúbico de água consumido, ou seja, mais de 10 vezes o consumido da Índia.



Fonte: Iglesias (2004)

Figura 2.1: Produtividade hídrica

Mundialmente, as demandas hídricas triplicaram nos últimos 50 anos (IGLESIAS, 2004). O número de grandes represas (com pelo menos 15 metros de altura) aumentou de 5.000 em 1950 para mais de 45.000 em 2004 – uma taxa média de construção equivalente a duas grandes represas por dia, durante 50 anos.

### 2.3 Conservação da Água

Com base nas necessidades de cada usuário (FIESP/CIESP, 2005), a implantação de Programas de Conservação de Água (PCA) em edificações deve subsidiar os gerentes de utilidades na escolha das ações técnicas mais apropriadas e economicamente viáveis, para otimizar o uso da água, resguardando a saúde dos usuários e o perfeito desempenho dos sistemas envolvidos.

A conservação da água pode ser definida 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.

O consumo total de água (FIESP/CIESP, 2005) independentemente da tipologia de edifício considerada, é composto por uma parcela efetivamente utilizada e outra perdida, que pode ser decorrente do desperdício. O desperdício é definido como sendo toda a água que está disponível em um sistema e não é utilizada, ou seja, é perdida pelo uso excessivo, devido ao descaso dos usuários pela necessidade de sua preservação e também onde a água é utilizada sem que desta se obtenha algum benefício, como é o caso dos vazamentos. Dessa maneira, o desperdício engloba perda e uso excessivo.

A perda, definida como toda a água que escapa antes de ser utilizada para uma atividade fim, pode ocorrer por causa de vazamentos, mau desempenho do sistema hidráulico e negligência do usuário.

O uso excessivo, por sua vez, ocorre quando a água é utilizada de modo inadequado em uma atividade como o uso de procedimentos inadequados e o mau desempenho do sistema (FIESP/CIESP, 2005).

Logo, o consumo total de água de uma edificação pode ser definido como o consumo sendo igual à soma do uso mais o desperdício (FIESP/CIESP, 2005).

Das ações tecnológicas, de acordo com Oliveira e Gonçalves (1999) a mais acessível aos usuários é a substituição de componentes convencionais por economizadores e controladores de desperdícios de água. No que diz respeito a componentes, em sua grande maioria, a redução do consumo é alcançada independentemente da ação do usuário. Além disso, em geral, proporcionam ambientes sanitários mais limpos quando o acionamento de descargas é automático e também evitam perdas de água devido ao mal fechamento de componentes convencionais.

Oliveira (1999) considera o controle de desperdícios uma ação de fundamental importância para a estabilização dos valores mínimos de consumo alcançados pelos componentes economizadores e convencionais. Vários equipamentos com tecnologia de ponta podem ser utilizados para facilitar a execução dessa tarefa.

A pressão elevada pode contribuir para as perdas e os desperdício de água no sistema hidráulico de várias maneiras, tais como frequência de rupturas, de golpe de aríete ou de

fornecimento de água em quantidade superior à necessária numa torneira. Segundo estudos existentes, uma redução de pressão de 30 mca para 17 mca pode resultar em economia de aproximadamente 30% do consumo de água (FIESP/CIESP 2005).

O trabalho de Tamaki (2003) realizado na Universidade de São Paulo com a instalação de hidrômetros para medição setorizada do consumo de água, os quais realizam telemedições, possibilitou leituras contínuas e instantâneas via internet em computadores com programas de monitoração do consumo. O equipamento detectou um aumento de consumo de  $15 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . Acionado o departamento de manutenção, o vazamento foi localizado e estancado em 41,5 hs contados a partir do alerta dado pelo sistema de monitoração, o que, devido à magnitude do vazamento que exigiu a contratação de serviço externo e locação de máquinas, foi considerado excelente.

A implantação do Programa de Uso Racional da Água (PURA), na USP, (SILVA; TAMAKI; GONÇALVES, 2002) foi realizado em duas fases, na fase 1 em 8 unidades e na segunda em 21 unidades com as seguintes ações: redução de perdas físicas, redução de consumo nos equipamentos, caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água, e campanhas educativas, divulgação e treinamentos.

Quanto ao consumo, seu acompanhamento permitiu verificação de sensível queda:

- Unidades da Fase 1: A redução registrada foi de 48%, de  $81.147 \text{ m}^3/\text{mês}$  (2ºsem98, exceto julho) para  $42.583 \text{ m}^3/\text{mês}$  (2ºsem03).
- Unidades da Fase 2: Houve uma redução de 19%, de  $56.734 \text{ m}^3/\text{mês}$  (2ºsem99) para  $45.783 \text{ m}^3/\text{mês}$  (2ºsem03).
- Consumo total da (Fases 1 e 2): Registrou-se uma redução de 36%, de  $137.881 \text{ m}^3/\text{mês}$  (2ºsem98, exceto julho) para  $88.366 \text{ m}^3/\text{mês}$  (2ºsem03).

Em termos financeiros segundo Silva, Tamaki e Gonçalves, (2002), consultando dados da Coordenadoria de Administração Geral -CODAGE constatou que dois foram os movimentos responsáveis pelos ganhos que de 1998 a setembro de 2001 representaram um impacto financeiro estimado de R\$ 21,6 milhões: a redução de 25% da tarifa dentro da CUASO (Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira) e a redução do consumo decorrente da implantação do Programa.

O trabalho de Ywashima (2005), realizado no estado de São Paulo em uma escola escolhida por amostragem, na rede pública de Campinas, indica que a instalação de

tecnologias economizadoras em substituição aos componentes convencionais acarreta, além de uma redução pela eliminação dos vazamentos, uma economia adicional, caso o padrão de consumo após a referida instalação seja tal que os volumes utilizados sejam menores do que com o componente convencional. O volume por vazamentos foi desprezado, tendo em vista a sua pequena magnitude (66L perdidos em vazamentos para um consumo diário estimado de 13.799 L). Assim, o impacto de redução estimado no consumo total de água foi igual a 54,5%.

Os resultados do estudo de Ywashima (2005) indicam que o consumo histórico médio desta escola (com os vazamentos) é de 23,7 litros/aluno dia. Multiplicando-se por um total de 585 alunos e 22 dias úteis no mês, resulta em 305.019 litros (305m<sup>3</sup>). Com a redução estimada, o consumo mensal passaria a ser 139m<sup>3</sup>

Na tabela 2.1 são apresentados três cenários envolvendo o custo dos equipamentos, o impacto na redução e o período de retorno do investimento.

- Cenário A: consumo e redução (receita) constante a partir do 4º mês;
- Cenário B: sem redução do consumo (receita) nos meses de férias janeiro, julho e dezembro;
- Cenário C: sem redução do consumo (receita) nos meses de férias janeiro, julho e dezembro e redução no consumo de 50% do valor estimado, ou seja, de 27,25%.

Tabela 2.1 – Indicadores nos cenários, após a instalação dos equipamentos, apresentando o impacto na redução e o período de retorno.

DADOS / INDICADORES	TECNOLOGIA ECONOMIZADORA			TECNOLOGIA ANTIVANDALISMO		
	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário A	Cenário B	Cenário C
Investimento inicial	R\$ 8.946,88			R\$ 13.642,80		
Impacto de redução	54,5%	54,5%	27,25	54,5%	54,5%	27,25
Período de retorno ( <i>payback</i> atualizado)	7 meses	8 meses	11 meses	8 meses	9 meses	17 meses

Fonte: Ywashima, 2005.

Na caracterização de um dia típico de consumo de água nas três tipologias básicas das escolas da rede municipal, verificou-se que:



- nos banheiros estão as maiores parcelas do consumo: 45% na tipologia CEMEI (Centro Municipal de Educação Infantil), 71% na EMEI (Escola Municipal de Educação Infantil) e 86% na EMEF (Escola Municipal de Ensino Fundamental);
- a cozinha é o segundo maior ambiente consumidor de água, com 43% na tipologia CEMEI, 25% na EMEI e 10% na EMEF;

Com os resultados obtidos no estudos de Ywashima (2005), pode-se subsidiar a realização de novos trabalhos, indicando os pontos de consumo a serem priorizados em uma eventual campanha de substituição de equipamentos convencionais por economizadores.

Na simulação da inclusão dos custos de sistemas que aproveitam a água de chuva, reúso de água servida, utilização de equipamentos economizadores e de medição individual na construção de edifício residencial de médio padrão feita por Menezes (2006) mostra um pequeno impacto na taxa de retorno no investimento pronto.

A primeira, composta pela utilização conjunta de equipamentos economizadores, sistemas de medição individual e uso de água de chuva, apresentou uma expectativa de redução no consumo de água de 24%. Este percentual relativamente baixo é decorrente principalmente da característica de pequena oferta propiciada pelo sistema de uso de água de chuva em edifícios residenciais, impossibilitando a sua utilização nas descargas das bacias sanitárias dos apartamentos, responsável por aproximadamente 30% do consumo total de água.

A segunda, com a utilização do sistema de reúso de água servida ao invés da água de chuva e a manutenção da utilização dos equipamentos economizadores e medição individual, apresentou uma melhora significativa da expectativa de redução no consumo de água, aproximando-se de 50%. A economia gerada no valor da conta de água foi de praticamente 60%, equivalendo a uma redução média de R\$30,00 por apartamento.

Os custos de implantação destes sistemas, R\$51.000,00 para a primeira proposta (estudo de caso 01) e R\$177.000,00 para a segunda (estudo de caso 02), tiveram pouco impacto na taxa interna de retorno.

O aumento no investimento pronto segundo Menezes (2006), também não foi significativo: R\$13.000,00 para o estudo de caso 01 e R\$11.000,00 para o estudo de caso 02. Estes pequenos aumentos decorreram principalmente da arbitragem da velocidade de vendas utilizada na análise da qualidade do investimento do empreendimento na sua concepção original, fazendo com que a maior parte dos custos dos sistemas de conservação de água,

principalmente para o estudo de caso 02, ocorresse já no período caracterizado pelos retornos do investimento, ou seja, na fase final do ciclo de construção.

Na leitura do trabalho de Menezes (2006), observou-se a falta dos custos relacionados ao monitoramento do sistema de reúso de água, o qual exige pessoal especializado, além de testes periódicos referentes à qualidade do efluente e para a água de reúso.

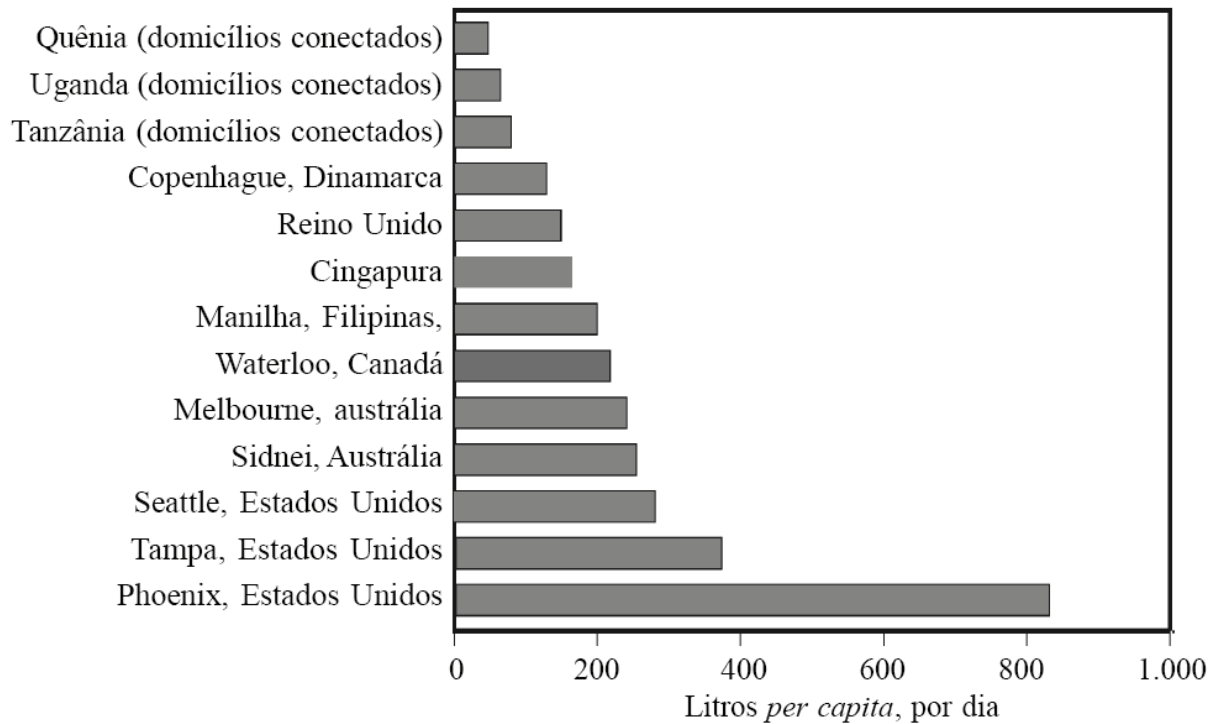
O estudo de Nunes (2006) mostrou que a água é um veículo para o contato humano na geração de várias doenças provocadas por patógenos ou por substâncias químicas potencialmente tóxicas. Dessa forma, certos cuidados são imprescindíveis ao se praticar o reúso como, por exemplo, a caracterização e análise da qualidade da água nos processos de pré e pós-tratamento. Para tal, é necessário lembrar que a água de reúso deve se enquadrar nos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº357 do ano de 2005, cujos critérios de qualidade expostos objetivam, primordialmente, proteger a saúde humana.

O trabalho de Hamzo (2005) aborda a redução do consumo de água potável nas edificações, concentrando-se especificamente na aplicação de tecnologia, por meio da utilização de dispositivos seletivos de descarga em bacias sanitárias. A instalação adaptada de um modelo importado e de um protótipo desse tipo de dispositivo permite uma comparação com os consumos verificados na utilização do dispositivo de descarga única, que originalmente equipa as bacias sanitárias atuais. Desta comparação, realizada em ensaios de laboratório e em medições de campo, obteve-se como resultado uma redução média de 44,2% do consumo de água. Pode-se, assim, concluir pela eficácia da utilização dos dispositivos seletivos, tanto em instalações de novas bacias sanitárias como em adaptações nas bacias antigas.

Segundo Iglesias (2004) o uso doméstico de água varia sensivelmente em todo o mundo e revela muito sobre as diferenças de riqueza e cultura. Por exemplo, os habitantes do Reino Unido consomem cerca de 70% da água consumida pelo americano mais poupador. Estima-se que o consumo interno nos lares dos Estados Unidos é de uma média de 262 litros per capita, por dia (lpcd). As residências que instalam utensílios eficientes em termos de consumo de água (sanitários, chuveiros e torneiras) e eletrodomésticos (lavadoras de roupa e prato), e que reduzem vazamentos, consomem apenas 151–170 lpcd. Desde 1997, todos os sanitários, mictórios, torneiras e chuveiros instalados nos Estados Unidos são obrigados a satisfazer as normas estabelecidas pela Lei de Política Energética de 1992. Até 2020, essas normas de

eficiência deverão poupar cerca de 23–34 milhões de metros cúbicos por dia, água suficiente para abastecer de quatro a seis cidades do tamanho de Nova Iorque.

Na Figura 2.2 pode ser verificado o consumo diário em litros per capita, nas residências dos países e cidades referenciadas, constatando-se a real necessidade na implantação de utensílios eficientes nas residências americanas.



Fonte: Iglesias (2004)

Figura 2.2: Consumo doméstico de água

#### 2.4 Ação sustentável para uso racional da água

Segundo o PROSAB (2006) o manejo e o aproveitamento das águas pluviais tem sido uma prática exercida por diferentes civilizações e culturas ao longo do tempo. Vários países da Europa, Ásia, Oceania e da América utilizam água da chuva em residências, indústrias, comércio e irrigação de agriculturas. Atualmente, em algumas cidades, estados e países, têm sido adotadas legislações específicas para a conservação da água, particularmente o reuso em grandes edificações e o aproveitamento da água da chuva. Exemplos notórios, dentre outros, são as cidades de Tóquio, Berlim e Sidney, os estados da Califórnia, da Flórida e do Texas nos EUA ou, ainda, países como Austrália, Alemanha e Reino Unido. Mais do que uma tendência isolada, a utilização da água de chuva vem sendo considerada como uma fonte

alternativa de água, para fins potáveis ou não potáveis, dependendo da necessidade e da qualidade desta.

Ainda de acordo com o PROSAB (2006), um sistema de aproveitamento de águas de chuvas é um sistema descentralizado e alternativo de suprimento de água, visando, entre outros objetivos, a conservação dos recursos hídricos, reduzindo a demanda e o consumo de água potável.

Algumas cidades brasileiras já transformaram em lei a captação da água pluvial.

A lei municipal de Porto Alegre (2008), no Rio Grande do Sul, nº 10.506, de 05/08/2008, publicada no Diário Oficial de Porto Alegre no dia 08 de agosto de 2008, que Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas, diz que:

Art. 5º : Para combater o desperdício de água nas edificações, serão utilizados, dentre outros, os seguintes equipamentos.

I – bacias sanitárias de volume reduzido de descarga;

II – chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga; e

III – torneiras com arejadores.

Art. 6º : Os sistemas hidráulico e sanitário das novas edificações serão projetados de modo a propiciar a economia e o combate ao desperdício de água, privilegiando a sustentabilidade dos recursos hídricos, sem prejuízo do conforto e da segurança dos habitantes.

Art. 9º : A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água potável proveniente do Serviço de Abastecimento Público de Água tais como a lavagem de roupas, vidros, calçadas, pisos, veículos e a irrigação de hortas e jardins.

A lei municipal de Curitiba-Paraná nº. 10785 de 18 de setembro de 2003 diz que:

Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE.

Art. 1º. O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:

- rega de jardins e hortas,
- lavagem de roupa;
- lavagem de veículos;

- lavagem de vidros, calçadas e pisos.

Art. 8º. As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos.

Em São Paulo, a lei estadual N.º 12526 de 2 de janeiro de 2007 pronuncia:

Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.

Artigo 1º - É obrigatório a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup> (quinhentos metros quadrados)...

Existe ainda a norma NBR-15527, Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, instituída em setembro de 2007 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que prevê, entre outras coisas, os requisitos para o aproveitamento da água pluvial coletada em coberturas de áreas urbanas e aplica-se a usos não potáveis em que as águas podem ser utilizadas após o tratamento adequado.

## **2.5 Instrumentos de gestão dos recursos hídricos**

A lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro 1997 (BRASIL, 1997), instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, como também os instrumentos de gestão dos recursos hídricos que são os seguintes:

I - os Planos de Recursos Hídricos;

II- o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A outorga pelo uso da água (RODRIGUES, 2005) tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a água associado a uma garantia. A cobrança está condicionada à outorga e objetiva reconhecer a água como um bem econômico, incentivar a racionalização do uso da água e

obter recursos financeiros para atendimento das metas estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos. O Sistema de Informações de Recursos Hídricos visa à coleta, o tratamento e o armazenamento de informações sobre recursos hídricos.

Neste trabalho será discutido o instrumento IV (a cobrança), pois é o que melhor se relaciona com o objetivo deste estudo, que é a análise da viabilidade econômica para a implantação de tecnologias economizadoras.

### **2.5.1 Cobrança pelo uso da água**

A preocupação com o uso da água não é recente (BRASIL; 1934) no Código de Águas Brasileiro, Decreto número 24.643, de 10 de julho de 1934, (Art. 34) assegura o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água para as primeiras necessidades da vida e o uso de qualquer água pública a todos, conformando-se com os regulamentos administrativos. Estabelece ainda que “O uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído, conforme as leis e regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencem.” (Art. 36 § 2º). Esse dispositivo, que pode ser visto como a criação da figura do usuário-pagador, não chegou a ser regulamentado. O Código determina que a derivação das águas públicas para aplicação na agricultura, indústria e higiene, depende de concessão, no caso de utilidade pública, e de autorização administrativa, nos outros casos, dando preferência, em qualquer hipótese, às derivações para abastecimento das populações. Estabelece também que a concessão ou autorização deva ser feita sem prejuízo da navegação, salvo nos casos de uso para as primeiras necessidades da vida ou previstos em lei especial. Dispõe ainda que “a ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, com prejuízo de terceiros” (Art. 109). E define que os trabalhos para a salubridade das águas sejam realizados à custa dos infratores que, além da responsabilidade criminal, se houver, também respondem pelas conseqüentes perdas e danos, e por multas impostas pelos regulamentos administrativos. De todo o documento, o governo regulamentou apenas os dispositivos que diziam respeito ao aproveitamento hidroenergético da água.

O retorno à idéia de usuário-pagador só foi retomado com a lei federal 9.433/97 pelos artigos 12º 22º, e esta só foi regulamentada em 21 de março de 2005 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), cujo ato foi encaminhado para análise ao Ministério do Meio Ambiente, quanto às águas da União.

Conforme o princípio “poluidor- pagador”, conforme Gerber (2007), o poluidor que comprometer a qualidade da água deve pagar pelo dano, promovendo a despoluição, e o custo proveniente para esse procedimento deverá ser internalizado, assumido pelo empreendedor. Exemplificando, se uma empresa exerce determinada atividade poluidora e com isso causar a degradação dos recursos hídricos, o custo para fazer a despoluição deverá ser assumido por essa empresa, não podendo esse ônus ser repassado para o Estado, pois se assim fizesse, ou seja, se utilizasse as finanças públicas para recuperar as águas poluídas, causaria um ônus para sociedade, pois em sendo o dinheiro do Estado proveniente da arrecadação de impostos, estaria onerando toda a sociedade. Assim, pelo princípio mencionado, aquele que diluir efluentes nos cursos d’água deverá pagar por esse uso.

O “usuário-pagador” deverá pagar pela utilização que fizer da água, pois sendo a água um bem de domínio público e dotado de valor econômico, oneraria os demais usuários que não fizessem o uso da água. Assim, paga-se pela utilização da água, em detrimento dos demais.

A regulamentação implementada pelo CNRH traçou apenas as linhas gerais para a cobrança pelo uso da água, cabendo aos comitês de bacia definir sobre os valores e a sua forma de aplicação.

Conforme disciplina o artigo 19 da Lei 9.433/97, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos objetiva: “I – reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II – incentivar a racionalização do uso da água; III – obter recursos financeiros dos programas e intervenções contemplados nos Planos de Recursos Hídricos”, (BRASIL; 1997).

Segundo Garcia (2007), é necessário esclarecer, de forma a evitar confusões, o real objeto da cobrança pelo uso das águas. Ela consiste na cobrança de valores monetários em função da utilização dos recursos hídricos por quem é detentor da outorga nos direitos de uso. A cobrança não será efetuada contra o consumidor da prestação de serviços de tratamento, de abastecimento, de coleta e esgotamento de dejetos (rede de esgoto), mas sim daqueles que utilizam os recursos hídricos por meio de captação direta dos corpos de água, incluindo em sua atividade econômica, ou daqueles que os utilizam em sua atividade econômica para, posteriormente, esgotá-lo diretamente no corpo de água, exemplos: produtores rurais (agricultura econômica), companhias de abastecimento, empresas geradoras de energia elétrica, indústrias, etc.



Ainda segundo Garcia (2007), apenas o acompanhamento do destino dos fundos arrecadados com a cobrança da água pela sociedade e uma ampla e eficaz fiscalização da ANA (Agência Nacional de Águas) a nível federal e dos Comitês das Bacias Hidrográficas a nível estadual pode garantir que os recursos arrecadados com a cobrança sejam utilizados conforme previsto.

O uso gratuito dos recursos naturais tem representado um enriquecimento ilegítimo do usuário, pois a comunidade que não usa do recurso ou que o utiliza em menor escala fica onerada. O poluidor que usa gratuitamente o meio ambiente para nele lançar os poluentes invade a propriedade pessoal de todos os outros que não poluem, confiscando o direito de propriedade alheia. (MACHADO, 2005, p. 59).

A ANA, segundo Ximenes e Máximo (2007), espera arrecadar R\$ 8,85 milhões de cerca de 200 usuários da água da bacia do rio Paraíba do Sul, onde a cobrança foi instituída em março de 2003. Na bacia do rio Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), a estimativa é que em torno de cem grandes consumidores paguem R\$ 13,15 milhões. Nessa região, a utilização da água é taxada desde janeiro de 2006.

Com 17 empreendimentos que retiram água das duas bacias, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) é a maior pagadora individual. Somente no ano de 2006 a empresa desembolsará aproximadamente R\$ 9 milhões, dos quais R\$ 7,5 milhões, conforme a ANA (2007), destinam-se ao desvio de água da bacia do PCJ para abastecer a Região Metropolitana de São Paulo.

Como o comitê de bacia do rio Passo Fundo não possui uma metodologia para a cobrança de seus consumidores, a simulação das contas foi feita utilizando as metodologias implantadas na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) e bacia do rio Paraíba do Sul, (CEIVAP - Comitê para Integração da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul) e da metodologia proposta para o rio Santa Maria, a seguir descritas.

#### Simulação da conta pela bacia do rio Santa Maria

A equação 2.1 é utilizada no cálculo do valor da conta de água na bacia do rio Santa Maria, dentro do método sugerido no estudo de Forgiarini (2006).

A primeira parte da equação se refere à cobrança pelo volume captado, a segunda parte, à cobrança pelo volume consumido e a terceira parte, ao volume de água necessário para a diluição dos efluentes.



$$I = \underbrace{\sum_{i=1}^N \text{Vol.Cap}_i \times \text{PPU} \times \text{Kcap}}_1 + \underbrace{\sum_{i=1}^N \text{Vol.Con}_i \times \text{PPU} \times \text{Kcon}}_2 + \underbrace{\sum_{i=1}^N \text{Vol.Dil}_i \times \text{PPU} \times \text{Kdil}}_3 \quad (2.1)$$

Sendo:

$\text{Vol.Cap}_i$  = Volume anual captado pelo usuário  $i$  ( $\text{m}^3$ );

$\text{Vol.Con}_i$  = Volume anual consumido pelo usuário  $i$  ( $\text{m}^3$ );

$\text{Vol.Dil}_i$  = Volume anual utilizado para diluição da carga de DBO lançada pelo usuário  $i$  ( $\text{m}^3$ );

PPU = Preço Público Unitário definido de acordo com os investimentos anuais ( $\text{R}\$/\text{m}^3$ )

$\text{Kcap}$  = coeficiente multiplicador do uso de captação;

$\text{Kcon}$  = coeficiente multiplicador do uso de consumo;

$\text{Kdil}$  = coeficiente multiplicador do uso de diluição;

Os coeficientes multiplicadores dos usos de captação, consumo e diluição são calculados pela equação 2.2. Eles são iguais, apenas o último elemento multiplicador é alterado entre usos.

$$\text{Kcap,con,dil} = \text{Kenq} \times \text{Kout} \times \text{Kcob}_{\text{cap,con,dil}} \quad (2.2)$$

Sendo:

$\text{Kenq}$  = coeficiente das classes de enquadramento dos rios na bacia;

$\text{Kout}$  = coeficiente de escassez de outorga;

$\text{Kcob}_{\text{cap,con,dil}}$  = coeficiente de cobrança por captação, consumo ou diluição relacionado as particularidades de cada uso e determinado pela equação 2.3.

$$\text{Kcob}_{\text{cap,con,dil}} = \text{Ktu} \times \text{Kmc} \times \text{Kaut} \times \text{Kefi} \times \text{kuso}_{\text{cap,con,dil}} \quad (2.3)$$

Sendo:

$\text{Ktu}$  = coeficiente do tipo de usuário;

$\text{Kmc}$  = coeficiente do tipo de manancial de captação;

$\text{Kauto}$  = coeficiente de auto monitoramento;

$\text{Kefi}$  = coeficiente de eficiência de uso;

$K_{uso_{cap,con,dil}}$  = coeficiente do tipo de uso.

Simulação da conta pela bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ)

O valor cobrado é o resultado da soma das parcelas referentes ao valor da cobrança pela captação (equação 2.4), valor da cobrança pelo consumo (equação 2.5) e ao valor da cobrança pelo lançamento de carga orgânica (equação 2.6).

A estrutura básica da cobrança implementada pelo PCJ é:

Valor da cobrança = Base de cálculo x Preço unitário x Coeficiente

Sendo:

Valor da cobrança = Valor da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

Base de cálculo = Componente que visa quantificar o uso da água;

Preço unitário = Componente que define o valor unitário do uso da água com base nos objetivos do instrumento da cobrança;

Coeficiente = Componente opcional que visa adaptar os mecanismos a objetivos ou casos específicos.

Parcela referente ao valor da cobrança pelo volume de água captado ( $Valor_{cap}$ ), em R\$/ano

$$Valor_{cap} = Q_{cap\ med} \times K_{cap\ classe} \times PUB_{cap} + (Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med}) \times K_{out} \times K_{cap\ classe} \times PUB_{cap} \quad (2.4)$$

Parcela referente ao valor da cobrança pelo volume de água consumido ( $Valor_{con}$ ), em R\$/ano

$$Valor_{con} = (Q_{cap\ med} - Q_{lan\ med}) \times PUB_{con} \quad (2.5)$$

Parcela referente ao valor da cobrança pelo volume de efluente lançado ( $Valor_{lan}$ ), em R\$/ano

$$Valor_{lan} = (CO_{DBO} \times K_{lan\ classe}) \times PUB_{lan} \quad (2.6)$$

Sendo:

$K_{\text{cap classe}}$  = Coeficiente multiplicador do preço unitário para captação em função da classe do rio no ponto de captação;

$K_{\text{lan classe}}$  = Coeficiente multiplicador do preço unitário para lançamento em função da classe do rio no ponto de lançamento;

$K_{\text{out}}$  = Coeficiente multiplicador do preço unitário em função da parcela da vazão outorgada que não é efetivamente utilizada;

$\text{PUB}_{\text{cap}}$  = Preço unitário básico para captação (R\$/ m<sup>3</sup>);

$\text{PUB}_{\text{con}}$  = Preço unitário básico para consumo (R\$/ m<sup>3</sup>);

$\text{PUB}_{\text{lan}}$  = Preço unitário básico para lançamento (R\$/ m<sup>3</sup>);

$Q_{\text{cap med}}$  = Vazão de água captada medida (m<sup>3</sup>/ano);

$Q_{\text{cap out}}$  = Vazão de água captada outorgada (m<sup>3</sup>/ano);

$Q_{\text{lan med}}$  = Vazão de água lançada medida (m<sup>3</sup>/ano);

$\text{CO}_{\text{DBO}}$  = Carga orgânica lançada, medida em termos de quilogramas de DBO lançados (kg/m<sup>3</sup>);

Simulação da conta pelo modelo da bacia do rio Paraíba do Sul. (CEIVAP)

Na deliberação número 8 do CEIVAP, é mostrada a metodologia de cálculo dos valores de cobrança que é o resultado da equação 2.7. A equação é dividida em três parcelas, a primeira é referente à cobrança pelo volume de água captada no manancial, a segunda refere-se à cobrança pelo consumo e por último a terceira cobrança pelo despejo de efluentes no corpo receptor.

$$C = \underbrace{[Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU}]}_1 + \underbrace{[Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU}]}_2 + \underbrace{[Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times \text{PPU}]}_3 \quad (2.7)$$

Sendo:

$C$  = valor da conta (R\$/mês);

$\text{PPU}$  = Preço Público Unitário (R\$/ m<sup>3</sup>);

$K_0$  = Multiplicador de redução do preço unitário para captação;

$K_1$  = coeficiente de consumo para a atividade em questão;

$K_2$  = Porcentagem do volume de efluente tratado em relação ao total produzido;

$K_3$  = nível de eficiência de redução de DBO na estação de tratamento de esgoto (ETE);

$Q_{cap}$  = volume de água captado durante o mês ( $m^3/mês$ ).

A conta final de água será o somatório da cobrança feita pelo comitê de bacia e da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). A estrutura tarifária imposta pela CORSAN para a geração da conta de água no Rio Grande do Sul esta apresentada a seguir.

Simulação da conta pela tarifa CORSAN

A CORSAN através da tabela 2.2 realiza a cobrança da água, enquadrando os consumidores de acordo com sua atividade.

Tabela 2.2 – Estrutura tarifária para determinação da conta de água, aplicada pela CORSAN no RS.

ESTRUTURA TARIFÁRIA				
Tarifa	Categoria	Preço base	Serviço básico	Tarifa composta mínima
Social	BP – Bica pública	1,42	5,63	19,83
	Residencial A e A1 (conforme regulamento) até $10 m^3$	1,20	5,63	17,63
	$m^3$ excedente	2,97		
Básica	Residencial B (conforme regulamento)	2,97	14,05	43,75
Empresarial	Comercial C1 – (conforme regulamento) até $20 m^3$	2,97	14,05	43,75
	$m^3$ excedente	3,38		
	Comercial – Grande comércio	3,38	25,04	92,64
	PUB – Pública	3,38	50,04	117,64
	Indústrias até $1000 m^3$	3,83	50,04	177,29
	Indústrias acima de $1000 m^3$		Tabela especial	

FONTE: CORSAN (2008)

Dessa maneira, o cálculo da conta de água cobrada pela CORSAN é mostrado na equação 2.8, multiplicando-se o valor do preço base (Pb) pelo consumo elevado no expoente n. O valor de n encontra-se no anexo 1. É possível localizar a faixa do n em função do consumo e da classificação do consumidor. O Esgoto (serviço básico) será cobrado à razão de 70% para esgoto tratado e 50% para esgoto coletado, do valor do  $m^3$  da categoria de enquadramento. Neste trabalho, será usado o valor de 70% sobre a tarifa de água e, portanto, no cálculo dos comitês de bacia, o valor da carga orgânica será zero.

$$V_c = P_b \times C^n \times T_{\text{esg}} \quad (2.8)$$

Sendo:

$V_c$  = Valor da cobrança pelo uso dos recursos hídricos e tratamento ou transporte de esgoto;

$P_b$  = Componente que define o valor unitário do uso da água com base na tabela 2.2.

$C$  = Volume consumido ( $\text{m}^3$ );

$T_{\text{esg}}$  = Custo do serviço básico;

$n$  = Coeficiente para grandes consumos.

## 2.6 Tecnologias economizadoras

No que diz respeito a componentes economizadores de água, em sua grande maioria, a redução de consumo é alcançada independentemente da ação do usuário, além de proporcionar ambientes sanitários mais limpos, quando o acionamento de descargas é automático, e ainda evita desperdício de água como consequência do mau fechamento de componentes convencionais (OLIVEIRA, 1999).

Segundo Araujo (2004), as tecnologias economizadoras de água devem estar em boas condições de uso uma vez que estas são, em primeira instância, consumidoras de insumo, a qualidade da tecnologia economizadora implica não só no adequado desempenho, atendendo às necessidades dos usuários, mas também na racionalização do uso do insumo, evitando perdas e desperdícios, minimizando, assim, os impactos da ação antrópica no meio ambiente.

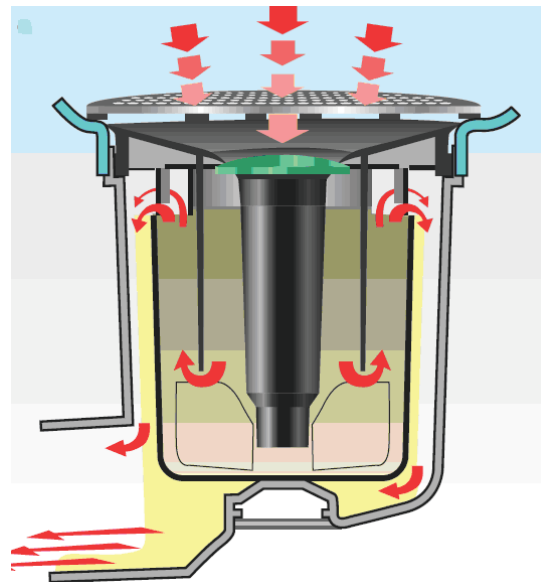
O uso racional da água nos edifícios deve ser planejado desde a fase da concepção dos mesmos, com o adequado dimensionamento dos componentes e a garantia de acessibilidade para as atividades de manutenção.

### 2.6.1 Mictórios sem água

Foi lançado no mercado Brasileiro, em 2008, o mictório da Urimat, com a proposta de não utilizar água nem produtos químicos. O mictório é produzido em policarbonato (reciclável), seu funcionamento ocorre através de um sifão (válvula). Segundo Urimat (2008) seu formato é idêntico ao convencional, sendo sua superfície interna anti-aderente.

Ainda segundo Urimat (2008), o sifão garante o perfeito funcionamento do mictório. A pressão do peso da urina aciona a bóia abrindo e fechando o sifão na parte superior. A urina

entra na parte interior do cilindro e segue diretamente para a rede de esgoto. As bordas flexíveis mantêm os odores dentro do sifão. A urina segue o caminho do escoamento ao atingir a altura de vazão do sifão. A Figura 2.3 ilustra o mictório sem água e mostra o funcionamento do sifão do mictório Urimat.



Fonte : Urimat 2008.

Figura 2.3 – Mictório sem água.

### 2.6.2 Bacias sanitárias

Em outubro de 1999, foi implementado o Programa de Garantia da Qualidade para o Uso Racional da Água - Módulo Louças Sanitárias - PGQ4-LS, A empresa responsável pela gestão técnica é a TESIS Tecnologia de Sistemas em Engenharia Ltda.

O Programa de Garantia da Qualidade para o Uso Racional da Água - Módulo Louças Sanitárias controla, em 2008, a qualidade das louças sanitárias produzidas por 6 empresas participantes do Programa, 2 empresas em período de credenciamento e 2 marcas de empresas não participantes. Segundo o próprio setor, as marcas verificadas pelo Programa da Qualidade (participantes e não participantes) representam aproximadamente 98% do mercado brasileiro de fechaduras.

O Relatório Setorial nº 35, de setembro de 2008 destaca que neste momento o Programa passou a auditar 100% da produção de bacias das empresas participantes, sendo analisadas

trimestralmente as linhas de maior volume de produção, além de linhas variáveis, de forma a abranger a totalidade do volume de produção de cada marca de empresa participante.

O Programa de Garantia da Qualidade controla a qualidade de bacias sanitárias produzidas tanto por empresas que participam quanto por empresas que não participam do Programa. As empresas participantes do Programa são auditadas trimestralmente nas unidades fabris. A qualidade dos produtos fabricados por empresas não participantes do Programa é verificada através da compra trimestral de amostras em revendas de materiais de construção.

Desde novembro de 2005, as empresas participantes devem apresentar a Licença de Funcionamento Ambiental ou Protocolo de Solicitação desta Licença expedido pelo órgão estadual competente do Estado em que a empresa estiver instalada. Portanto, para uma empresa ser considerada conforme no âmbito do Programa da Qualidade a mesma deve apresentar esta licença ou protocolo, além da conformidade nos produtos-alvo do Programa.

A verificação da qualidade das bacias sanitárias abordadas no período de maio a julho de 2008 foi realizada levando-se em consideração os requisitos especificados nos seguintes documentos normativos:

- NBR 15097:2004 - Aparelhos sanitários de material cerâmico – Requisitos e Métodos de ensaio;
- NBR 15099:2004 - Aparelhos sanitários de material cerâmico – Dimensões Padronizadas;
- NBR 15491:2007 - Caixa de Descarga para Limpeza de Bacias de Louça Sanitária – Requisitos e Métodos de Ensaio;
- NTE - PeCP61/PmCP142/ PrCP4mr:2007 - Aparelhos sanitários de material cerâmico – Requisitos e métodos de ensaio.

A tabela 2.3 mostra o desempenho das bacias, quanto às normas citadas, de dez empresas.

Tabela 2.3 - Percentual de conformidade das empresas participantes e não participantes do programa.

Requisito de desempenho	Índice geral de aprovação	
	Empresas Participantes	Não participantes
Análise visual	100% (6/6)	75% (3/4)
Análise dimensional	100% (6/6)	0% (0/4)
Volume de água consumido por descarga	100% (6/6)	75% (3/4)
Volume consumido por descarga parcial	100% (2/2)	25% (1/4)

Tabela 2.3 - Percentual de conformidade das empresas participantes e não participantes do programa. (continuação)

Requisito de desempenho	Índice geral de aprovação	
	Empresas Participantes	Não participantes
Remoção de esferas	83% (5/6)	25% (1/4)
Remoção de mídia composta	100% (6/6)	50% (1/2)
Lavagem de parede	100% (6/6)	33% (1/3)
Remoção de grânulos	100% (6/6)	0% (0/1)
Reposição do Fecho Hídrico	100% (6/6)	0% (0/2)
Respingos de água	100% (6/6)	50% (1/2)
Transporte de Sólidos	83% (5/6)	50% (1/2)
Troca de água	100% (2/2)	
Absorção de água	100% (2/2)	25% (1/4)
Resistência ao Gretamento	100% (2/2)	100% (2/2)
Resistência Mecânica	100% (2/2)	25% (1/4)

Considerando que a Norma Brasileira ABNT NBR 15097 não prevê a utilização de dispositivos seletivos de descarga para realização dos ensaios de funcionamento, não há parâmetros fixados que classifiquem o desempenho destes dispositivos.

Hamzo (2005) realizaram ensaios de laboratório que permitiram não só o conhecimento do desempenho das bacias sanitárias com o despejo do volume parcial, mas também eventuais alterações de desempenho pela descarga do volume total de água em função da substituição do Dispositivo Simples (Original).

Foi montada na bancada do Laboratório de Instalações Prediais (LIP) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), uma bacia sanitária com caixa acoplada, marca Deca, nova, com caixa acoplada capacidade operacional de nove litros, que recebeu a instalação de cada um dos três diferentes dispositivos de descarga para realização dos ensaios:

- Dispositivo Simples, original, de descarga única (S),
- Dispositivo Seletivo, fornecido por um fabricante (D) e
- Protótipo (P3).

Para cada dispositivo, foram efetuados os ensaios descritos na Norma Brasileira ABNT NBR 15097 .



Os resultados obtidos nos ensaios em Laboratório, que estão apresentados resumidamente na Tabela 2.4, demonstraram que houve pouca alteração de desempenho da bacia quando do uso do volume total de água dos dispositivos seletivos de descarga D e P3.

Tabela 2.4 – Resumo dos resultados obtidos em laboratório.

Requisitos	Unidades	Tipos de descarga									
		Dispositivos S		Dispositivo D				Dispositivo P3			
		Total	Confor- midade	Total	Confor- midade	Parcial	Confor- midade	Total	Confor- midade	Parcial	Confor- midade
Volume de água por descarga	Litros	6,9	sim	7,1	sim	3,7	não	6	sim	3	não
Reposição do fecho hídrico	mm	60	sim	57	sim	57	sim	60	sim	60	sim
Remoção de esferas	esfera	100	sim	100	sim	60	não	100	sim	62	não
Lavagem de paredes	mm	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim
Remoção de grânulos	grânulo	4	sim	17	sim	150	não	20	sim	200	não
Respingos de água	respingos	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim
Transporte de sólidos (esferas)	M	18,0	sim	18,0	sim	4,9	não	17,9	sim	2,7	não
Remoção de mídia composta	mídia	28+0	sim	28+0	sim	23+1	não	28+0	sim	21+2	não

Fonte Hamzo, 2005

Após os testes estes dispositivos foram instalados em banheiros utilizados pela administração do IPT, e tiveram os consumos medidos, e encontram-se descritos na tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Consumos médios e percentuais de redução por dispositivo seletivo e por bacia.

Bacia	Dispositivo S	Dispositivo S		Dispositivo S	
	Consumo médio (litros)	Consumo médio (litros)	Consumo com relação à S (%)	Consumo médio (litros)	Consumo com relação à S (%)
B1 (fem.)	8,5	4,1	52,2	5,0	41,0
B2 (fem.)	8,8	5,2	41,0	4,2	51,9
B3 (masc.)	8,0	5,1	37,0	4,8	40,7
B4 (masc.)	7,8	5,9	24,6	4,9	37,0
Média	8,5	4,9	42,4	4,6	45,9

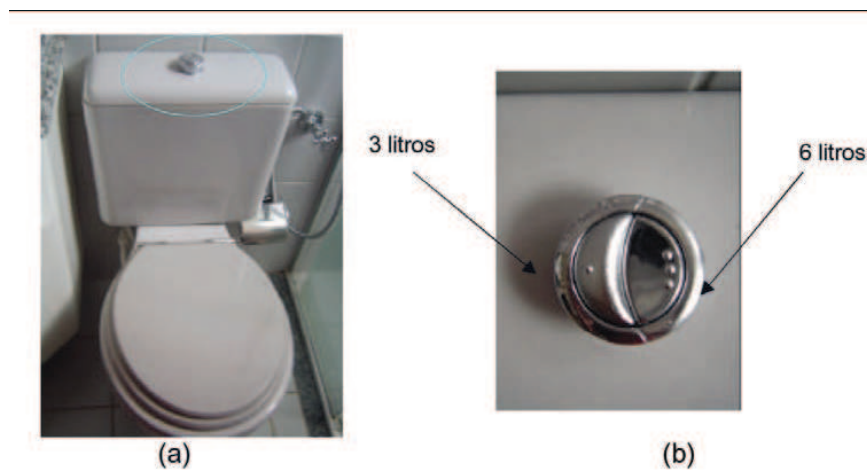
Fonte: Hamzo, 2005

A metodologia utilizada por Oliveira (2007) foi um estudo de caso em oito unidades habitacionais de um edifício residencial com sistema de medição individualizada de água. Cada andar possui quatro apartamentos com dois dormitórios, dois banheiros, sala, cozinha e área de serviço com os seguintes aparelhos sanitários: duas bacias sanitárias com caixa de

descarga, dois lavatórios, dois chuveiros, uma pia, um tanque e uma máquina de lavar roupas. Os dados de consumo de água foram coletados mensalmente e em duas etapas de seis meses. Na primeira etapa, foram coletados os dados relativos ao consumo doméstico total, avaliando-se a utilização das bacias sanitárias com volume nominal de descarga de 6 litros existentes nos apartamentos; e na segunda etapa com as bacias sanitárias com sistema dual de descarga (6/3 litros), sendo uma delas ilustrada na figura 2.4.

Ao final da primeira etapa, realizou-se a substituição do sistema de descarga de 6 litros pelo sistema de descarga dual (6/3 litros). Iniciou-se então a segunda etapa da pesquisa, quando foram coletados os dados de consumo de água dos apartamentos por um período de seis meses. Durante o primeiro mês foi monitorado o consumo da bacia sanitária com o mecanismo de descarga dual isoladamente, segundo Oliveira (2007).

O estudo de Oliveira (2007) concluiu que o impacto de redução no consumo de água da bacia sanitária dual (6/3 litros) em relação à da bacia sanitária de 6 litros foi de 18%. Os resultados indicam que o sistema dual de descarga (6/3 litros) em bacias sanitárias com caixa de descarga apresenta melhor desempenho quanto à sua capacidade de economizar água quando em comparação com o sistema de descarga de 6 litros.



Fonte: OLIVEIRA (2007)

Figura 2.4 – Bacia sanitária com mecanismo de descarga dual (a) e detalhe do botão de acionamento com a indicação das duas opções de descarga (b)

### 2.6.3 Arejadores

O arejador (FIESP/CIESP, 2005) é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que reduz a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água. De forma geral, podem ser caracterizados por apresentar sucção ou não de ar quando da passagem do fluxo de água. O arejador atua de duas formas: pelo controle da dispersão do jato e pela redução da vazão de escoamento pela bica da torneira, reduzindo assim o consumo de água. Os arejadores são indicados para todas as torneiras, exceto as de limpeza e de tanque, nas quais o usuário necessita de uma maior vazão para reduzir o tempo de realização da atividade. A tabela 2.6 mostra os consumos comparativos entre alguns equipamentos. A figura 2.5 ilustra um arejador.

Tabela 2.6 – Consumos comparativos entre equipamentos.

	Tempo de acionamento =				Economia		
	18s	15s					
	Convencional	Com arejador	Hidromecânica	Sensor	Com arejador	Hidromecânica	Sensor
Vazão por acionamento (L/min)	12	6	6	6	6	6	6
Tempo de acionamento (min/pessoa dia)	2	2	1,2	1	0	0,8	1
Uso diário per capita (L)	24	12	7,2	6	12	16,8	18
					50,0%	70,0%	75,0%

Fonte: FIESP/CIESP, 2005



Fonte: Docol.

Figura 2.5 – Arejador.

### 2.6.4 Normas para equipamentos sanitários

É consenso entre vários pesquisadores, afirma Córdia e Alucci (1998), que a conservação da água é um tema que deve ser regulado pela Federação, não podendo ser deixada essa questão nas mãos do mercado. A exemplo dos Estados Unidos, onde o governo federal limitou a vazão das peças sanitárias, essa medida não somente define padrões de eficiência aceitáveis para servirem de parâmetro à indústria produtora, como também garante os padrões aceitáveis para as edificações.

Entretanto, Nunes (2006) mesmo ciente de que esta e outras leis e normas voltadas para economia de água surtem resultados eficientes, ressalta que a variação do consumo de água nas edificações não sofre somente influência do tipo de peça ou metais sanitários utilizados, mas também de fatores como:

- Condições dos sistemas prediais: vazão, pressão hidráulica, frequência e procedimentos de manutenção, estado de conservação dos equipamentos;
- Tipologia do uso (residencial, educacional, comercial, industrial);
- Quantidade e características dos usuários (proprietários, funcionários, clientes, faixa etária, nível de instrução e de renda, dentre outros).
- Condições climáticas do lugar e aspectos culturais da população.

Nos Estados Unidos, foi promulgada uma lei federal 102-486/1992, chamada de *Energy Policy Act* estabelecendo valores máximos de consumo para as peças sanitárias, como pode ser observado na quadro 2.1.

EQUIPAMENTO HIDRÁULICO	CONSUMO MÁXIMO PERMITIDO
Bacia Sanitária	6 litros/descarga
Válvula <i>flushometer</i>	6 litros/descarga
Descargas em mictórios	3,8 litros/descarga
Chuveiros	0,157 litros/segundo – (5,5 atm)
Torneiras de fechamento automático para lavatório	0,946 litros/ciclo
Torneiras de lavatório e pia de cozinha	0,157 litros/segundo
Arejador para lavatório e para pia de cozinha	0,157 litros/segundo

Fonte: *Energy Policy Act* (EUA) *apud* Docol

Quadro 2.1 – Consumo máximo de água por peça sanitária nos EUA

A importância (NUNES, 2006) das normas e equipamentos voltados para a conservação de água é que, em geral, o investimento traz resultados de redução do consumo de água independente da ação ou da disposição do usuário em mudar seu comportamento.

Além disso, Nunes (2005) diz que as normas obrigam os fabricantes a inovarem em seus modelos e a manterem o padrão de qualidade mínimo exigido nas suas peças. A exemplo disso, apresenta-se, no anexo 02, as principais normas referentes à especificação de equipamentos sanitários, incluindo as mais recentes que já visam à economia de água nos aparelhos.

### 2.6.5 Características dos equipamentos economizadores

A especificação de componentes economizadores (FIESP/CIESP 2005), com o objetivo de promover a redução do consumo de água, deve ser realizada em função das necessidades dos usuários obtidas de observações de suas atividades relacionadas à água e da avaliação técnico-econômica e, ainda, das condições físicas de cada sistema. O anexo 03 apresenta tecnologias economizadoras de água e que podem ser utilizadas como apoio nessa etapa, além de equipamentos convencionais tradicionalmente utilizados. As especificações técnicas dos componentes economizadores de água devem ser realizadas considerando-se as seguintes questões: pressão hidráulica disponível nos pontos de utilização; conforto do usuário; higiene; atividade do usuário; risco de contaminação; facilidade de manutenção; facilidade de instalação, tendo em vista a adequação do sistema; avaliação técnico-econômica e vandalismo.

A tabela 2.7 apresenta reduções médias possíveis, em diversos ambientes prediais, quando aparelhos economizadores de água substituem metais sanitários convencionais.

Tabela 2.7 – Reduções médias possíveis e retorno do investimento com a substituição de metais sanitários convencionais

Local	Vazões Usuais L/s		Aparelhos Indicados	Redução % média para alta pressão	RI*
<b>Banheiros e Vestiário</b>					
Chuveiro	0,2	0,8	Registro regulador de vazão	40	A
			Válvula de fechamento automática	42	B
			Válvula acionamento com o pé	45	C

Tabela 2.7 – Reduções médias possíveis e retorno do investimento com a substituição de metais sanitários convencionais (continuação)

Local	Vazões Usuais L/s	Aparelhos Indicados	Redução % média para alta pressão	RI*	Local
Lavatório	0,1	0,3	Registro regulador de vazão	40	A
			Arejador para bica ou torneira	24	B
			Torneira automática	48	A
			Torneira eletrônica	58	B
Mictório	0,1	0,25	Válvula mic. Automática /eletrônica	50	B
Bacia	12 litros		Bacia VDR para 6 litros	50	A
<b>Cozinha</b>					
Pia	0,13	0,04	Arejador para bica ou torneira	24	A
			Torneira automática	48	B
			Válvula acionamento com o pé	52	B
<b>Lazer e Áreas Comuns</b>					
Chuveiro Piscina			Registro regulador de vazão	40	A
			Torneira automática	48	A
			Válvula acionamento com o pé	45	A
<i>Playground, jardins, pátios</i>			Torneira de acionamento restrito		
Salão de festas e jogos			Torneiras, válvulas, mictórios Considerar mesmos valores apresentados acima		

Fonte : FIESP/CIESP , 2005

RI\* = Retorno do Investimento

A - até 2 MESES

B - de 2 a 5 MESES

C - de 5 a 9 MESES

## 2.7 Avaliação econômica para conservação dos recursos hídricos

Segundo Mierzwa (2002), a avaliação econômica de alternativas que visam a Conservação de Água deve considerar como custos:

- custos diretos: incluem os custos que são identificados em uma análise financeira convencional como, por exemplo, capital investido, matéria-prima, mão-de-obra e custos de operação, entre outros;
- custos indiretos: são os custos que não podem ser diretamente associados aos produtos, processos, ou instalações como um todo, são custos alocados como despesas gerais. Estão incluídos nesta categoria os custos de projeto, custos de monitoração e de descomissionamento;
- custos duvidosos: são os custos que podem, ou não, tornarem-se reais no futuro. Esses podem ser descritos qualitativamente ou quantificados em termos da expectativa de sua magnitude, frequência e duração. Como exemplo, pode-se incluir os custos originados em função do pagamento de indenizações e/ou multas resultantes de atividades que possam comprometer o meio ambiente e a saúde da população;
- custos intangíveis: são os custos que requerem alguma interpretação subjetiva para a sua avaliação e quantificação. Esses incluem uma ampla gama de considerações estratégicas e são imaginados como alterações na rentabilidade. Os exemplos mais comuns referem-se aos custos originados em função da mudança da imagem corporativa da empresa, relação com os consumidores, moral dos empregados e relação com os órgãos de controle ambiental.

De acordo com Ywashima (2005), existem vários indicadores para a análise da viabilidade de um projeto. Recomenda-se a utilização dos seguintes indicadores:

- Retorno de investimentos (*payback*);
- Valor presente líquido (VPL);
- Valor presente líquido unitário (VPLU);
- Taxa interna de retorno (TIR); e,
- Benefício-custo.

Segundo Sanvicente (1983) o método de *payback* é o mais simples para a avaliação do período de retorno do investimento, que é definido como sendo aquele número de anos ou meses, dependendo da escala utilizada, necessários para que o desembolso correspondente ao investimento inicial seja recuperado, ou ainda, superando ou igualando pelas entradas líquidas acumuladas. Ou ainda, segundo Harrison (1976), que diz em termos mais formais, o período

de retorno de *payback* é o espaço de tempo entre o início e o momento em que o fluxo de caixa acumulado torne-se positivo.

Na análise de Mota, Manzanares e Silva (2007) a viabilidade econômica do investimento nos equipamentos economizadores de água pode ser realizada utilizando-se o Método do Período de Retorno do Investimento (*payback*). O método de *payback* é o método econômico que avalia quanto tempo será necessário para recuperar o investimento feito no projeto, baseado apenas nas receitas líquidas (neste caso economia de água) ao longo do tempo, sem considerar os efeitos de composição de juros. O *payback* é calculado dividindo o valor de investimento pelo valor de benefícios gerados pelo sistema. Para calcular os benefícios com a implantação do sistema economizadores de água utiliza-se o valor instituído pelo comitê de bacia hidrográfica da região.



### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

#### 3.1 Local de desenvolvimento do trabalho

O trabalho foi desenvolvido no aeroporto Lauro Kurtz no município de Passo Fundo, localizado na Região Norte do Rio Grande do Sul, visto na Figura 3.1, (latitude de 28° 15'S, longitude 52° 24'W, 685 m de altitude), a 287 km de Porto Alegre, com 758,27 km<sup>2</sup> de área e uma população de 183.300 habitantes (IBGE, 2007).

O aeroporto Lauro Kurtz possui vôos diários e regulares para São Paulo e Porto Alegre. Esse aeroporto foi ampliado e possui um terminal de passageiros com área de 747 m<sup>2</sup> e o pátio de aeronaves com 80 x 50 m para 144 x 50 m. Assim, o terminal e o pátio estão adequados para receber aeronaves como o *Boeing-737*. O empreendimento foi realizado com recursos financeiros do governo do Estado e da Prefeitura Municipal.



Figura 3.1: Localização do aeroporto Lauro Kurtz.

#### 3.2 Descrição das etapas da pesquisa

O presente estudo é composto por etapas sendo que as primeiras compreendem a descrição dos equipamentos, a avaliação técnica preliminar e a formação de um banco de dados. As seguintes correspondem ao estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de um programa de conservação de água, enfocando as alternativas relacionadas à otimização do uso da água, desenvolvidas no sítio aeroportuário “Lauro Kurtz”, considerado como um aeroporto de pequeno porte.

Dessa forma o estudo compreende as seguintes etapas:

Etapa 1 - Equipamentos utilizados;

Etapa 2 - Análise documental;

Etapa 3 - Levantamento de campo;

- Identificação do sistema predial de água fria;
- Determinação dos processos que utilizam água;
- Identificação e cadastramento de perdas visíveis de água e condições de operação e conservação dos aparelhos;

Etapa 4 - Caracterização do consumo de água;

Etapa 5 - Seleção dos equipamentos economizadores;

Etapa 6 - Cálculo da economia gerada com a redução do consumo de água.

### **3.2.1 Equipamentos utilizados**

Para a realização do presente estudo, foi realizada a aquisição de vários equipamentos para a monitoração do sistema predial hidráulico e sanitário. Os equipamentos utilizados neste estudo estão descritos a seguir, e foram classificados pela sua função.

#### **3.2.1.1 Monitoramento da pressão no sistema hidráulico**

Acredita-se que uma significativa proporção das perdas de água no sistema é atribuída às altas pressões nos sistemas hidráulicos que propiciam o aparecimento de vazamentos, além de causarem desconforto aos usuários. Para realizar um monitoramento destas pressões, foi utilizando um *Data Logger* modelo *METROLOG P* da marca *Technlog*. Acompanhado de software gerenciador, este equipamento foi instalado, com o auxílio de mangueira hidráulica.

A Figura 3.2 mostra o equipamento utilizado para medição da pressão hidráulica.

- 01 (um) *Data Logger* com 01 entrada de pressão (200 mca) e 01 entrada de vazão (pulsos), com visor, modelo *METROLOG P* da marca *Technlog*. Acompanhado de software gerenciador, como mostra a Figura 3.2;



Figura 3.2 – *Data Logger - Metrolog P.*

### 3.2.1.2 Medição do consumo total

O processo de hidrometração foi realizado no sistema hidráulico, com o intuito de monitorar o consumo do sítio, além de identificar os horários de consumo de pico. Como o aeroporto não possui medidor, esse monitoramento foi realizado através do conjunto: medidor modelo *Flodis* classe C, acompanhando *LOGBOX-AA IP65* e *Cyble* Pulsado. Esse é um sistema de medição remota, no qual os medidores, ao realizarem a leitura de consumo, emitem pulsos, lidos e transmitidos por um *Cyble* Pulsado a um *Data Logger*, modelo *LOGBOX-AA IP65*, este por sua vez armazena os dados de vazão em intervalos de tempo predefinidos, que são recolhidos de tempos em tempos. Com o auxílio de uma Interface de Comunicação Ótica, modelo *IrLink3-USB*, transferem-se estas informações a um computador (*notebook*), o que possibilita a criação de um perfil de consumo para o local. As Figura de 3.3, a 3.8 mostram os equipamentos utilizados para a medição do consumo.

- 01 (um) Medidor Multijato *Multimag*; classe C:  $Q_n$  (vazão nominal)  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$  – diâmetro de  $\frac{3}{4}$ ”; como mostra a Figura 3.3.



Figura 3.3 – Medidor Multijato *Multimag*  $\frac{3}{4}$ ”.

01 (um) Medidor Modelo *Flodis* classe C:  $Q_n$  (vazão nominal)  $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  – diâmetro de  $3/4''$ ; apresentado na Figura 3.4.



Figura 3.4 – Medidor *Flodis*  $3/4''$ .

- 01 (um) Medidor Modelo *Flodis* classe C:  $Q_n$  (vazão nominal)  $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$  – diâmetro de  $1''$ ; como pode ser visto na Figura 3.5.



Figura 3.5 – Medidor *Flodis*  $1''$ .

- 01 Interface de Comunicação Ótica: *IrLink3-USB* com *software*. Figura 3.6



Figura 3.6 – Interface de comunicação ótica.

- 03 *LOGBOX-AA IP65*: para ser usada em conjunto com os medidores de vazão a interface ótica e o *cyble* pulsado. Como mostra a Figura 3.7.



Figuras 3.7 – *Log Box*.

- 03 *Cyble* pulsados K1 : para ser usada em conjunto com os medidores de vazão a interface ótica e os *logbox*. Como mostra a Figura 3.8.



Figuras 3.8 – *Cyble* pulsado K1.

### 3.2.1.3 Detecção de vazamentos

Entende-se por detecção de vazamentos o processo de constatar a existência e localização dos vazamentos, com o intuito de identificar e localizar-los foi utilizado o *Geofone* Eletrônico, modelo HG-10 AII, da marca *Fuji Tecom*, Figura 3.9. Para sua operação deve-se colocar os fones de ouvido e conectá-los através do pino ao amplificador, que deve estar a tiracolo, e o sensor em uma das mãos, que deve ser posicionado o mais próximo possível da tubulação enterrada.

- 01 (um) *Geofone* Eletrônico com filtro de ruídos selecionável, modelo HG-10 AII, da marca *Fuji Tecom*, apresentado na Figura 3.9;



Figuras 3.9 – *Geofone* Eletrônico.

### 3.2.2 Análise documental

A análise documental foi realizada através de contato com o Departamento da Aviação Civil (Secretaria de Infraestrutura e Logística) do Rio Grande do Sul localizado na cidade de Porto Alegre que forneceu os projetos da última reforma e ampliação do edifício do aeroporto Lauro Kurtz.

Os projetos das demais instalações, como refeitório, hangares e oficinas do aeroporto não constam nos arquivos do Departamento da Aviação Civil do Rio Grande do Sul, o que tornou necessária a realização de um levantamento de campo com a medição e o desenvolvimento de croquis, anexo 04, para estas edificações.

### 3.2.3 Levantamento de campo

O levantamento de campo foi realizado através de visitas ao aeroporto Lauro Kurtz, para a realização de registros fotográficos, medições e inspeções visuais em cada um dos hangares, oficinas e demais ambientes, para tornar possível a elaboração das plantas baixas de cada edificação, com a localização de todos os ambientes sanitários. Através destas visitas, foi possível a confecção de uma planta de situação e localização das edificações do sítio aeroportuário, conforme anexo 05.

O Aeroporto Lauro Kurtz possui, em seu sítio 10 edificações, como pode ser observado no anexo 05.



### **3.2.3.1 Identificação do sistema predial de água fria**

Para a identificação do sistema predial de água fria foi elaborado um croqui detalhado do subsistema de distribuição bem como o reconhecimento do reservatório de água e sua alimentação.

### **3.2.3.2 Determinação dos processos que utilizam água**

Nesta etapa, foram cadastrados todos os ambientes que possuem aparelhos consumidores de água. Possibilitando a realização de tabelas com a localização e quantificação dos aparelhos consumidores de água em cada ambiente.

Com a determinação das quantidades de aparelhos por prédio foi possível saber quais são os prédios com mais aparelhos consumidores de água. Possibilitando um direcionamento do estudo para estes prédios.

### **3.2.3.3 Identificação e cadastramento de perdas visíveis de água e condições de operação e conservação dos aparelhos**

O desenvolvimento desta etapa do projeto foi necessária para possibilitar o pleno conhecimento das atividades desenvolvidas no sítio aeroportuário que envolve o uso de água e modo de operação dos aparelhos sanitários, bem como também para fazer a verificação visual de possíveis perdas de água por vazamentos, com o objetivo de racionalizar as atividades. Paralelamente ao levantamento do sistema hidráulico predial, foi realizada a inspeção visual dos aparelhos hidro-sanitários, analisando seu estado de conservação, condição de operação e existência de vazamentos visíveis, assim como todas as características relevantes de cada um dos tipos de aparelhos.

#### **3.2.3.3.1 Cadastramento e inspeção dos aparelhos sanitários**

Nesta etapa, foi realizada uma análise visual detalhada em cada um dos ambientes sanitários, onde foram identificados todos os pontos de consumo de água e realizada a análise visual dos possíveis vazamentos visíveis das instalações. Com o intuito de otimizar o levantamento, foram adaptadas planilhas de levantamento de campo, conforme anexo 06.

Ressalta-se que nos locais onde foram identificados vazamentos, foram aplicados os métodos apresentados no item 3.2.3.3.2.

### **3.2.3.3.2 Métodos utilizados para a análise de perdas físicas de água**

Neste item descreve-se os métodos utilizados para a verificação das perdas visíveis em aparelhos sanitários encontrados no edifício em estudo.

#### **Bacia sanitária**

As perdas físicas das bacias sanitárias foram analisadas através dos seguintes procedimentos:

- As paredes da bacia sanitária foram enxugadas, nas proximidades do colar ou anel;
- Com uma caneta “marca texto” de cor escura, contornaram-se as paredes internas da louça da bacia;
- Esperou-se alguns minutos para verificar se o contorno da caneta foi lavado com a água que sai dos furos do colar;
- Para saber o número de pontos de vazamentos, contou-se quantos pontos foram lavados.

#### **Torneiras**

Os vazamentos em torneiras são visíveis e se manifestam através de gotejamento ou escoamento em filete. Os volumes de água perdidos por esses diferentes tipos de vazamento variam em função do tipo do bocal da torneira, da rugosidade de suas paredes e também da pressão hidráulica. Assim, uma torneira poderá perder mais água no período noturno do que durante o dia, como consequência da possibilidade de maiores valores de pressão hidráulica no sistema naquele período.

Para facilitar a estimativa da perda de água provocada por esse tipo de vazamento, Oliveira (1999) conduziu uma pesquisa laboratorial, através de ensaios em vários tipos de torneiras, determinando perdas diárias em função da frequência do gotejamento e de dois diâmetros de escoamento em filete. Os valores médios de perda diária de água estão apresentados na tabela 3.1, e são os utilizados neste estudo.



Tabela 3.1 – Média de perda de água em função de vazamentos em torneiras

Vazamento	Frequência (gotas/min)	Perda diária (l/dia)
Gotejamento lento	Até 40 gotas/min	06 a 10
Gotejamento médio	$40 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 80$	10 a 20
Gotejamento rápido	$80 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 120$	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Impossível de contar	> 32
Filete $\phi \approx 2\text{mm}$	---	> 114
Filete $\phi \approx 4\text{mm}$	---	> 333

Fonte: OLIVEIRA (1999).

#### Mictórios e pia de cozinha

Para identificação de possíveis vazamentos nos mictórios e pia de cozinha, procederam-se apenas com inspeções visuais dos aparelhos.

#### 3.2.4 Caracterização do consumo de água

Foram realizadas novas visitas ao sítio aeroportuário, exclusivamente para observação da forma de realização de todas as atividades que envolvem o uso da água, em termos da frequência, tempo de utilização e respectivas vazões, de forma a caracterizar o consumo total de água e as parcelas referentes aos diferentes pontos de consumo.

Na etapa referente ao consumo total, foram instalados medidores de vazão (hidrômetros) durante certo período, de no mínimo trinta (30) dias, com o intuito de monitorar o consumo do sítio, além de identificar os horários de consumo de pico. Como o aeroporto não possui medidor, esse monitoramento foi realizado através do conjunto: medidor modelo *Flodis* classe C, acompanhando *LOGBOX-AA IP65* e *Cyble* Pulsado. É um sistema de medição remota, no qual os medidores, ao realizarem a leitura de consumo, emitem pulsos, lidos e transmitidos por um *Cyble* Pulsado a um *Data Logger*, modelo *LOGBOX-AA IP65*. Este, por sua vez, armazena os dados de vazão em intervalos de tempo predefinidos, que são recolhidos de tempos em tempos, com o auxílio de uma Interface de Comunicação Ótica, modelo *IrLink3-USB* e estas informações são transferidas a um computador (*notebook*), possibilitando a

criação de um perfil de consumo para o local. Como também foi realizado o levantamento da população usuária da água, para possibilitar a realização do diagnóstico do uso da água no edifício.

Quanto aos consumos parciais, foi observado o modo de desenvolvimento das atividades que consomem água, bem como o seu tempo de duração (medição dos horários de início e término). As vazões e as pressões foram medidas em todos os pontos de consumo, o que possibilitará a seleção dos componentes economizadores de água que poderão ser empregadas na edificação.

Para o monitoramento e medição das pressões foi utilizado um *Data Logger* com 01 entrada de pressão (200 mca) e 01 entrada de vazão (pulsos), com visor, modelo *METROLOG P* da marca *Technlog*. Acompanhado de software gerenciador, este equipamento foi instalado, com o auxílio de mangueira hidráulica adequada, no ponto de utilização, foi procedida a retirada do aparelho (ex. torneira) e instalando-o diretamente no sub-ramal. Proceder-se-á a verificação da pressão para todos os ambientes do terminal de passageiros e torneiras externas conforme metodologia desenvolvida para a pesquisa:

1. Configurou-se o equipamento para intervalo entre leituras de 1 (um) segundo;
2. Instalou-se o equipamento no ponto de utilização;
3. Realizou-se a leitura durante dois minutos;
4. Acionou-se o aparelho vizinho mais próximo (ex. bacia sanitária), realizando a leitura por mais dois minutos;
5. Procedeu-se o acionamento dos aparelhos vizinhos por ordem de distância, mantendo leituras de dois minutos por aparelho acionado;
6. Findados os aparelhos, procede-se o acionamento e todos simultaneamente, realizando leituras de pressão por mais dois minutos.

Na Figura 4.32 pode se observar o monitoramento de pressão em um ponto usando o *Metrolog P*.

### **3.2.5 Seleção dos equipamentos economizadores**

A seleção e especificação técnica dos componentes economizadores de água foram realizadas considerando-se os seguintes parâmetros:

- Pressão hidráulica;
- Conforto dos usuários;
- Atividades dos usuários;
- Risco de contaminação;
- Higiene;
- Facilidade de instalação;
- Custo do material e mão-de-obra;
- Custo do equipamento.

### **3.2.6 Cálculo da economia gerada com a redução do consumo de água**

Para a realização desta etapa, foi utilizado o método proposto por Ywashima (2005), cujo principal questão a ser considerada é a definição dos pontos que devem ser priorizados para a redução do consumo. Sob o ponto de vista financeiro, foram consideradas as alternativas de tecnologias que apresentaram melhores resultados relacionados com as seguintes atividades:

- Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo;
- Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras;
- Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo;
- Simulação das despesas;
- Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores;
- Simulação dos fluxos de caixa; e,
- Escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica.

#### **3.2.6.1 Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo**

Esta atividade foi resultante do levantamento dos pontos de consumo e das atividades realizadas, envolvendo o uso da água e também a caracterização das tecnologias

economizadoras selecionadas. Foi indicado, então, quais eram as intervenções viáveis tecnicamente para serem implantadas no caso em estudo.

### **3.2.6.2 Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras**

Para fazer a análise econômica da implantação das tecnologias economizadoras foi necessário conhecer os consumos de água nos diversos pontos antes e após a sua instalação. Ressalta-se que o consumo antes foi determinado nas atividades anteriores e que o consumo com a implantação das tecnologias foi realizado com base nas especificações técnicas dos equipamentos.

#### **3.2.6.2.1 Custos Intangíveis**

Não menos importantes que os benefícios financeiros diretos, se encontram os custos e benefícios intangíveis. Com o objetivo de atender a este conceito, foi elaborado um estudo para o aproveitamento da água pluvial. Em substituição aos usos menos nobres de água potável, como nas torneiras de lavagem externa e bacias sanitárias.

Com a aprovação da NBR 15.527 (2007) que trata do aproveitamento de água pluvial, é possível diminuir o consumo de água potável no terminal de passageiros. A implantação deste sistema terá somente impactos financeiros na conta de água, no tocante à diminuição do volume captado no poço, já no que se refere à geração de efluentes líquido não haverá minimização.

Para reduzir o consumo de água potável na edificação, a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial é extremamente eficiente, uma vez que o terminal possui uma considerável área de captação (telhado) e parte da estrutura necessária já instalada (calhas e condutores verticais).

O sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações é composto pelos seguintes componentes, área de captação, condutores, depósito e bombas.

### **3.2.6.3 Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo**

Nesta atividade, foram considerados os gastos relativos ao uso da água enfocando o preço do metro cúbico da água que deve ser determinado pelo comitê de bacia hidrográfica, onde está inserido o sítio aeroportuário. Para tanto, foram montados diversos cenários enfocando as diversas parcelas de cobrança, tais como captação e consumo de água, lançamento de efluentes e qualidade do efluente lançado.

Como o comitê de bacia do rio Passo Fundo não possui uma metodologia para a cobrança de seus consumidores, a simulação das contas foi feita utilizando as metodologias implantadas na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e bacia do rio Paraíba do Sul, (CEIVAP - Comitê para Integração da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul) e da metodologia proposta para o rio Santa Maria.

Simulação da conta pela bacia do rio Santa Maria

A equação utilizada no cálculo do valor da conta de água na bacia do rio Santa Maria, dentro do método sugerido no estudo de Forgiarini (2006), está apresentada no capítulo 02

### **3.2.6.4 Simulação das despesas**

Nesta atividade foram levantados todos os custos relativos à aquisição e à instalação das tecnologias economizadoras de água escolhidas para serem instaladas.

### **3.2.6.5 Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores**

Segundo Ywashima (2005), a estimativa da vida útil dos equipamentos serve para determinar o número de entradas (receitas) e/ou saídas (despesas) no fluxo de caixa, visto que a tecnologia a ser implementada gerará reduções até um determinado período depois de efetuada a instalação.

A vida útil em meses das caixas acopladas é dada pela equação 3.1.

$$MV_u = \frac{V_u}{Ac} \quad (3.1)$$

Onde:

$V_u$  = Vida útil máxima em acionamentos.

$A_c$  = Acionamentos por caixa acoplada

Segundo contatos realizados com os fornecedores de caixa acoplada e consulta a manual técnico, foi verificado que a vida útil das caixas acopladas é estimada em 150.000 acionamentos. Assim, para a distribuição homogênea dos acionamentos entre as caixas acopladas aplica-se a equação 3.2.

$$A_c = \frac{T_{ac}}{T_{cx}} \text{ (acionamentos/mês)} \quad (3.2)$$

Onde:

$A_c$  = Acionamentos por caixa acoplada

$T_{ac}$  = Total acionamentos mês;

$T_{cx}$  = Total de caixas acopladas;

### 3.2.6.6 Simulação dos fluxos de caixa

De acordo com Hirschfeld (2000) apud Ywashima(2005), fluxo de caixa é a apreciação das contribuições monetárias ao longo do tempo, podendo ser representado de forma analítica ou gráfica. Alguns autores, para caracterizar essa movimentação financeira, adotam que as entradas de dinheiro terão sinal positivo e as saídas, negativo.

Ainda, conforme Ywashima (2005), de posse das reduções do consumo esperadas, ou seja, dos valores economizados (receitas) e do custo para cada alternativa em estudo (despesas) pode-se então fazer a simulação do fluxo de caixa para cálculo dos indicadores que são utilizados na análise de viabilidade.

### 3.2.6.7 Escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica

O método escolhido para a análise da viabilidade do investimento no sitio aeroportuário de Passo Fundo é o método de *payback*. O cálculo do *payback* é feito através da equação 3.3.

$$\text{Período} = \frac{\text{Investimento(despesa)}}{\text{Economia(receita)}} \quad (3.3)$$

Ressalta-se que no método de *payback* o benefício-custo proveniente dos custos intangíveis, tais como: conservação de água, sensibilização dos usuários, conforto, higiene, entre outros, não são considerados neste indicador.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1 Levantamento de campo**

O levantamento de campo foi realizado através de visitas ao sítio aeroportuário para a realização de medições e inspeções. As visitas tornaram possível a identificação do sistema predial de água fria, determinação dos processos que utilizam água e a identificação e cadastramento de perdas visíveis de água e condições de operação e conservação dos aparelhos.

Através destas visitas foi possível confeccionar dos projetos arquitetônicos faltantes. Como os de situação e localização das edificações, projetos hidráulicos e sanitários do sítio aeroportuário, como por exemplo no anexo 05 está o projeto de situação e localização.

O Aeroporto Lauro Kurtz possui, em seu sítio, em torno de 10 edificações, como pode ser observado no anexo 05.

#### **4.1.1 Identificação do sistema predial de água fria**

O sistema de água fria do sítio aeroportuário é composto de um subsistema de abastecimento e um subsistema de distribuição que são caracterizados a seguir.

##### **4.1.1.1 Subsistema de abastecimento**

O reservatório do sítio aeroportuário, ilustrado na Figura 4.1 se encontra próximo aos hangares 02 e 03, é construído de concreto armado e abriga um volume de água de aproximadamente 20 m<sup>3</sup>. A alimentação é proveniente de um poço localizado abaixo do mesmo, a distribuição é efetuada por gravidade Esta fonte de abastecimento é utilizada por todas as edificações da área do aeroporto.





Figura 4.1 – Reservatório do sítio aeroportuário Lauro Kurtz.

#### 4.1.1.2 Subsistema de distribuição

Depois de reservada a água que abastece toda área do aeroporto, é distribuída através de três ramificações, ilustradas na Figura 4.2.

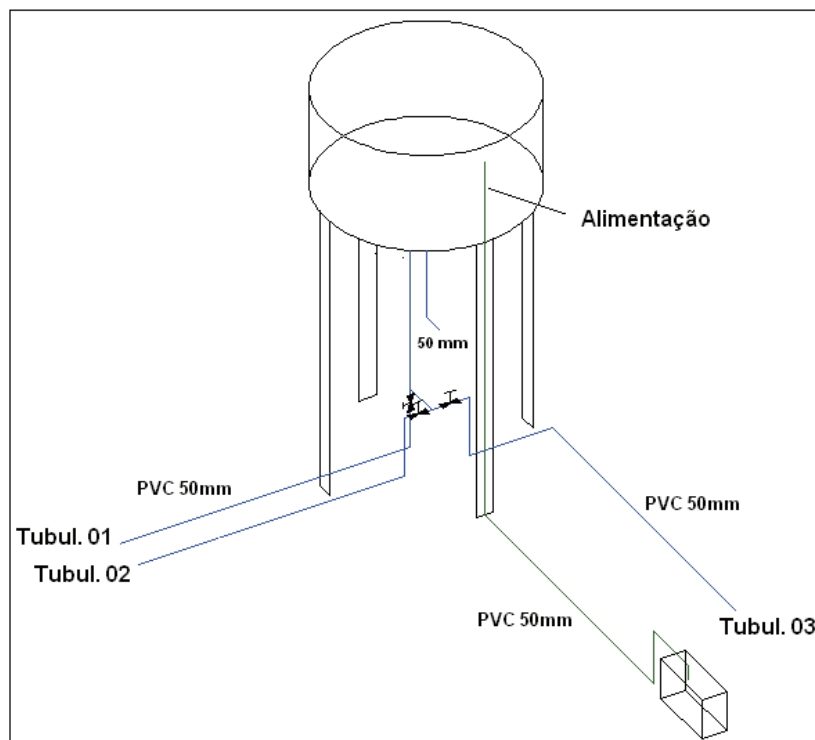


Figura 4.2 - Isométrica do reservatório do sítio aeroportuário Lauro Kurtz..

A primeira, em PVC de 50 mm, abastece os hangares 03 e 04 e a casa de comando da aeronáutica, localizada na entrada do sítio. A tubulação segue subterrânea até próximo aos hangares e casa de comando, onde seu diâmetro é reduzido para 25 mm.

A segunda, em PVC de 50 mm, é responsável pela alimentação de parte do terminal de passageiros (parte antiga), o refeitório, o hangar onde funciona o táxi aéreo, o posto de abastecimento de aeronaves, o hangar onde se localiza o caminhão de bombeiros, que opera no local nos horários dos vôos. A tubulação segue subterrânea até a parede mais próxima do terminal de passageiros, onde sobe até o forro e reduz seu diâmetro para 32 mm (barrilete), daí segue para os ambientes sanitários, que são abastecidos por colunas de 25 mm derivadas do barrilete.

A terceira derivação, em PVC de 50 mm, abastece somente a parte nova do terminal de passageiros, ou seja, foi instalada na última reforma do prédio. Esta tubulação percorre o caminho até o prédio subterraneamente. Nas proximidades da edificação, há uma caixa de inspeção onde essa tubulação pode ser observada antes de subir para o forro do terminal, conforme Figura 4.3, onde é reduzida para 32mm e segue para os ambientes de consumo, onde abastecem colunas de 25mm, responsáveis pela alimentação dos vários aparelhos.



Figura 4.3 – Entrada da alimentação da ampliação do terminal.

#### 4.1.2 Determinação dos processos que utilizam água

Esta etapa se desenvolveu em todo o sítio aeroportuário iniciando-se com localização dos ambientes consumidores de água e, após, foi realizada a descrição dos ambientes sanitários onde foram cadastrados todos os ambientes sanitários.

##### 4.1.2.1 Localização dos ambientes consumidores de água

Os ambientes consumidores de água estão descritos na tabela 4.1 de acordo com seu número e finalidade.

Tabela 4.1 – Ambientes geradores de consumo de água no sítio aeroportuário Lauro Kurtz.

<b>Ambientes consumidores de água no sítio aeroportuário Lauro Kurtz</b>				
	<b>Sanitário</b>	<b>Sanitário para portadores de necessidades especiais</b>	<b>Cozinha</b>	<b>Torneiras externas</b>
Terminal de passageiros	6	1		-
Refeitório	1	-	1	-
Bar	-	-	1	-
Hangar Bombeiros	1	-	-	-
Hangar Táxi aéreo	1	-	-	-
Hangar 02	-	-	-	-
Hangar 03	1	-	-	-
Hangar 04 Oficina	2	-	-	-
Administração	1	-	-	-
Área Externa	-	-	-	5
<b>Total</b>	<b>21</b>			

Nota-se que o terminal de passageiros (prédio principal) abriga o maior número de ambientes sanitários.

##### 4.1.2.2 Descrição dos ambientes sanitários

Na tabela 4.2 estão descritos os aparelhos de cada ambiente.

Tabela 4.2 – Aparelhos geradores de consumo, por ambiente em todo sítio aeroportuário.

<b>Número de aparelhos por ambiente no sítio aeroportuário Lauro Kurtz</b>									
<b>Ambiente</b>	<b>Refeitório</b>	<b>Bar</b>	<b>Hangar Bombeiros</b>	<b>Hangar Táxi aéreo</b>	<b>Hangar 02</b>	<b>Hangar 03</b>	<b>Hangar 04 Oficina</b>	<b>Terminal de Pass.</b>	<b>Adm.</b>
Bacias Sanitárias	1	-	1	1	-	1	2	11	1
Lavatórios	1	-	1	1	-	1	2	11	1
Mictórios	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Pias	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Chuveiros	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Torneiras lav. Int.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Torneiras lav. Ext.	-	-	-	-	-	-	1	4	-
Tanques de lavar roupas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	<b>3</b>

A predominância de aparelhos ocorre no terminal de passageiros, com um total de 30 pontos de consumo, representando 61,22 % do total, e somando a estes os da administração e refeitório tem-se 37 pontos de consumo, representando um total de 75,5%, vale ressaltar que este percentual diz respeito apenas à quantidade de aparelhos.

Analisando os aparelhos de cada ambiente, obtém-se os dados expressos na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Resumo dos aparelhos consumidores de água no aeroporto Lauro Kurtz, 2008.

<b>Resumo dos aparelhos consumidores de água no sítio aeroportuário</b>								
<b>Bacias sanitárias</b>	<b>Lavatórios</b>	<b>Mictórios</b>	<b>Pias</b>	<b>Chuveiros</b>	<b>Torneiras lav. interna</b>	<b>Torneiras lav. externa</b>	<b>Tanques de lavar roupas</b>	<b>Total</b>
18	18	4	2	2	0	5	0	49

Nos ambientes sanitários, a maior predominância é de bacias sanitárias e lavatórios.

Devido à grande quantidade de aparelhos existentes no terminal de passageiros, o presente estudo foi efetuado nas áreas do sítio aeroportuário que tem referência com movimentação de passageiros, sem considerar o hangar de bombeiros, que se encontra desativado, hangares 2 e 3, e o hangar 4, onde se localiza a oficina.

### 4.1.3 Identificação e cadastramento de perdas visíveis de água e condições de operação e conservação dos aparelhos

Nesta etapa foi elaborado o cadastramento e inspeção dos aparelhos sanitários, o que tornou possível a descrição de todos os pontos consumidores de água. Estas inspeções também resultaram na visualização e cadastramento de deficiência e vazamentos.

#### 4.1.3.1 Cadastramento e inspeção dos aparelhos sanitários

Para facilitar o desenvolvimento desta etapa, cada ambiente sanitário, do sítio aeroportuário, foi identificado por uma letra e em cada um deles os aparelhos foram cadastrados por números conforme quadro 4.1, e Figuras 4.4, a 4.20.

<b>Ambientes Sanitários – aeroporto Lauro Kurtz</b>	<b>Nomenclatura</b>
Sanitário Masculino - Sala de embarque	A
Sanitário Feminino - Sala de embarque	B
Sanitário Masculino - Saguão do terminal de passageiros	C
Sanitário Feminino - Saguão do terminal de passageiros	D
Sanitário Masculino - Saguão do terminal de passageiros	E
Sanitário para Portadores de Neces. Especiais – terminal de passageiros	F
Sanitário Feminino - Saguão do terminal de passageiros próximo ao bar	G
Bar - Prédio do terminal de passageiros	H
Sanitário Administração - 2º pav. Do prédio do terminal de passageiros	I
Sanitário Hangar Táxi aéreo	J
Refeitório - Ao lado do terminal de passageiros	L
Sanitário Hangar Bombeiros - ao lado do refeitório	M
Sanitário Hangar 03	P
Sanitários Hangar 04 Oficina	N e O
Torneiras Externas	P

Quadro 4.1 – Nomenclaturas dos ambientes sanitários – aeroporto Lauro Kurtz, 2008.

##### 4.1.3.1.1 Descrição dos ambientes sanitários

São descritos apenas os ambientes do terminal de passageiros, por ser o local de maior concentração de pontos consumidores de água e alvo deste estudo.

### Ambientes sanitários A e B

Estes ambientes estão localizados no terminal de passageiros, a Figura 4.4 e 4.5 mostra os aparelhos existentes.

Na Figura 4.4 pode se observar o posicionamento dos aparelhos de dois sanitários, sendo um feminino (B) e outro masculino (A),

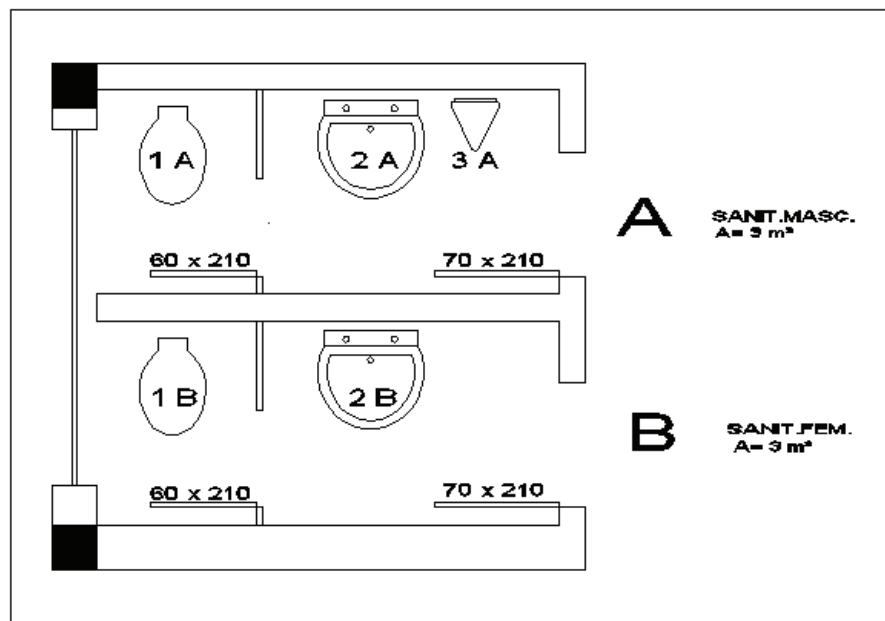


Figura 4.4 – Ambientes sanitários A e B – Terminal de passageiros.

As fotos da Figura 4.5 ilustram a disposição dos aparelhos nos sanitários A e B.



Figuras 4.5 – Ambientes sanitários A e B – Terminal de passageiros.

O sanitário A possui uma bacia sanitária com caixa de descarga acoplada, um lavatório e um mictório com válvula de descarga.

A louça da bacia sanitária é da marca Icasa de uso adulto, encontra-se em estado de conservação satisfatório não apresentando trincas, rachaduras ou manchas, fixação adequada do tipo parafusada. O flexível de alimentação e sua condição de operação também é considerado satisfatório não apresentando vazamentos, manchas ou entupimentos. A altura do fecho hídrico é de 11 cm, e o número de furos da argola é 26.

O lavatório tem altura de 85 centímetros a partir do piso, é da marca Icasa, sua fixação é do tipo parafusada, e a louça encontra-se em estado de conservação satisfatório não apresentando trincas, rachaduras ou manchas. Sua fixação é adequada, ou seja, não está fora de prumo ou solto, não possui sifão, o flexível de alimentação é de material metálico de marca não identificada.

A torneira do lavatório é da marca Mebber, de bancada com arejador, sua condição de operação é adequada não apresentando gotejamento ou vazamento.

O mictório é da marca Ideal, fixado a uma altura de 98 cm a partir do piso. A válvula de descarga encontra-se a 120 cm do piso, sua condição de operação é satisfatória não apresenta vazamentos, entupimentos ou quebras e sua fixação é adequada, do tipo parafusado. O aparelho possui sifão no interior da louça, e sua argola apresenta 7 furos, não demonstra vazamentos ou problemas de funcionamento.

O sanitário B possui uma bacia sanitária com caixa de descarga acoplada e um lavatório.

A louça da bacia sanitária é da marca Icasa de uso adulto, encontra-se em estado de conservação satisfatório, fixação adequada do tipo parafusada, o flexível de alimentação e sua condição de operação também são considerados satisfatórios. A altura do fecho hídrico é de 11 cm e o número de furos da argola é 26.

O lavatório tem altura de 85 centímetros a partir do piso, é da marca Icasa, sua fixação é do tipo parafusada. A louça encontra-se em estado de conservação satisfatório, sua fixação é adequada, ou seja, não está fora de prumo ou solto, não possui sifão, o flexível de alimentação é de material metálico de marca não identificada.

A torneira do lavatório é da marca Mebber, de bancada com arejador, sua condição de operação é adequada não apresentando gotejamento ou vazamento no registro.

#### Ambientes sanitários C e D

Estes ambientes estão localizados no terminal de passageiros. A Figura 4.6 mostra os aparelhos existentes.

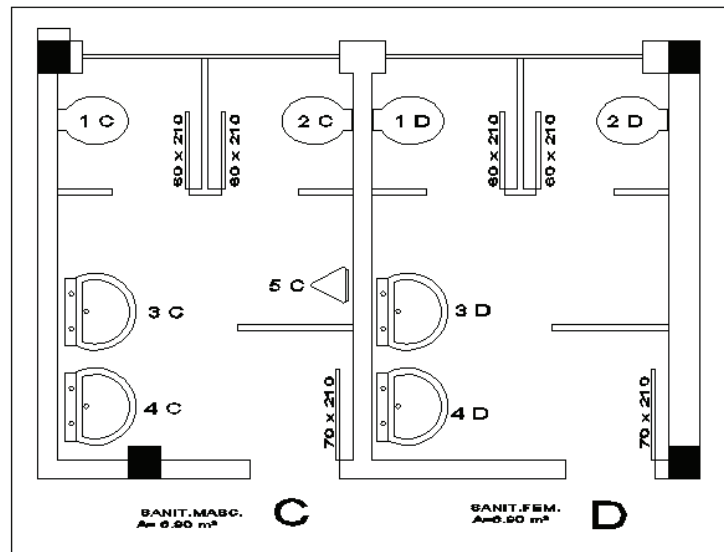


Figura 4.6 – Ambientes sanitários C e D – Terminal de passageiros.

As fotos das Figuras 4.7 e 4.8, ilustram a disposição dos aparelhos nos sanitários C e D.



Figuras 4.7 – Ambientes sanitários C e D – Terminal de passageiros.



Figura 4.8 – Mictório ambiente C – Terminal de passageiros.

O sanitário C possui duas bacias com caixa de descarga acoplada, dois lavatórios e um mictório com válvula de descarga.



As duas bacias sanitárias são da marca Icasa de uso adulto. A fixação da louça é do tipo parafusada e estão fixadas adequadamente. O estado de conservação é adequado sem apresentarem manchas ou trincas, os assentos das bacias sanitárias estão em boas condições, fixos e não apresentando trincas, quebras ou manchas. O flexível de alimentação não apresenta problemas, a altura do fecho hídrico das bacias é de 12 cm e as argolas são de 23 furos.

Os lavatórios, da marca Icasa, estão a 83 centímetros de altura a partir do piso, com fixação adequada do tipo parafusada. Não possui sifão, os flexíveis são de material metálico de marca não determinada. O conjunto demonstra boas condições de operação e conservação

As torneiras são de bancada de marca Mebber com arejador, nenhuma apresenta gotejamento ou vazamento, caracterizando condição de conservação e operação adequada.

Os mictórios estão fixados a 100 cm a partir do piso, e suas válvulas de descarga a 120 cm, são de marca Icasa, com fixação parafusada.

Sua argola é de 7 furos. O aparelho apresenta boas condições de uso e conservação.

O sanitário D possui duas bacias com caixa de descarga acoplada e dois lavatórios.

As duas bacias sanitárias são da marca Icasa de uso adulto. A fixação da louça é do tipo parafusada, e apresenta boas condições de fixação. O estado de conservação é adequado, as bacias não apresentam manchas ou trincas, os assentos também estão em boas condições. O flexível de alimentação não apresenta problemas, a altura do fecho hídrico das bacias é de 12 cm, e as argolas são de 23 furos. Quanto à condição de operação da louça, a bacia sanitária 2D apresenta obstrução parcial do ramal de descarga quando acionada, as demais estão em condição de operação satisfatória

Os lavatórios, da marca Icasa, estão a 83 centímetros de altura a partir do piso, com fixação do tipo parafusada adequada. Não possui sifão, os flexíveis são de material metálico de marca determinada. O conjunto demonstra boas condições de operação e conservação

As torneiras são de bancada de marca Mebber com arejador, nenhuma apresenta gotejamento ou vazamento, caracterizando condição de conservação e operação adequada.

Ambientes sanitários E e F

Estes ambientes também estão localizados no terminal de passageiros. A Figura 4.9 mostra os aparelhos existentes.

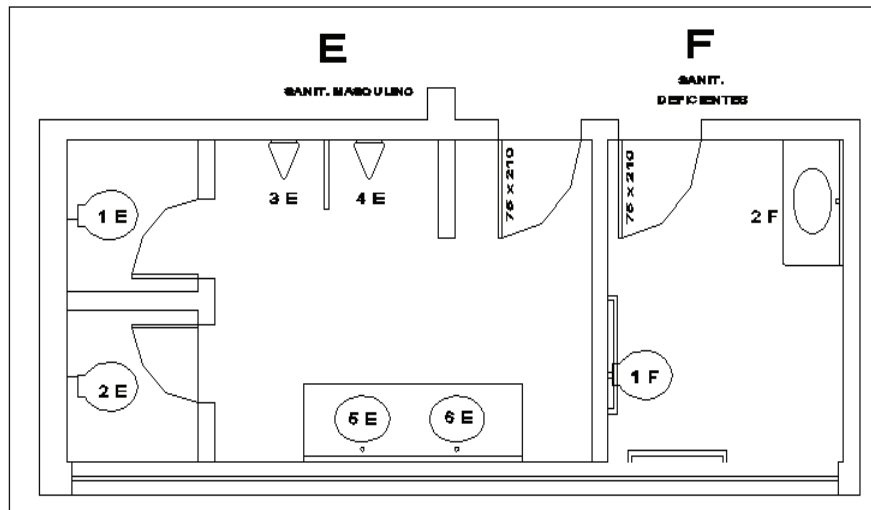


Figura 4.9 – Ambientes sanitários E e F – Terminal de passageiros.

As fotos da Figura 4.10 ilustram a disposição dos aparelhos nos sanitários E e F.



Figura 4.10 – Ambiente sanitário E – Terminal de passageiros.

No sanitário E, existem duas bacias com caixa de descarga acoplada, dois lavatórios e dois mictórios com válvula de descarga.

As duas bacias sanitárias são da marca Incepa de uso adulto. A fixação da louça é do tipo parafusada e apresentam boas condições de fixação. O estado de conservação é adequado não apresentam manchas ou trincas, porém, os assentos das bacias sanitárias encontram-se danificados, apresentando trincas no plástico. O flexível de alimentação não apresenta problemas, a altura do fecho hídrico das bacias é de 11,5 cm, e as argolas são de 26 furos. Quanto à condição de operação da louça, a bacia sanitária 1E apresenta vazamento na base e no flexível de alimentação da bacia, as demais estão em condição de operação satisfatória.

Os lavatórios, da marca Incepa, estão a 79 centímetros de altura a partir do piso, com fixação adequada do tipo parafusada. O sifão é do tipo garrafa de material metálico de marca não identificada, os flexíveis são de PVC da marca Akros. O conjunto demonstra boas condições de operação e conservação

As torneiras são de bancada de marca Mebber com arejador, nenhuma apresenta gotejamento ou vazamento, caracterizando condição de conservação e operação adequada.

Os mictórios estão fixados a 95 centímetros a partir do piso, e suas válvulas de descarga a 115 cm, são de marca Incepa, com fixação parafusada. O aparelho 4E encontra-se obstruído no ramal de descarga e com vazamento na descarga. Os dois mictórios possuem flexível da marca Docol e apresentam vazamento na borracha de vedação. Ambos têm argola de 09 furos.

O sanitário F possui uma bacia sanitária com caixa de descarga acoplada e um lavatório.

A louça da bacia sanitária é da marca Incepa de uso adulto, encontra-se em estado de conservação satisfatório, fixação adequada do tipo parafusada, o flexível de alimentação e sua condição de operação também são considerados satisfatórios. A altura do fecho hídrico é de 11 cm, e o número de furos da argola é 26.

O lavatório tem altura de 80 centímetros a partir do piso, é da marca Icasa, sua fixação é do tipo parafusada. A louça encontra-se em estado de conservação satisfatório e sua fixação é adequada, ou seja, não está fora de prumo ou solto, possui sifão do tipo garrafa. O flexível de alimentação é de material metálico de marca não determinada.

A torneira do lavatório é da marca Docol, de bancada com arejador, sua condição de operação é adequada, não apresenta gotejamento ou vazamento no registro.

Como este ambiente é de uso exclusivo para portadores de necessidades especiais, possui barras fixadas nas paredes próximas à bacia para auxiliar os usuários.

Ambientes sanitários G e H

A Figura 4.11 ilustra o sanitário feminino G que é composto por duas bacias sanitárias, dois lavatórios e um fraldário e a cozinha do bar do aeroporto que possui uma pia com duas cubas. As fotos da Figura 4.12 mostram os ambientes citados.

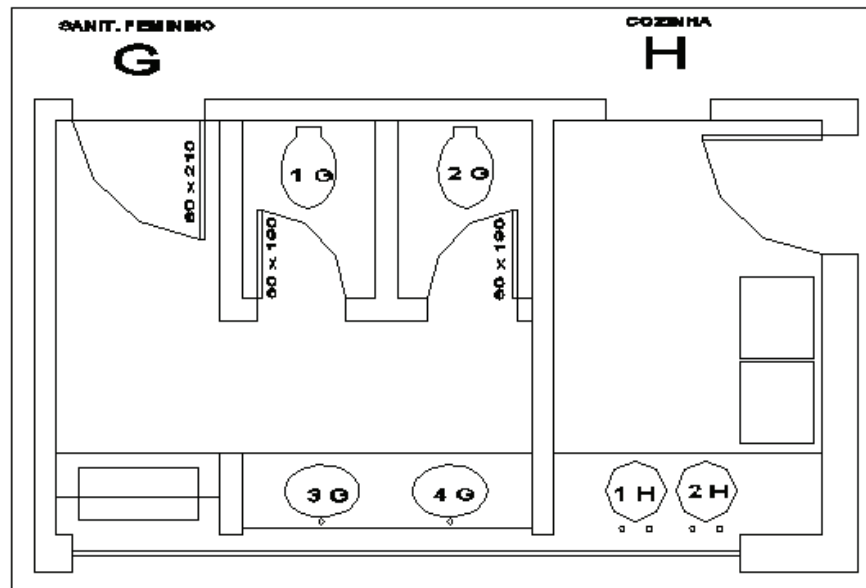


Figura 4.11 – Ambiente sanitário G, Cozinha H – Terminal de passageiros.

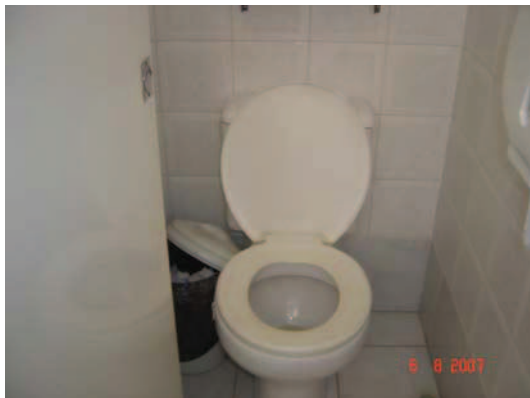


Figura 4.12 – Ambiente sanitário G, cozinha H - Terminal de passageiros.

No sanitário feminino G, as louças das bacias são da marca Incepa, de uso adulto com caixa de descarga acoplada, fixação parafusada, encontra-se em estado de conservação e de uso satisfatório, não apresentam manchas ou trincas, porém os assentos se encontram danificados (trincados).

A louça dos lavatórios é da marca Incepa, estes estão fixados a uma altura de 85 cm a partir do piso, sua fixação é do tipo parafusada, as torneiras são de bancada de marca Docol, o sifão é de metal do tipo garrafa de marca desconhecida, o tubo alimentador é de PVC da marca Akros, e o conjunto apresenta estado de conservação e operação satisfatórios.

O banheiro possui um fraldário ao lado dos lavatórios.

O ambiente sanitário H é a cozinha do bar, onde existe uma pia com bancada e duas cubas de aço inox, sua altura a partir do piso é de 87 cm, não possui sifão. Possui uma torneira a 100 cm do piso, da marca Clius, fixação de parede, sem arejador. É alimentada diretamente do reservatório externo. O conjunto apresenta estado de conservação e operação satisfatórias

#### Ambiente sanitário I

O ambiente apresentado na Figura 4.13 está localizado na parte da administração do edifício principal.

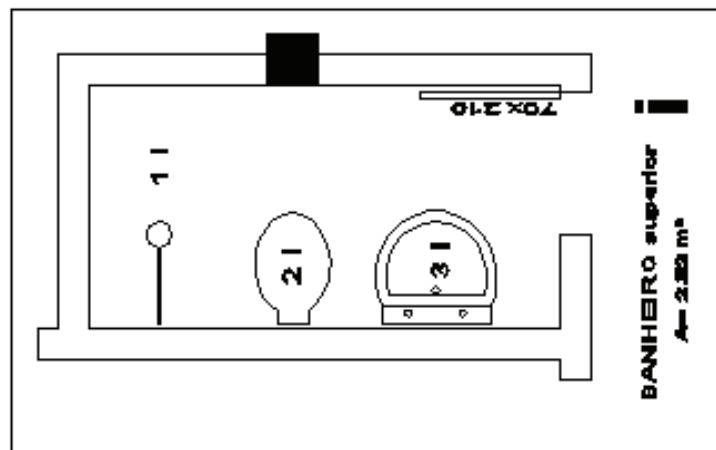


Figura 4.13 – Ambiente sanitário I – Administração.

A foto da Figura 4.14 ilustra a disposição dos aparelhos nos sanitários I.

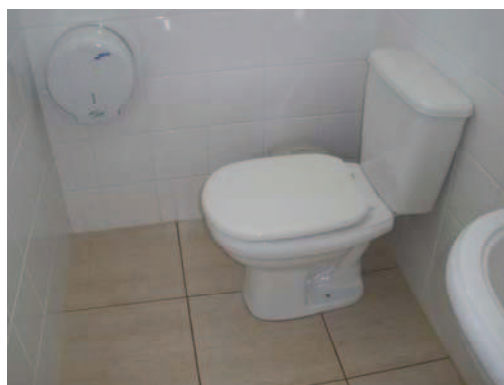


Figura 4.14 – Ambiente sanitário I - Administração.

Na Figura 4.13, observa-se o posicionamento dos aparelhos do sanitário I, este é composto por um lavatório, uma bacia sanitária e um chuveiro, sendo que este ambiente é de uso restrito para os funcionários da administração e dos operadores de rádio.

A louça da bacia sanitária é da marca Icasa com caixa de descarga acoplada, de uso adulto, encontra-se em estado de conservação satisfatório, fixação adequada do tipo parafusada, o tubo de alimentação da louça e sua condição de operação também são consideradas satisfatórias. A altura do fecho hídrico é de 11 cm e sua argola tem 26 furos.

O lavatório tem altura de 85 centímetros a partir do piso, sendo da marca Icasa, sua fixação é do tipo parafusada, e a louça encontra-se em estado de conservação satisfatório, não possuindo manchas nem trincas, sua fixação é adequada, não se encontra fora de prumo ou solta. Foi constatada a inexistência de sifão no lavatório, e o flexível que alimenta a torneira é de material metálico de marca não identificada, ambos estão em estado de conservação e operação satisfatório.

A torneira do lavatório é da marca Mebber, de bancada com arejador, sendo que sua condição de operação é adequada, não apresenta gotejamento ou vazamento no registro.

O chuveiro elétrico de 5400 W, da marca Lorenzetti, apresenta fixação e condição de operação satisfatória. O registro do chuveiro da marca Mebber do tipo globo ou pressão (sem misturador) não apresenta nenhum problema como gotejamento ou vazamento.

#### Ambiente Sanitário L

O ambiente L, apresentado na Figura 4.15 possui um sanitário com chuveiro, lavatório e bacia sanitária, e a cozinha é composta por uma pia com bancada de granito. A foto da Figura 4.16 mostra a bacia sanitária deste ambiente, a foto da Figura 4.17 mostra o lavatório.

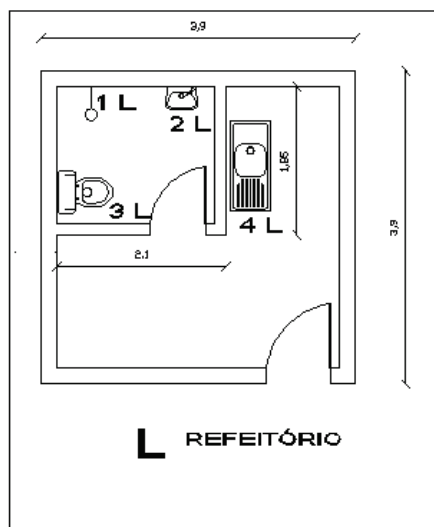


Figura 4.15 – Ambiente L – Refeitório.



Figura 4.16 – Ambiente sanitário L – Bacia Sanitária.

No sanitário, a bacia sanitária é da marca Incepa, de uso adulto, com caixa de descarga acoplada, o interior da louça se encontra manchado, sua fixação é do tipo parafusada, o estado de conservação do assento e a condição de operação da bacia são satisfatórios, o flexível de alimentação não apresenta problemas.



Figura 4.17 – Ambiente sanitário L – Lavatório.

O lavatório como mostra a Figura 4.16 é de marca Deca e está a uma altura do piso de 83 cm, sua fixação é adequada do tipo parafusada, seu estado de conservação e de utilização é satisfatório, não possui sifão. O flexível que alimenta a torneira é de metal de marca não identificada e atende aos requisitos de conservação e operação.

A torneira de marca Mebber, de bancada, não possui arejador, não apresenta gotejamento ou vazamento, ou seja, está em condições de conservação e uso satisfatórios.

O sanitário possui um chuveiro elétrico de 5200 W de marca Corona, fixado adequadamente, não apresenta problemas de operação. O registro é do tipo globo ou pressão

(sem misturador) de marca Idor e está em boas condições de uso. A Figura 4.18 ilustra o chuveiro.



Figura 4.18 – Ambiente sanitário L – Chuveiro.

A bancada da pia de cozinha é de granito, está a 83 cm a partir do piso, sua fixação é adequada do tipo parafusada, a cuba de aço inox não possui sifão e é fixada por simples encaixe na bancada o flexível que alimenta a torneira é de PVC, de marca não identificada,. A torneira é da marca Mebber, se encontra a 100 cm a partir do piso e possui arejador. A Figura 4.19 mostra a cozinha.



Figura 4.19 – Ambiente sanitário L – Pia da Cozinha.

#### Torneiras de lavagem externa - P

Ao todo, no sítio aeroportuário, são cinco torneiras utilizadas para lavagem de pisos externos e aeronaves, quatro no terminal de passageiro, uma no Hangar 04, foram consideradas somente as do terminal de passageiros.

Duas localizam-se nas laterais do terminal de passageiros, uma na parede frontal, é de marca Mebber, de parede, sem arejador, está fixada a 46 cm do piso e está em condições de



operação e conservação satisfatória. A segunda torneira localiza-se na parede lateral em frente à casa de força, é de marca Herc, está fixada, apoiada na tubulação exposta, a uma altura de 54 cm do solo, não apresenta vazamentos ou defeitos de operação, caracteriza boas condições de operação e conservação. A terceira torneira está localizada próxima ao refeitório, é da marca Herc, está fixada de modo incorreto, apoiada à tubulação exposta, a uma altura de 58 cm do solo. A Figura 4.20 mostra esta torneira. A quarta localiza-se próxima ao posto de abastecimento.



Figura 4.20 - Torneira de lavagem externa do aeroporto Lauro Kurtz, 2008.

#### **4.1.3.2 Resultados das inspeções visuais.**

A inspeção visual foi realizada seguindo as planilhas de levantamento propostas na metodologia, e como exemplo uma se encontra no anexo 06, e resultou no cadastramento das seguintes deficiências e vazamentos.

- No ambiente E (sanitário masculino), a bacia sanitária 1E apresenta vazamento na base da louça e no tubo de alimentação.
- O mictório 4E apresenta obstrução parcial no ramal de descarga e vazamento na descarga do aparelho.
- Os dois mictórios 3E e 4E apresentam vazamento na borracha de vedação do flexível.
- No ambiente D (sanitário feminino), a bacia sanitária 2D apresenta obstrução parcial quando acionada.

- No ambiente sanitário para portadores de necessidades especiais, verificou-se a: inexistência de assento adequado na bacia sanitária, altura do lavatório inadequada, ou seja, superior a requerida pelos usuários.

#### 4.2 Caracterização do consumo de água

No mês de maio de 2008 foi instalado o hidrômetro e deve ser retirado em maio de 2009, para possibilitar o processo de hidrometração do sistema hidráulico, com o intuito de monitorar o consumo do sítio. Como o poço que abastece o aeroporto não serve somente o terminal de passageiros, e sim todos os hangares, oficinas e demais edificações, procedeu-se a instalação, inicialmente, de um hidrômetro na saída do poço.

##### 4.2.1 Avaliação das vazões do sítio aeroportuário.

O processo de hidrometração foi realizado no sistema hidráulico, com o intuito de monitorar o consumo do sítio, além de identificar os horários de consumo de pico. Na Figura 4.21 observa-se o local onde o equipamento foi instalado e, na Figura 4.22, o equipamento instalado:



Figura 4.21 – Local de instalação do hidrômetro no sítio aeroportuário Lauro Kurtz.



Figura 4.22 – Hidrômetro instalado no sitio aeroportuário Lauro Kurtz.

Após a instalação do hidrômetro, são acoplados o leitor de pulsos e o *Data Logger* responsáveis pela leitura e armazenagem de dados, estes podem ser observados na Figura 4.23 (Vazão) e 4.24 (Volume).

Na Figura 4.23 observam-se os dados de uma semana de coletas realizadas pelo equipamento (29/04/2008 a 06/05/2008), estes estão plotados em gráfico padrão do *software*.

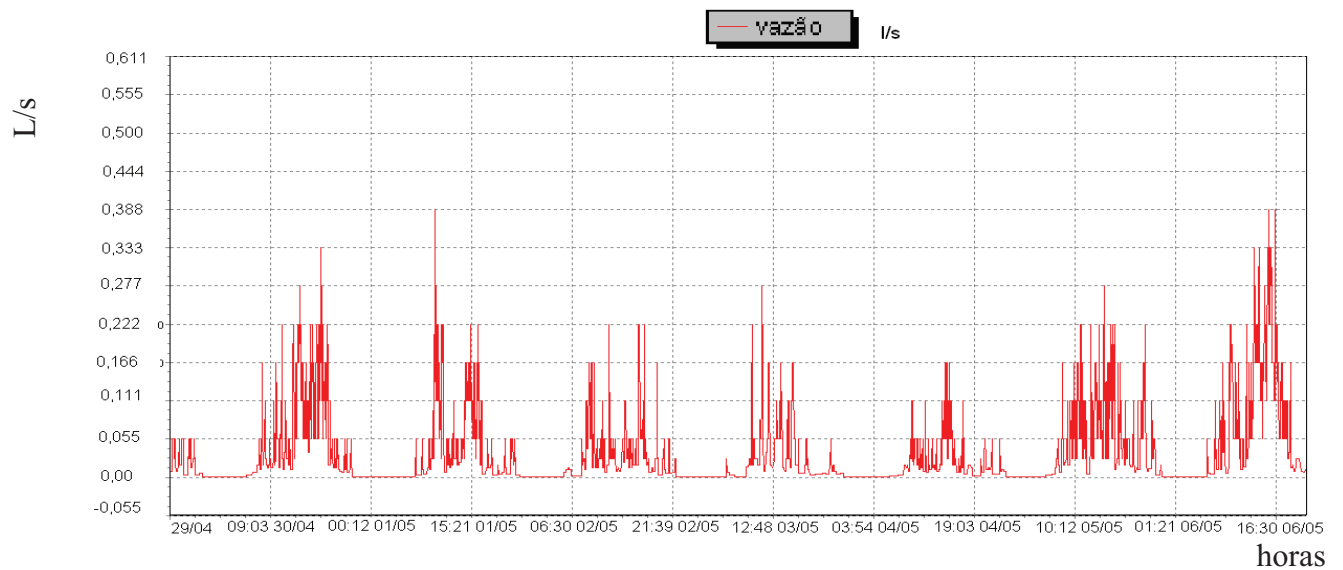


Figura 4.23 – Gráfico de vazão do período de 29/04/08 a 06/05/08.

Ao visualizar o gráfico, identifica-se com facilidade o início do consumo, próximo às oito horas da manhã, e o término, por volta das dez horas da noite, assim como as vazões de pico para o dia de atividades. Nota-se, por exemplo, no dia primeiro de maio, um pico de 0,388 l/s, o equivalente a aproximadamente 04 torneiras funcionando ao mesmo tempo.

Para a mesma semana, tem-se o volume total consumido, expresso em metros cúbicos, como mostra a Figura 4.24.

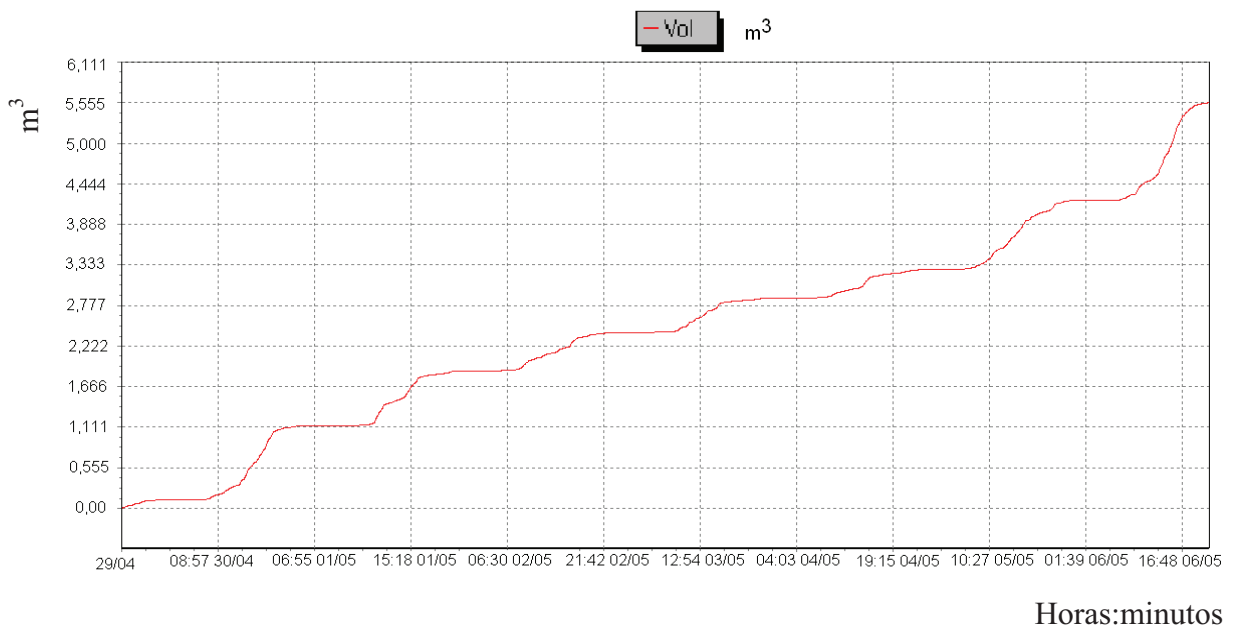
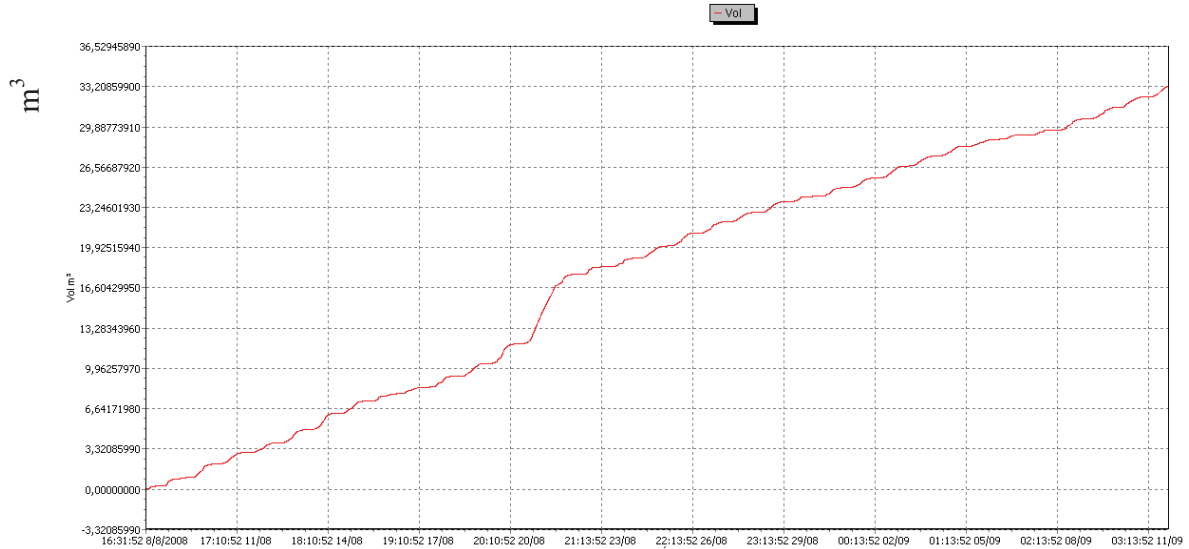


Figura 4.24 – Volume consumido no período de 29/04/08 a 06/05/08.

O volume consumido no período de 7 dias, mostrado na Figura 4.23, foi de 5,555 m<sup>3</sup>, ou 5.555 litros.

O volume consumido entre os dias 08/08/08 e 11/09/08, Figura 4.25, equivalente a 34 dias, foi de 33,2 m<sup>3</sup>, valor este que projetado para 30 dias resulta em um consumo mensal de 29,3 m<sup>3</sup>.



Horas: minutos

Figura 4.25 - Volume consumido no período de 08/08/08 a 11/09/08.

As coletas se estenderam de 24/05/08 a 11/09/08, totalizando 3 meses de medições. A fim de traçar o perfil de consumo diário do sítio, procedeu-se a *plotagem* de gráficos médios diários para os três períodos de estudo, ou seja, a vazão expressa nos gráficos é a média das vazões dos respectivos dias de cada gráfico, o que permitiu uma análise detalhada dos horários de consumo contínuo e de pico do aeroporto, como observa-se nas Figuras 4.26 a 4.31, nestas Figuras observa-se um pico de consumo em torno das quinze horas, isto se deve a chegada do voo proveniente de São Paulo neste horário. Pode ser observado no gráfico da figura 4.26 que este pico não ocorre aos sábados pois neste dia não há voo proveniente de São Paulo.

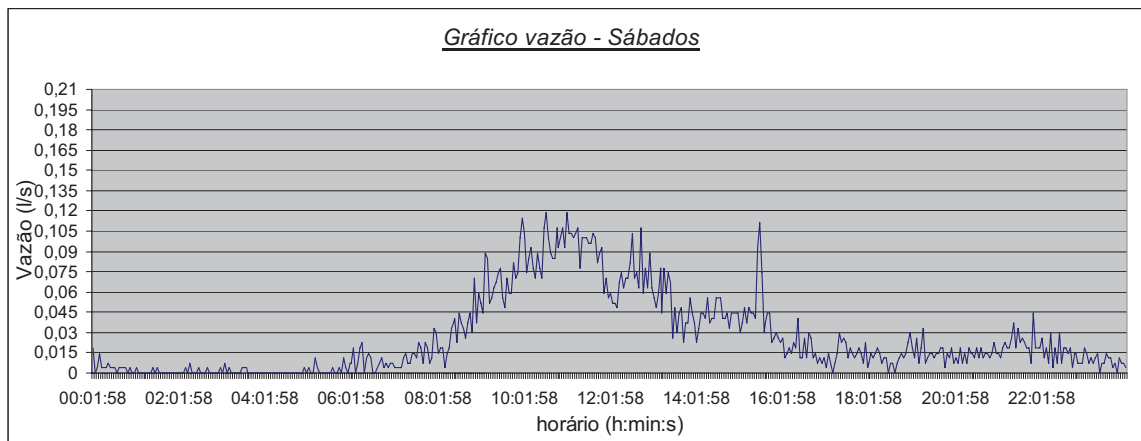


Figura 4.26 – Vazões médias dos sábados.

Na Figura 4.26, observa-se o início do consumo por volta das 6h da manhã, cresce durante a manhã e atinge a vazão média de pico de 0,12 l/s até próximo às 12hs, quando começa a decrescer, se mantendo dentro de uma faixa constante até o fim do período.

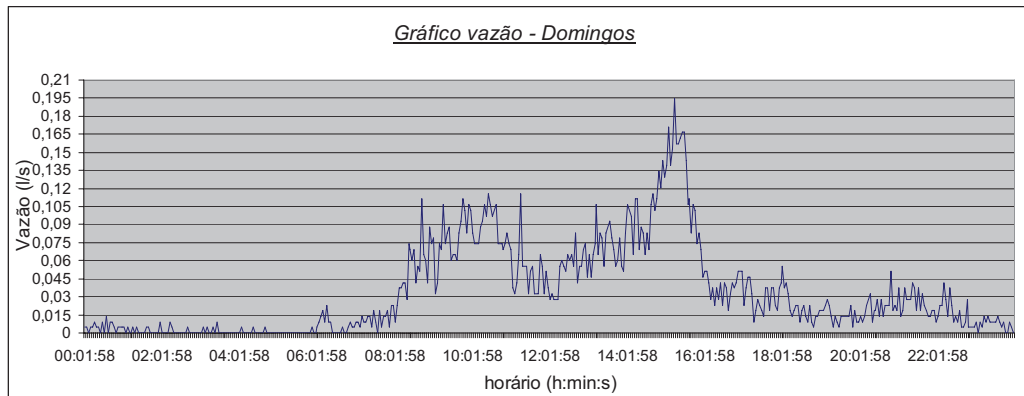


Figura 4.27 – Vazões médias dos domingos.

Na Figura 4.27, observa-se o início do consumo por volta das 6h da manhã, cresce durante a manhã e atinge uma vazão média de pico de 0,12 l/s até próximo às 12hs, quando começa a decrescer, próximo às 15hs volta a aumentar, atingindo o pico do dia de 0,195 l/s por volta das 16hs. Após este horário volta a descer se mantendo dentro de uma faixa constante até o fim do período.

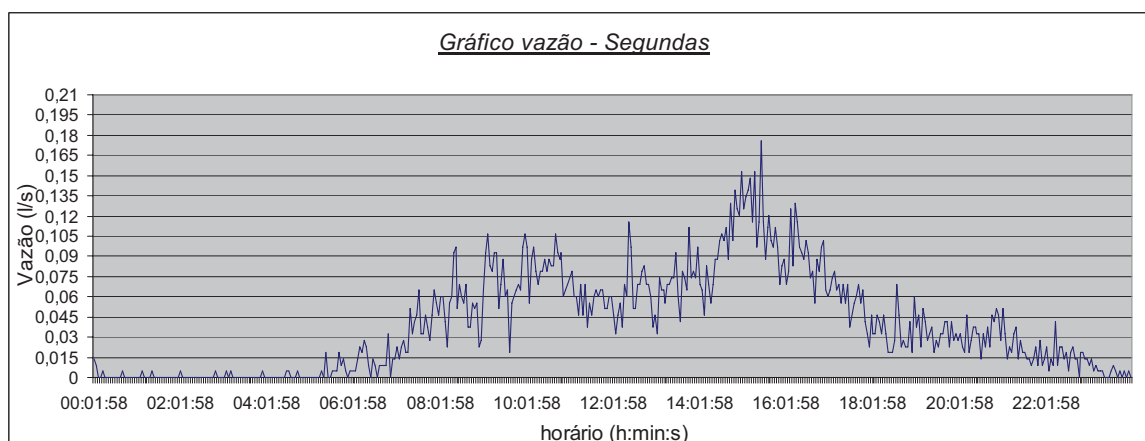


Figura 4.28 – Vazões médias das segundas.

Na Figura 4.28, observa-se o início do consumo por volta das 6hs da manhã, aumenta durante a manhã e atinge uma vazão média de pico de 0,105 l/s próximo às 11hs, quando

começa a diminuir. Próximo às 14hs volta a aumentar, atingindo o pico do dia de 0,18 l/s por volta das 16hs, após este horário, volta a descer.

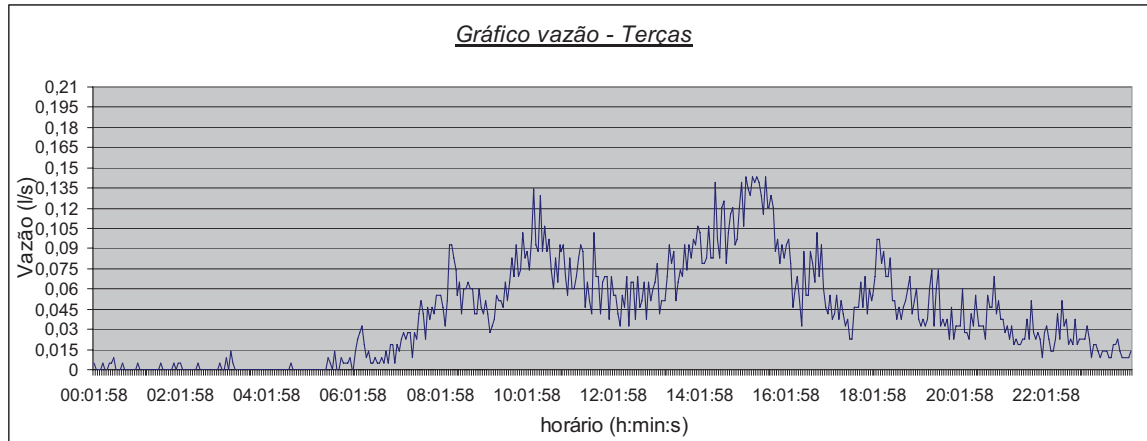


Figura 4.29 – Vazões médias das terças.

Na Figura 4.29 observa-se o início do consumo por volta das 6hs da manhã, aumentando com algumas alterações durante a manhã e atingindo uma vazão de pico de 0,135 l/s próximo às 10hs, quando começa a descender. Próximo às 12hs volta a aumentar, atingindo o pico do dia de 0,148 l/s por volta das 15hs, após este horário, volta a diminuir com variações.

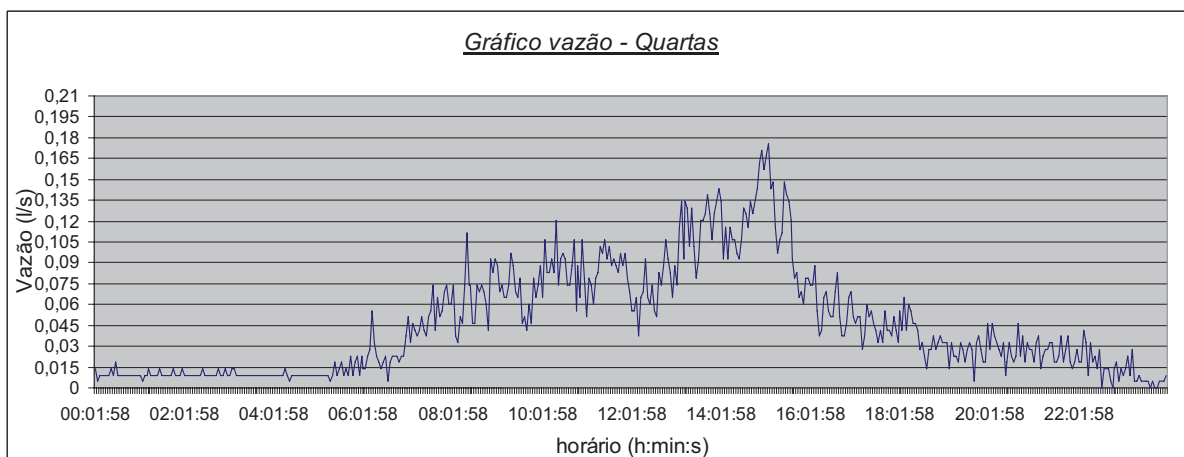


Figura 4.30 – Vazões médias das quartas.

Na Figura 4.30, observa-se o início do consumo por volta das 6hs da manhã, crescendo com algumas alterações durante a manhã, atingindo uma vazão média de 0,12 l/s próximo às 11hs. Ocorre uma queda próximo às 12hs, e volta a subir, atingindo o pico do dia de 0,18 l/s por volta das 15hs, após este horário, diminui progressivamente até o fim do período.



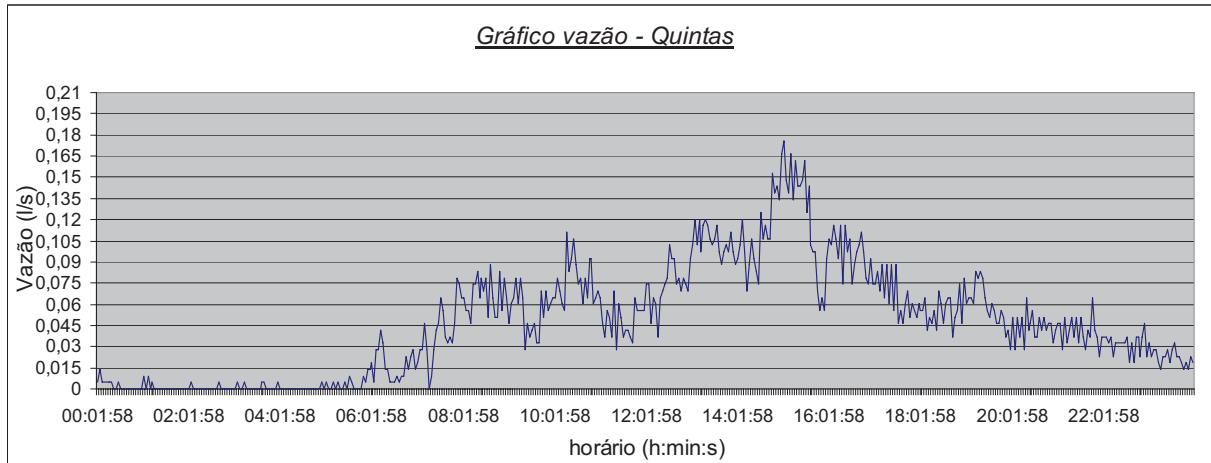


Figura 4.31 – Vazões médias das quintas.

Na Figura 4.31, observa-se o início do consumo por volta das 6hs, aumentando com algumas variações durante a manhã e atingindo uma vazão média de 0,105 l/s próximo às 11hs. Ocorre uma pequena queda próximo às 12hs, e volta a subir, atingindo o pico do dia de 0,18 l/s por volta das 15hs, após este horário, diminui progressivamente até o fim do período.

#### 4.2.1.1 Vazões dos aparelhos

Com o intuito de verificar desperdícios causados por pressão excessiva nos pontos de consumo, estas também foram medidas, como se observa na tabela 4.4.

Nota-se que a vazão dos lavatórios não ultrapassa 0,154 l/s, estando esta vazão dentro de uma faixa aceitável de uso, de 0,15 L/s adotada como consumo normal pelo P.U.R.A - Programa de Uso Racional da Água (1995).

A vazão máxima observada nas torneiras de lavagem externa é de 0,447 l/s, considerada elevada, assim como a torneira da pia do refeitório que apresenta vazão de 0,306 l/s.

Tabela 4.4 – Vazões de todos os pontos de consumo nos ambientes considerados do sítio aeroportuário.

Vazões dos aparelhos		
Nº do Aparelho	Descrição	Vazão (L/s)
Ambiente sanitário A – Terminal de Passageiros		
1A	Bacia sanitária	8 L/ acion.
2A	Lavatório	0,134 L/s
3A	Mictório	
Ambiente sanitário B – Terminal de Passageiros		
1B	Bacia sanitária	8 L/ acion.



Tabela 4.4 - Vazões de todos os pontos de consumo nos ambientes considerados do sítio aeroportuário (continuação).

<b>Vazões dos aparelhos</b>		
2B	Lavatório	0,114 L/s
<b>Ambiente sanitário C – Terminal de Passageiros</b>		
1C	Bacia sanitária	8 L/ acion.
2C	Bacia sanitária	8 L/ acion.
3C	Lavatório	0,079 L/s
4C	Lavatório	0,083 L/s
<b>Ambiente sanitário D – Terminal de Passageiros</b>		
1D	Bacia sanitária	8 L/ acion.
2D	Bacia sanitária	8 L/ acion.
3D	Lavatório	0,127 L/s
4D	Lavatório	0,126 L/s
<b>Ambiente sanitário E – Terminal de Passageiros</b>		
1E	Bacia sanitária	10 L/ acion.
2E	Bacia sanitária	10 L/ acion.
3E	Mictório	0,151 L/s
4E	Mictório	inutilizado
5E	Lavatório	0,051 L/s
6E	Lavatório	0,127 L/s
<b>Ambiente sanitário F – Terminal de Passageiros</b>		
1F	Bacia sanitária	10 L/ acion.
2F	Lavatório	0,090 L/s
<b>Ambiente sanitário G – Terminal de Passageiros</b>		
1G	Bacia sanitária	10 L/ acion.
2G	Bacia sanitária	10 L/ acion.
3G	Lavatório	0,148 L/s
4G	Lavatório	0,154 L/s
<b>Ambiente sanitário H – Terminal de Passageiros</b>		
1H	Pia	0,306 L/s
<b>Ambiente sanitário I – Terminal de Passageiros</b>		
1I	Chuveiro	
2I	Bacia sanitária	8 L/ acion.
3I	Lavatório	0,057 L/s
<b>P - Torneiras</b>		
	Torneira Frente	0,395 L/s
	Torneira Externa ao lado da casa de força	0,447 L/s
	Torneira Pista	0,181 L/s
	Torneira ao lado da escada	0,221 L/s

#### 4.2.2 Avaliação das pressões no sistema hidráulico e dos equipamentos.

Como se sabe, altas pressões nos sistemas hidráulicos propiciam o aparecimento de vazamentos, causam desconforto aos usuários e aumentam significativamente as perdas no sistema. Para realizar um monitoramento destas pressões, foi utilizado um *Data Logger* instalado como descrito no item 3.2.4.

Na Figura 4.32 pode se observar o monitoramento de pressão em um ponto usando o *Metrolog P*.



Figura 4.32 – Monitoramento de um ponto.

Após a determinação das pressões pontuais, levando em conta as interferências vizinhas, o equipamento foi configurado com um nível de precisão de aproximadamente três segundos entre leituras, visando aumentar a capacidade de armazenamento do *Data Logger*, permitir a instalação e monitoramento durante um período de 24hs e verificar, assim, as variações das pressões no período de operação do aeroporto e no período noturno, no qual estas tendem a aumentar, como observa-se nas Figuras 4.33 a 4.44.

A análise das pressões foi realizada em todos os ambiente consumidor de água em um ponto aleatório.

Na tabela 4.5 e na Figura 4.33 observa-se as pressões na torneira 4G, localizada no sanitário feminino G. A pressão no momento do acionamento é de aproximadamente 7 m.c.a., ocorre um aumento para 18 m.c.a em instantes, logo estabiliza em 14 m.c.a. Quando acionado o equipamento 3G, ocorre inicialmente uma queda para 11 m.c.a. e logo um súbito pico para 22 m.c.a. Após, aciona-se o aparelho 1G, ocorre uma diminuição da pressão de 14 para 12 m.c.a, após a pressão, volta a 14 m.c.a., quando acionados todos os aparelhos simultaneamente, ocorre uma queda para 6 m.c.a. e após um pico de 17 m.c.a.

Tabela 4.5 – Pressão na torneira 4G do sanitário feminino G.

DATA 21/05/08 - Sanitário fem. G				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira 4G	09:06	X	X	09:20
X	X	3G	09:08	X
X	X	1G	09:10	X
X	X	1G, 2G, 3G	09:12	X

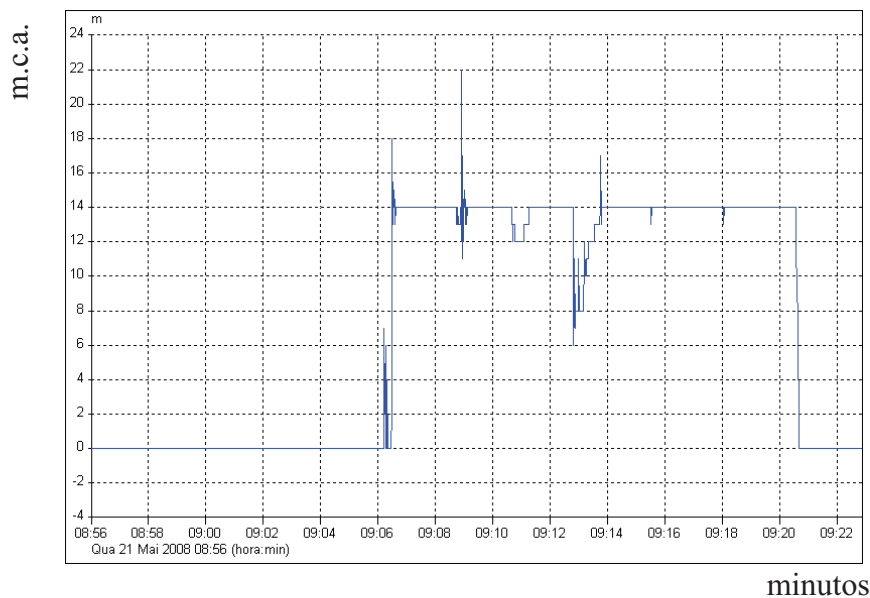


Figura 4.33 – Pressão na torneira 4G do sanitário feminino G.

Na tabela 4.6 e na Figura 4.34, observa-se as pressões na torneira 3C, localizada no sanitário masculino C, a pressão no momento do acionamento atinge 19 m.c.a em instantes, há variações de 10 à 21 m.c.a. e logo estabiliza em 14 m.c.a. Quando acionado o equipamento 4C ocorre inicialmente uma queda para 7 m.c.a, e logo após, um súbito pico para 18 m.c.a.

Aciona-se o aparelho 5C, ocorre uma diminuição da pressão de 14 para 11m.c.a., logo a pressão atinge 16 m.c.a. O próximo aparelho acionado é o 1C que faz a pressão variar de 10 a 16 m.c.a. Quando acionados todos os aparelhos simultaneamente continua variando de 10 a 16m.c.a. Acionam-se também os aparelhos do ambiente vizinho (sanitário D), o que não acarreta variações significativas.

Tabela 4.6 – Pressão na torneira 3C do sanitário masculino C.

DATA 21/05/08 - Sanitário masc. C				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira 3C	09:33	X	X	09:46
X	X	4C	09:35	X
X	X	5C	09:37	X
X	X	1C	09:39	X
X	X	5C, 1C, 2C, 4C	09:41	X
X	X	Todos + San. D	09:43	X

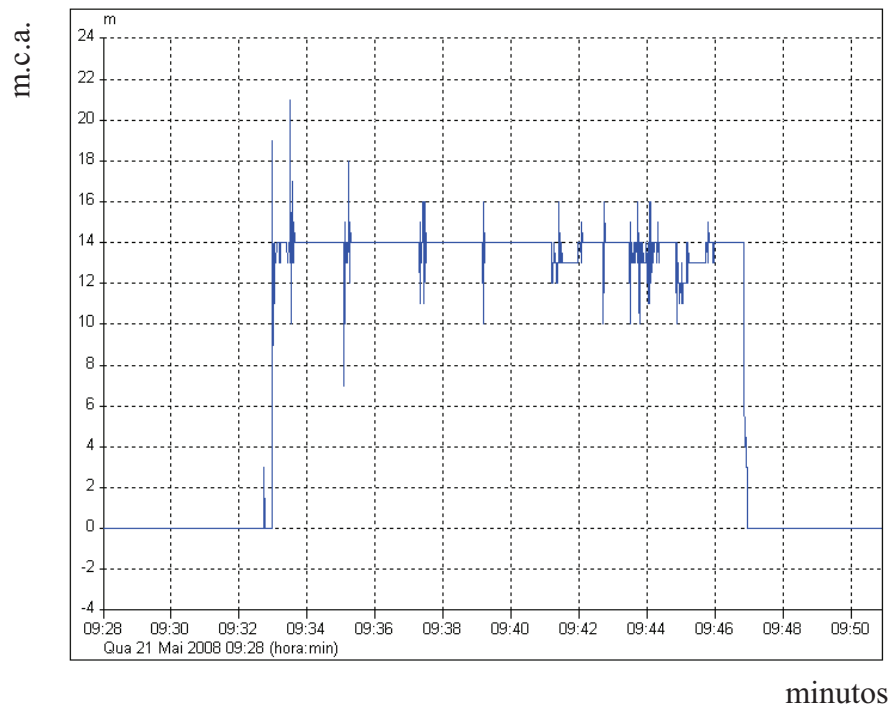


Figura 4.34 – Pressão na torneira 3C do sanitário masculino C.

Na tabela 4.7 e na Figura 4.35, observam-se as pressões na torneira 3D, localizada no sanitário masculino D. A pressão no momento do acionamento é de aproximadamente 15 m.c.a., ocorre uma estabilização para 14 m.c.a., quando 4D é acionado, ocorrem variações de 10 a 18 m.c.a. e logo estabiliza novamente em 14 m.c.a. Quando acionado o equipamento 1D, ocorre uma pequena variação, de 11 a 15 m.c.a. Quando acionados todos os aparelhos simultaneamente, varia de 10 a 15 m.c.a. Acionam-se também os aparelhos do ambiente vizinho (sanitário C), o que não acarreta variações significativas.

Tabela 4.7 – Pressão na torneira 3D do sanitário masculino D.

DATA 21/05/08 - Sanitário masc. D				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira 3D	09:54	X	X	10:04
X	X	4D	09:56	X
X	X	1D	09:58	X
X	X	1D, 2D, 4D	10:00	X
X	X	Todos + San. C	10:02	X

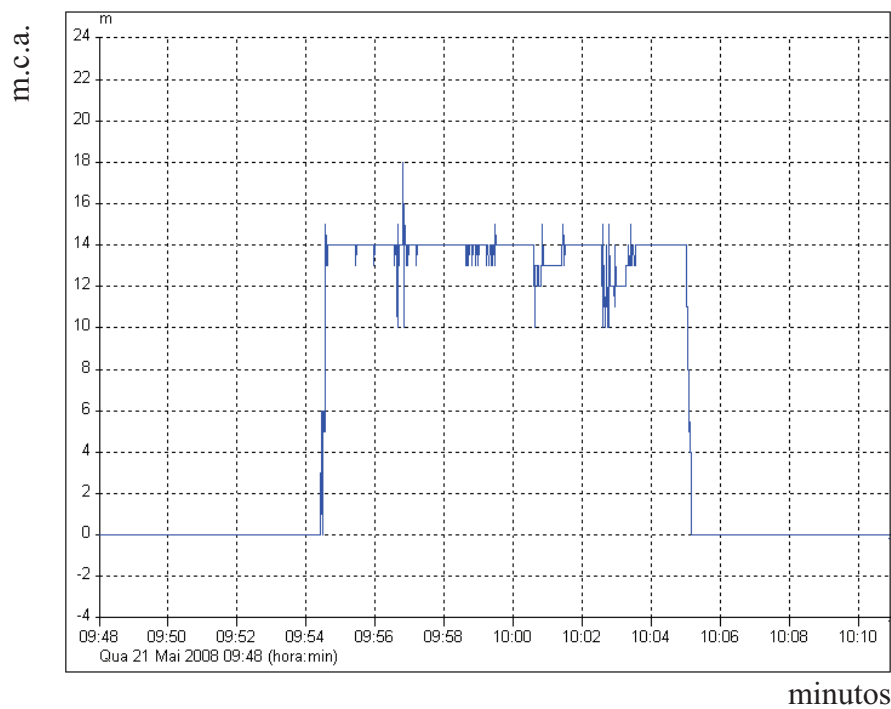


Figura 4.35 – Pressão na torneira 3D do sanitário masculino D.

Na tabela 4.8 e na Figura 4.36 observam-se as pressões na torneira 6E, localizada no sanitário masculino E. A pressão no momento do acionamento é de aproximadamente 14 m.c.a. e fica estável até o acionamento do equipamento 5E, ocorrem variações de 10 a 20 m.c.a. e logo estabiliza em 14 m.c.a, quando acionado o equipamento 2E, ocorre somente uma queda para 12 m.c.a e logo estabiliza em 14 m.c.a. O acionamentos do aparelho 3E acarretam uma variação da pressão entre 7 e 18 m.c.a., logo volta para 14 m.c.a. Quando acionados todos os aparelhos simultaneamente, varia de 11 a 15m.c.a.

Tabela 4.8 – Pressão na torneira 6E do sanitário masculino E.

DATA 21/05/08 - Sanitário masc. E				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira 6E	10:13	X	X	10:23
X	X	5E	10:15	X
X	X	2E	10:17	X
X	X	3E	10:19	X
X	X	1E, 2E, 3E, 5E	10:21	X

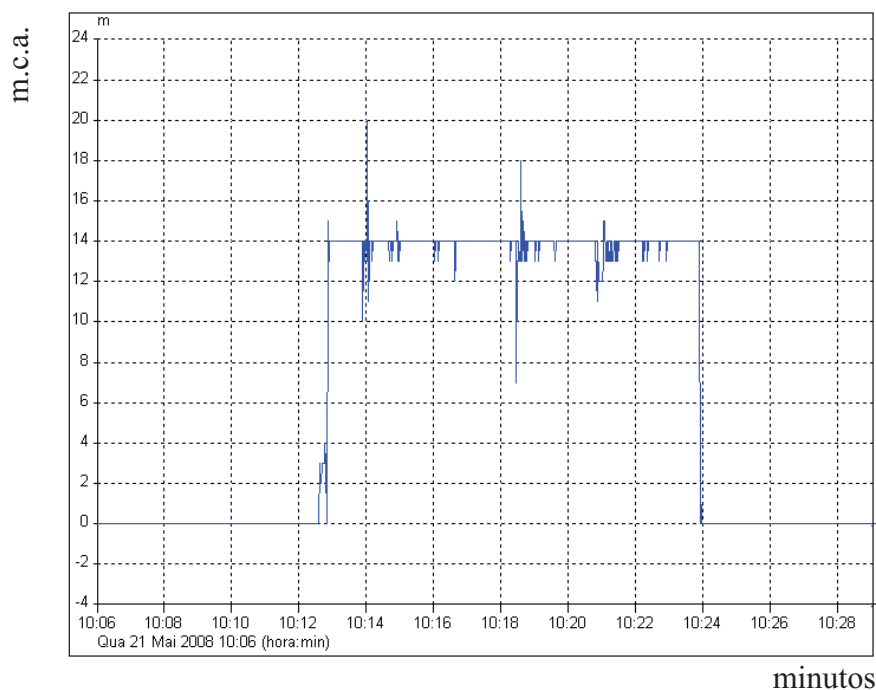


Figura 4.36 – Pressão na torneira 6E do sanitário masculino E.

Na tabela 4.9 e na Figura 4.37 observa-se as pressões na torneira 2A, localizada no sanitário masculino A, a pressão no momento do acionamento sofre algumas alterações e estabiliza em 14 m.c.a. Ela fica estável até o acionamento do equipamento 1A, que acarreta uma redução para 11 m.c.a. e logo estabiliza em 14 m.c.a. Quando acionado o equipamento 3A, ocorre variação entre 6 e 19 m.c.a. e logo estabiliza em 14 m.c.a. Quando acionados todos os aparelhos simultaneamente varia de 9 a 18 m.c.a. Quando aciona-se o ambiente vizinho, a variação é de 6 a 19 m.c.a.

Tabela 4.9 – Pressão na torneira 2A do sanitário masculino A.

DATA 21/05/08 - Sanitário masc. A				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira 2A	10:31	X	X	10:41
X	X	1A	10:33	X
X	X	3A	10:35	X
X	X	1A, 3A	10:37	X
X	X	1A, 3A, San. B	10:39	X

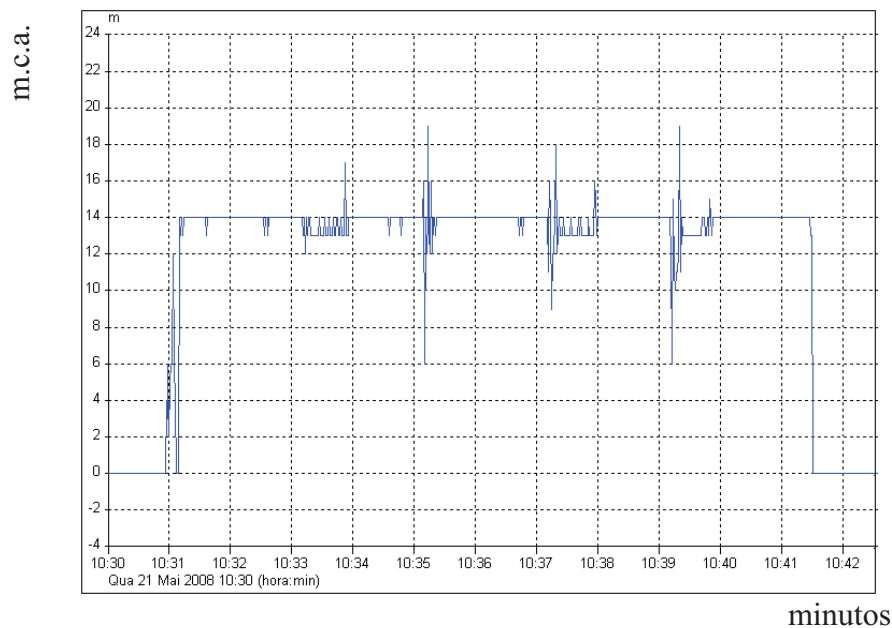


Figura 4.37 – Pressão na torneira 2A do sanitário masculino A.

Na tabela 4.10 e na Figura 4.38, observam-se as pressões na torneira 2B, localizada no sanitário feminino B, a pressão no momento do acionamento sofre algumas alterações e estabiliza em 14 m.c.a. Ela fica estável até o acionamento do equipamento 1B, que acarreta uma variação de 10 a 16 m.c.a. e logo estabiliza em 14 m.c.a. Quando acionados o aparelho e o ambiente vizinho simultaneamente, varia de 10 a 17 m.c.a.

Tabela 4.10 – Pressão na torneira 2B do sanitário feminino B.

DATA 21/05/08 - Sanitário fem. B				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira 2B	10:46	X	X	10:56
X	X	1B	10:48	X
X	X	1B, San. A	10:50	X

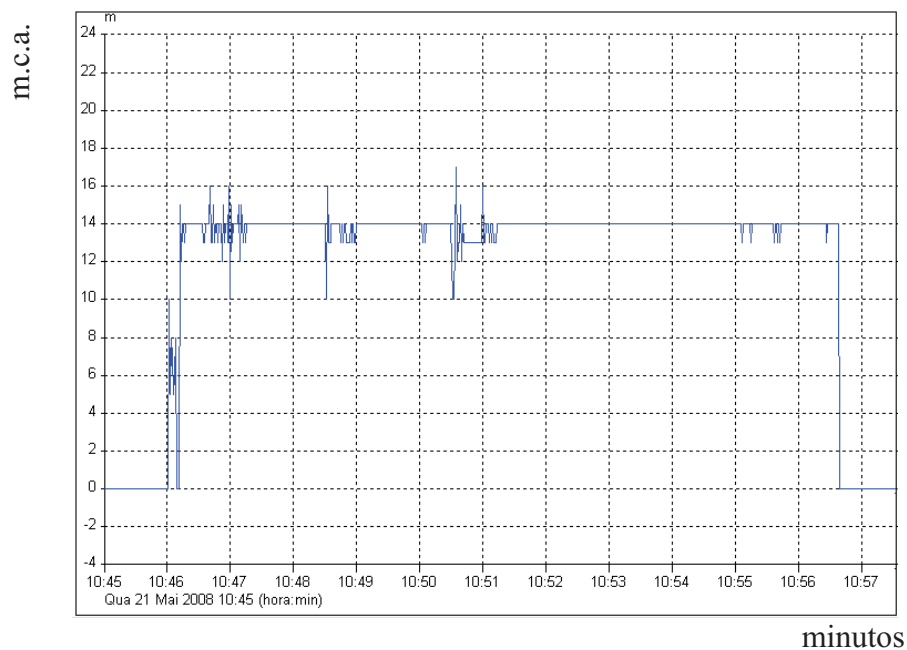


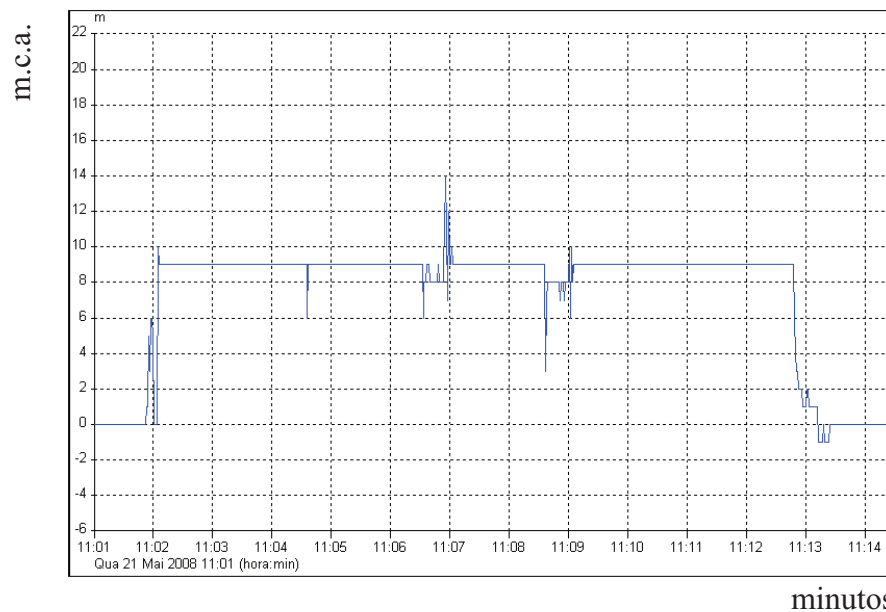
Figura 4.38 – Pressão na torneira 2B do sanitário feminino B.

Na tabela 4.11 e na Figura 4.39, observa-se as pressões na torneira 3I, localizada no sanitário da administração. A pressão no momento do acionamento é de aproximadamente 9 m.c.a, fica estável em 9 m.c.a. Quando acionado o equipamento 2I, ocorre uma queda para 6 m.c.a. e volta para 9 m.c.a. Após aciona-se o aparelho 1I, a pressão então varia de 6 à 14 m.c.a. após a pressão volta a 9 m.c.a. Quando acionados todos os aparelhos simultaneamente ocorre uma queda para 3 m.c.a. e após aumenta para 10 m.c.a. e volta a 9 m.c.a.



Tabela 4.11 – Pressão na torneira 3I do sanitário administração I.

DATA 21/05/08 - Sanitário masc. Administração				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira 3I	11:02	X	X	11:10
X	X	2I	11:04	X
X	X	1I	11:06	X
X	X	2I, 1I (20 seg.)	11:08	X



Na tabela 4.12 e na Figura 4.40 observa-se as pressões na torneira de lavagem externa frontal do terminal de passageiros, a pressão do aparelho se mantém em torno de 14 m.c.a. com pequenas variações.

Tabela 4.12 – Pressão na torneira de lavagem externa frontal.

DATA 21/05/08 - Torneira lavagem externa - Frontal				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira	11:19	X	X	11:30

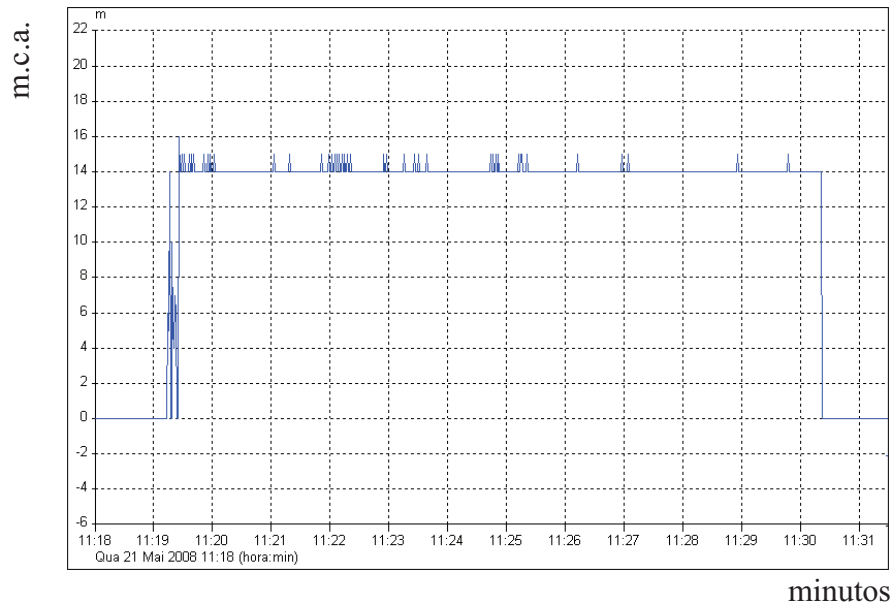


Figura 4.40 – Pressão na torneira de lavagem externa frontal.

Na tabela 4.13 e na Figura 4.41 observa-se as pressões na torneira de lavagem externa localizada no lado esquerdo do terminal, a pressão do aparelho se mantém em torno de 14 m.c.a. com pequenas variações.

Tabela 4.13 – Pressão na torneira de lavagem externa lado esquerdo.

DATA 21/05/08 - Torneira de lavagem externa - lado esquerdo				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Torneira	11:39	X	X	11:49

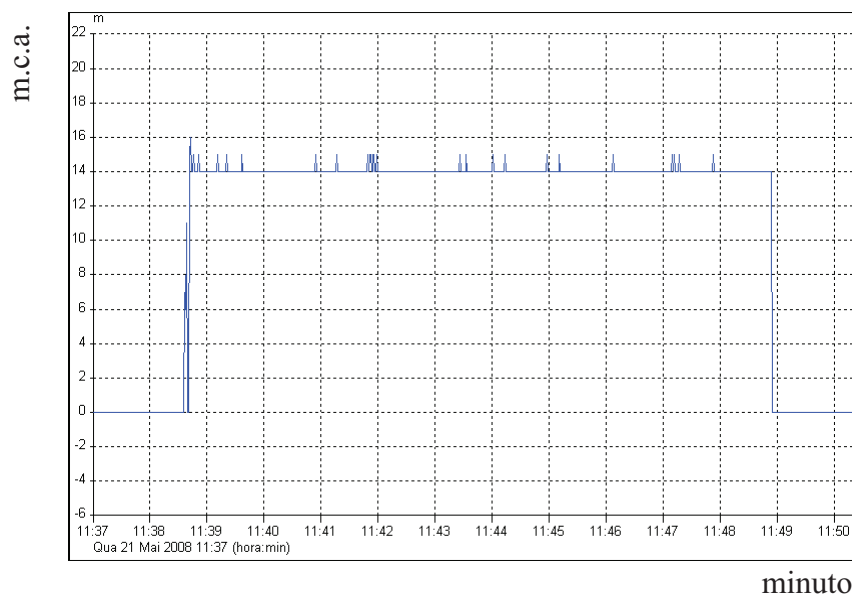


Figura 4.41 – Pressão na torneira de lavagem externa lado esquerdo.

Na tabela 4.14 e na Figura 4.42 observa-se as pressões do chuveiro 1L localizados no ambiente L (refeitório). A pressão inicia em 14 m.c.a, sofre algumas alterações quando acionado o aparelho 2L, variando de 12 a 20 m.c.a. Quando acionado o aparelho 3L, a pressão varia de 11 a 30 m.c.a. e se mantém entre 22 e 26 m.c.a para os demais acionamentos, inclusive quando todos são acionados simultaneamente.

Tabela 4.14 – Pressão no chuveiro 1L – Refeitório L.

DATA 23/05/08 - Sexta-Feira - Refeitório L				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Chuveiro 1L	14:51	X	X	15:01
X	X	2L	14:53	X
X	X	3L	14:55	X
X	X	4L	14:57	X
X	X	2L, 3L, 4L,	14:59	X

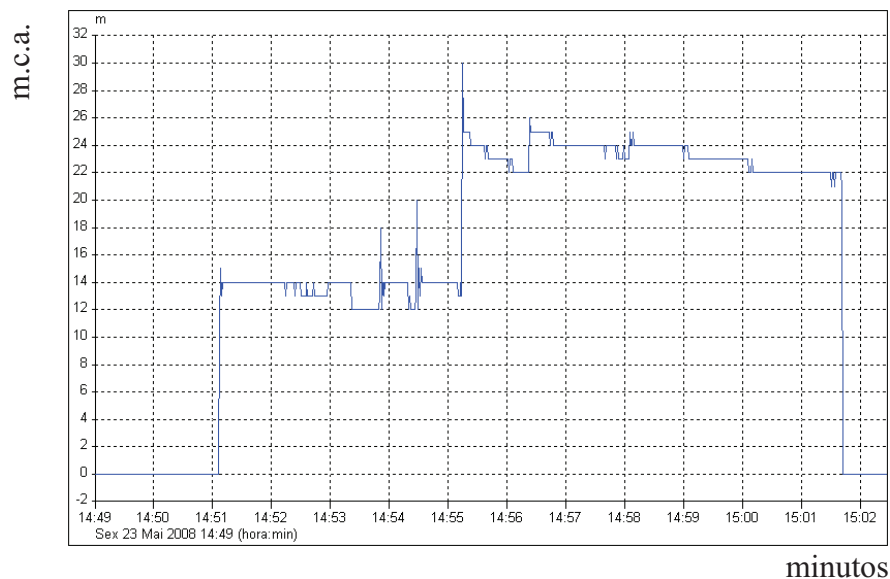


Figura 4.42 – Pressão no chuveiro 1L – Refeitório.

Na tabela 4.15 e na Figura 4.43 observam-se as pressões do chuveiro 1L localizados no ambiente L (refeitório) no momento em que os passageiros desembarcam no terminal. Como o refeitório é o ambiente mais distante do reservatório, ou seja, é o último a receber abastecimento e está isolado do terminal, possibilitando a instalação do equipamento mesmo no horário de embarque/desembarque a pressão inicia em 14 m.c.a, sofre pequenas alterações

e segue constante. A pressão desce para zero no momento em que desligou-se a alimentação por alguns instantes, quando retoma-se a alimentação, a pressão começa a variar e fica compreendida entre 11 e 30 m.c.a. para o período de medição.

Tabela 4.15 – Pressão no chuveiro 1L – Refeitório L 2ª coleta.

DATA 23/05/08 - Sexta-Feira - Refeitório L – 2ª coleta				
Aparelho Conectado	Hora do acionamento	Aparelho vizinho acionado	Hora/Acion. aparelho vizinho	Hora Desligamento
Chuveiro 1L	15:20	X	X	15:40

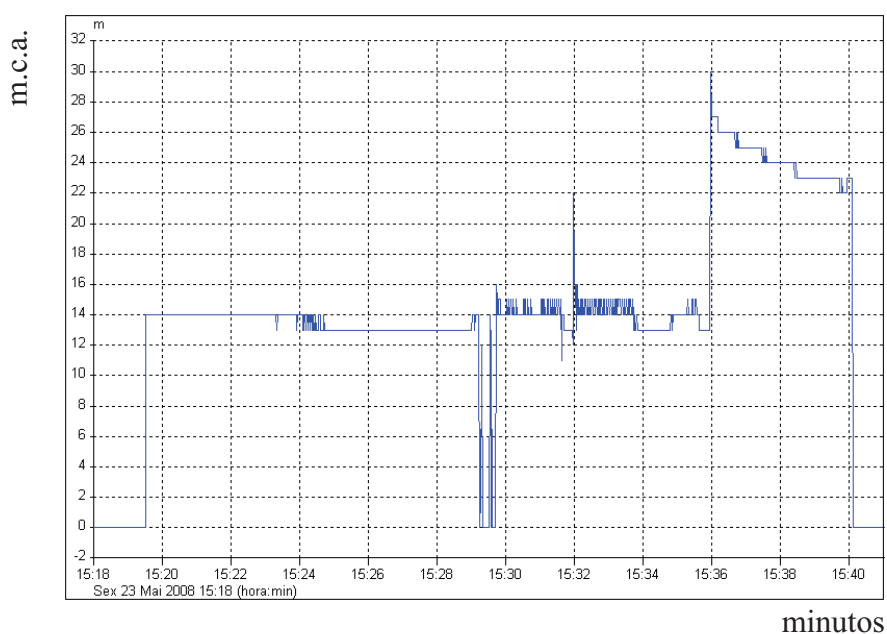


Figura 4.43 – Pressão no chuveiro 1L – Refeitório L 2ª coleta.

Após a determinação das pressões pontuais, levando em conta as interferências vizinhas, o equipamento foi configurado com um nível de precisão de aproximadamente três segundos entre leituras, permitindo a instalação e monitoramento durante um período de 24hs, conforme Figura 4.44. Verificou-se assim as variações das pressões no período de operação do aeroporto e no período noturno. A leitura da pressão inicia-se aproximadamente às 17 hs do dia 24/06/08, quando a pressão inicia em 14 m.c.a, sofre algumas alterações variando de 9 a 29 m.c.a. Em torno das 22 hs se estabiliza em 14 m.c.a. até próximo às 06 hs, quando do início diário do consumo. O pico de pressão ocorreu em torno das 11 hs e é de 30 m.c.a. Observa-se que durante a noite não há aumento de pressão, conforme era esperado.

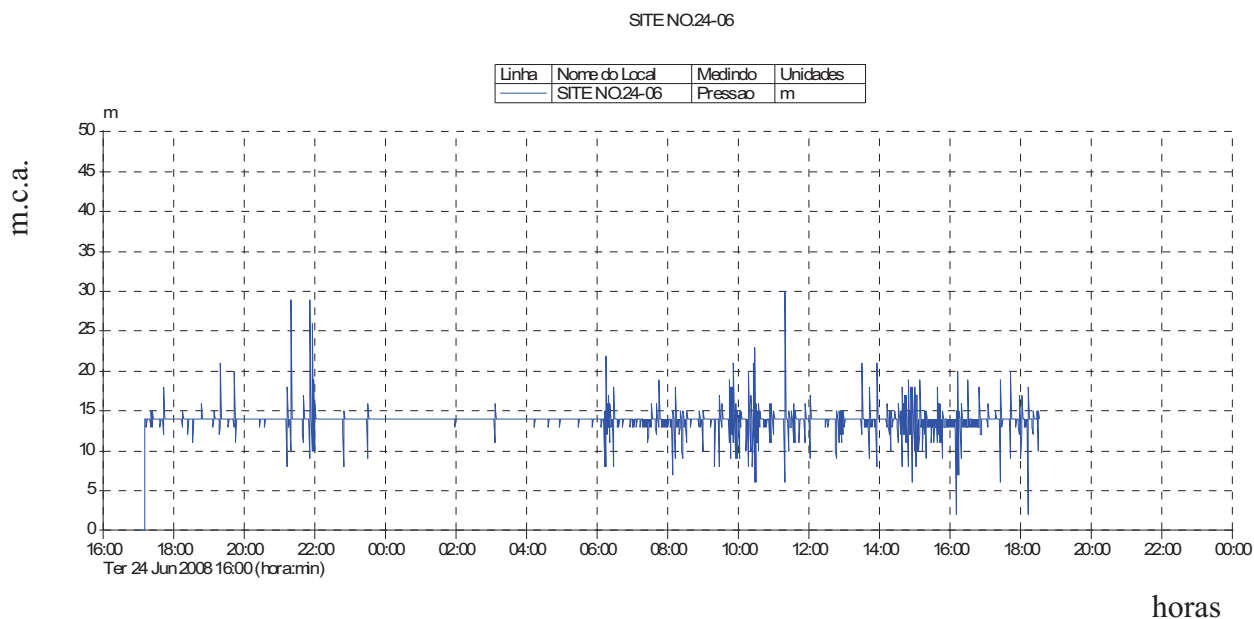


Figura 4.44 – Gráfico com o monitoramento de 24 h da pressão na pia do bar

Considerando o valor médio de pressão encontrado, de 13 mca, pode-se concluir que esta não ocasiona desperdício de água nos equipamentos, tão pouco é motivo de desconforto para os usuários, assim não é necessária a instalação de redutores de pressão.

Quanto à ocorrência de vazamentos, a pressão encontrada está dentro dos valores admitidos para as tubulações e equipamentos existentes.

### 4.3.3 Determinação da População do sistema

Como o levantamento dos usuários por sensoriamento não pode ser realizado, uma vez que o sistema de aquisição não ficou pronto no prazo previsto, estimou-se, com dados fornecidos pelo aeroporto, o número de usuários e a quantidade de acionamentos dos equipamentos utilizados.

O aeroporto dispõe de dados que se referem à movimentação de pessoas no aeroporto. Considera-se que cada embarque ou desembarque contribuiu com a movimentação de duas pessoas além do passageiro, a movimentação média até agosto de 2007 pode ser observada na tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Movimentação mensal de pessoas do aeroporto.

Mês	Embarque	Desembarque	Trânsito
<b>Janeiro</b>	1405	1182	41
<b>Fevereiro</b>	1094	1099	35
<b>Março</b>	1665	1569	54
<b>Abril</b>	1435	1356	28
<b>Mai</b>	1670	1569	130
<b>Junho</b>	1287	1243	174
<b>Julho</b>	1616	1532	162
<b>Agosto</b>	1659	1569	227
<b>Média</b>	<b>1479</b>	<b>1390</b>	<b>107</b>
<b>Previsão de movimento para o período</b>			
$M = ((E + D) \times 3) + T$			
Onde:			
M = Movimento médio mensal			
E = Embarques			
D = Desembarques			
T = passageiros em trânsito			
<b>M = 8.714 pessoas / mês</b>			

Devido às características do município e do aeroporto e à observação do movimento do mesmo nas visitas realizadas ao local, estima-se que este número de pessoas não ultrapasse 5.000 pessoas/mês e que apenas 50%, aproximadamente, utilizam os sanitários. Foi considerado 01 (um) acionamento por usuário, distribuído conforme o diagrama da figura 4.45, portanto estes são os dados adotados para as determinações propostas:

Por motivo da maioria dos passageiros serem masculinos foi adotada uma quantidade superior de acionamentos no banheiro masculino.

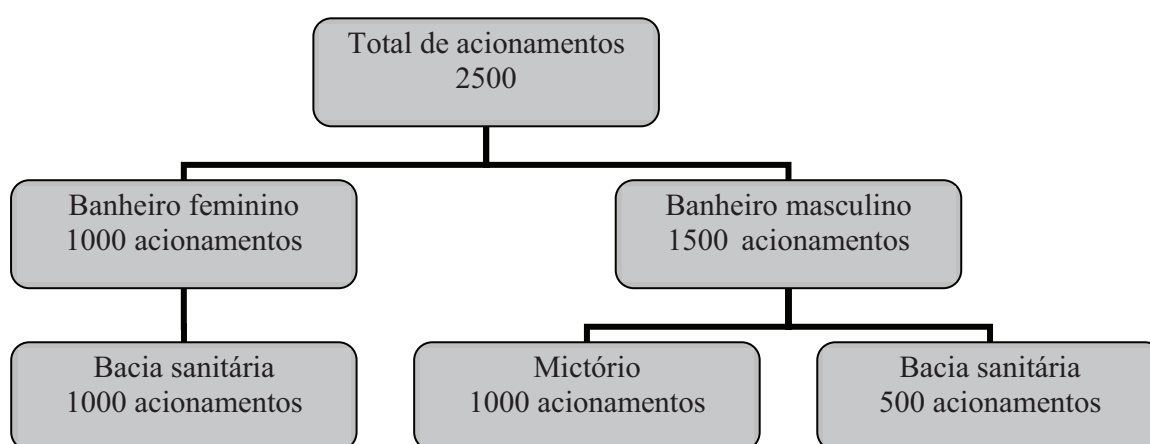


Figura 4.45 – Número de acionamentos nas bacias sanitárias e mictórios.

### 4.3 Seleção dos equipamentos economizadores

Para a utilização de materiais e componentes, é importante avaliar sua qualidade e resistência, bem como a adequação e desempenho apropriado às solicitações estabelecidas pelo sistema. A aquisição de materiais deve levar em consideração os fabricantes que produzam em conformidade com as normas técnicas brasileiras, e sua utilização deve seguir as recomendações que acompanham cada produto.

Para a seleção das tecnologias economizadoras, no presente trabalho, foram efetuadas consultas a documentos técnicos e fabricantes, tanto através dos catálogos de produtos como através de contatos verbais com responsáveis pela área de assistência técnica de dois dos maiores fabricantes de metais e louças sanitárias do país, de modo a identificar características particulares dos equipamentos em estudo.

Tendo em vista os critérios propostos na metodologia e a tipologia em questão, em termos da avaliação da forma como as atividades relacionadas com o uso da água são realizadas, foi elaborada uma lista de tecnologias possíveis de instalação nos pontos de consumo do sítio aeroportuário, a qual se encontra na tabela 4.17.

Tabela 4.17 – Intervenções possíveis por ponto de consumo.

<b>Aparelho/Equipamento Sanitário</b>	<b>Tecnologia Economizadora</b>
Bacia sanitária de banheiro	Bacia sanitária com volume de descarga reduzido (VDR), 6,8L;
	Mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento; 6,8 L e 3,0 L
Chuveiro	Registro regulador de vazão para chuveiros e duchas
Torneira de lavatório de banheiro	Torneira hidromecânica
	Torneira com sensor
Válvula para mictório individual	Válvula de acionamento hidromecânico
	Válvula de acionamento por sensor de presença
	Mictório sem água

Tabela 4.17 – Intervenções possíveis por ponto de consumo (continuação).

<b>Aparelho/Equipamento Sanitário</b>	<b>Tecnologia Economizadora</b>
Torneira de água fria para pia de cozinha	Torneira com arejador
	Válvula acionamento com o pé
	Restritor de vazão
	Torneiras com chuveirinho
	Torneiras de alavanca (1/4 de volta)
Torneira de jardim, uso geral (ext.)	Torneira com arejador
	Mangueira com esguicho regulável

Tendo como base a tabela 4.17, pode-se selecionar as tecnologias que devem ser adotadas no sítio aeroportuário, através da observação da rotina de uso dos ambientes sanitários.

#### **4.4 Cálculo da economia gerada com a redução do consumo de água**

Para a realização desta etapa foi utilizado método proposto por Ywashima (2005), cujo principal ponto a ser considerado é a definição dos pontos que devem ser priorizados para a redução do consumo.

##### **4.4.1 Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo**

Nesta atividade foi feito um levantamento dos pontos de consumo e das atividades envolvendo o uso da água, para a indicação das tecnologias viáveis tecnicamente, entre as tecnologias recomendadas na tabela 4.17, para serem implantadas no caso em estudo, as quais se encontram listadas no Quadro 4.1.



<b>Ponto de consumo</b>	<b>Tecnologia usada</b>	<b>Intervenção</b>
Bacia sanitária	Caixa acoplada de acionamento único	Mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento; 6,8 L e 3,0 L
Bacia sanitária	Caixa acoplada de acionamento único	Bacia sanitária com volume de descarga reduzido (VDR), 6,8L;
Mictório	Válvula de acionamento hidromecânico	Mictório sem água
Lavatório	Torneira hidromecânica.	-
Pia de cozinha	Torneira comum	Torneira com arejador.
Torneira	Torneira externa	-
Chuveiro	Registro comum	-

Quadro 4.1 – Intervenções propostas por ponto de consumo.

Para o estudo em questão, valem os seguintes aspectos:

- dentro de um ambiente, a substituição, e conseqüentemente a análise, será separada por tipo de equipamento (lavatório, bacia sanitária entre outros.);
- foi considerada a troca de todos os equipamentos similares dentro de um mesmo ambiente, para que o uso do equipamento economizador não seja evitado pelos usuários que preferam a tecnologia convencional; e,
- foi considerada a troca dos equipamentos em ambientes equivalentes; por exemplo, a substituição prevista no banheiro masculino será também efetuada no feminino, para que não haja distinção e/ou privilégios.

#### **4.4.2 Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras**

Na medição do consumo total foi utilizado um hidrômetro, conforme item 4.3.1, e para a determinação do consumo por setores, foi obtido considerando os tipos de uso, através de entrevistas com as pessoas responsáveis por estes setores determinou-se o volume consumido na lavagem interna, na torneira da pia do bar e no refeitório. Assim a diferença entre a soma

destes e o consumo total é o consumo dos banheiros. Através de visitas e observações do uso dos banheiros foi estabelecido os acionamentos por equipamento conforme figura 4.45.

Na tabela 4.18, é apresentado o consumo total por tecnologia instalada nos diferentes pontos de consumo de água existentes no terminal de passageiro do Aeroporto Lauro Kurtz.

Tabela 4.18 – Estimativa de consumo por tecnologias instaladas nos diferentes pontos.

<b>Ambiente</b>	<b>Tecnol. Econom.</b>	<b>Consumo p/ acion.(L)</b>	<b>Total de acionam por tecnol.</b>	<b>Consumo Total por tecnologia</b>	<b>% do consumo diário</b>
A (Sanitário masculino)	1A (bacia sanitária)	8	25 ac/dia 750 ac/mês	200 L/dia 6.000 L/mês	49.97
B (Sanitário feminino)	1B (bacia sanitária)	8			
C (Sanitário masculino)	1C (bacia sanitária)	8			
C (Sanitário masculino)	2C (bacia sanitária)	8			
D (Sanitário feminino)	1D (bacia sanitária)	8			
D (Sanitário feminino)	2D (bacia sanitária)	8			
D (Sanitário superior)	2I (bacia sanitária)	8			
E (Sanitário masculino)	1E (bacia sanitária)	10	25 ac/dia 750 ac/mês	250 L/dia 7.500 L/mês	
E (Sanitário masculino)	2E (bacia sanitária)	10			
F (Sanitário deficientes)	1F (bacia sanitária)	10			
G (Sanitário feminino)	1G (bacia sanitária)	10			
G (Sanitário feminino)	2G (bacia sanitária)	10			
L (Sanitário refeitório)	2L (bacia sanitária)	10			

Tabela 4.18 – Estimativa de consumo por tecnologias instaladas nos diferentes pontos (continuação).

<b>Ambiente</b>	<b>Tecnol. Econom.</b>	<b>Consumo p/ acion.(L)</b>	<b>Total de acionam por tecnol.</b>	<b>Consumo Total por tecnologia</b>	<b>% do consumo diário</b>
A (Sanitário masculino)	3A (Mictório)	1,4	33,3 ac/dia 1.000 ac/mês	46,62 L/dia 1.400 L/mês	5,18
C (Sanitário masculino)	5C (Mictório)	1,4			
E (Sanitário masculino)	3E (Mictório)	1,4			
E (Sanitário masculino)	4E (Mictório)	1,4			
A (Sanitário masculino)	2A (Lavatório)	1,2	(média por ac 11,26/13=0,8661) 85 ac/dia 2.550 ac/mes	73,61 L/dia 2.208 L/mês	8,17
B (Sanitário feminino)	2B (Lavatório)	0,59			
C (Sanitário masculino)	3C (Lavatório)	0,59			
C (Sanitário masculino)	4C (Lavatório)	0,73			
D (Sanitário feminino)	3D (Lavatório)	1,2			
D (Sanitário feminino)	4D (Lavatório)	1,06			
E (Sanitário feminino)	5E (Lavatório)	0,45			
E (Sanitário feminino)	6E (Lavatório)	0,93			
F (Sanitário deficientes)	2F (Lavatório)	0,74			
G (Sanitário feminino)	3G (Lavatório)	1,52			
G (Sanitário feminino)	4G (Lavatório)	1,27			
I (Sanitário superior)	2I (Lavatório)	0,49			
L (Sanitário refeitório)	2L (Lavatório)	0,49			

Tabela 4.18 – Estimativa de consumo por tecnologias instaladas nos diferentes pontos (continuação).

Ambiente	Tecnol. Econom.	Consumo p/ acion.(L)	Total de acionam por tecnol.	Consumo Total por tecnologia	% do consumo diário
H (Pia da cozinha do bar)	1H (Torneira)	0,306 L/s	15min (2x ao dia)	Conside- rando 30% da vazão = 165,24 L  (4.957 L/mês)	18,34
L (Pia da cozinha do refeitório)	1L (Torneira)	0,306 L/s	10min (2x ao dia)	Conside- rando 15% da vazão =55,08 L  (1.652 L/mês)	6,11
I (Sanitário)	1I (Chuveiro)	0	0	0	0
L (Sanitário)	L (Chuveiro)	0	0	0	0
Torneira externa (Lavagem piso interno e limpeza de banheiro)	Torneira	0,306 L/s		(Conside- rando 11 baldes de 10 L ao dia) 3.300 L/mês	12,23
Total				27.017 L/mês	100

Na tabela 4.19, é apresentada a estimativa da redução de consumo por tecnologia a ser implantada. Nesta tabela, também é possível observar que está sendo sugerida a implantação de:

- caixas de descarga acopladas de acionamento duplo, ou seja, um botão para acionamento com volume de descarga de 3,0 litros, suficiente para a limpeza de resíduos líquidos, e outro de 6,8 litros para a limpeza de resíduos sólidos nas bacias sanitárias;
- caixas de descarga acopladas com volume de descarga reduzido (VDR) de 6,8 litros por acionamento;
- mictórios sem água;
- torneira com arejador.

Na utilização de caixas acopladas com acionamento duplo o número de acionamentos não varia. Para esta tecnologia, é necessária a diferenciação entre os acionamentos, pois o volume da descarga varia de 3 litros e 6,8 litros. Por não se ter como determinar a quantidade de acionamentos de 3 litros e 6,8 litros, pois o sistema de contagem não ficou pronto a tempo, tornou-se necessário estimar valores para estes acionamentos, para os quais fica valendo os definidos no fluxograma da figura 4.46.

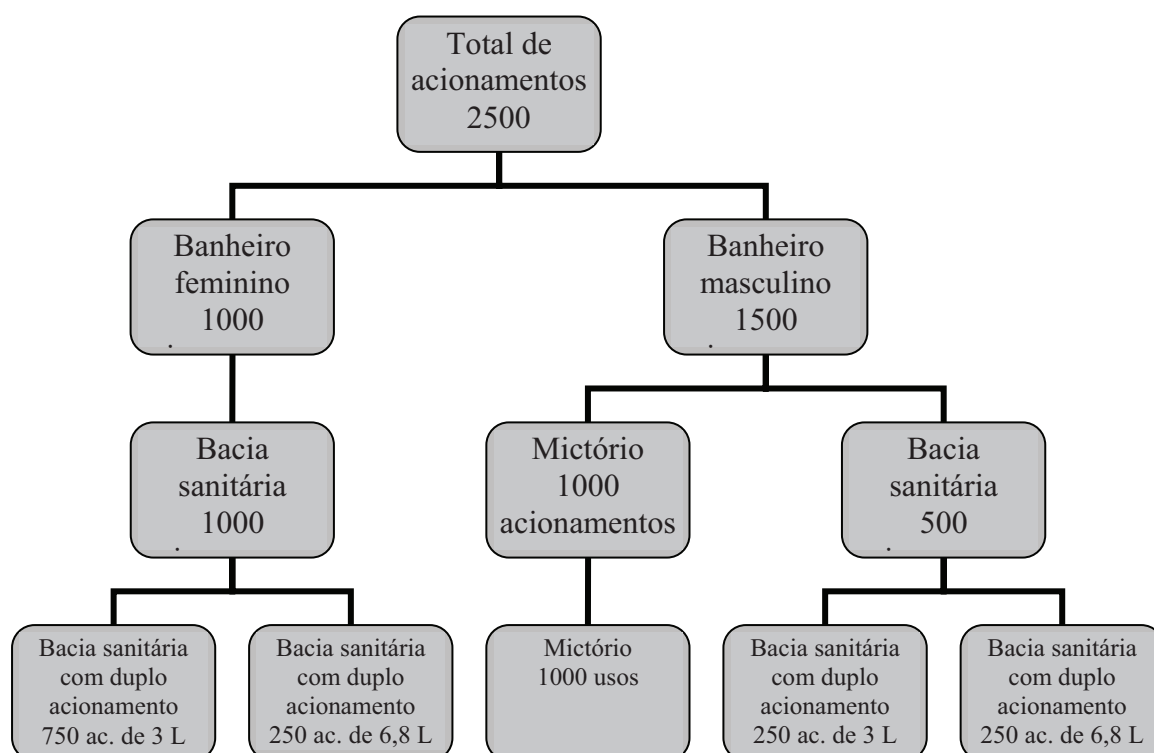


Figura 4.46 – Quantidade de acionamentos por volume, nas bacias sanitárias de duplo acionamento e uso dos mictórios.

Quando da utilização de caixas de descarga com VDR, o número de acionamentos não varia, somente há uma minimização de volume de água, na troca das tecnologias.

Com a possibilidade de instalação de duas tecnologias de descarga nas bacias sanitárias, foram considerados três cenários (cenário A, B e C), na análise das possibilidades de intervenção nas tecnologias.

Cenário A: Instalação atual.

Cenário B: Instalação de caixas de descarga com duplo acionamento, torneira com aerador e mictórios sem água.

Cenário C: Instalação de caixas de descarga com válvula de Volume de Descarga Reduzido (VDR), torneira com aerador e mictórios sem água.

Tabela 4.19 - Estimativa da redução de consumo por tecnologia implantada.

Equipamento	Tecnologia sugerida	Consumo atual	Consumo estimado após a troca de tecnologia	Redução estimada no ponto de consumo (%)
Bacia Sanitária	Mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento; 6,8 L e 3,0 L	10 L	250 ac 6,8 L 500 ac 3 L = 4,27 L (media/acion)	57,3
Bacia Sanitária	Mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento; 6,8 L e 3,0 L	8 L	250 ac 6,8 L 500 ac 3 L = 4,27 L (media/acion)	46,62
Bacia Sanitária	Caixas de descarga VDR de 6,8 litros	10 L	750 ac. de 6,8 L	32
Bacia Sanitária	Caixas de descarga VDR de 6,8 litros	8 L	750 ac. de 6,8 L	15
Mictório	Mictório sem água	1,4 L	0	100
Pia da cozinha do bar	Torneira com arejador	165,24 L/dia	82,62 L/dia	50

Na tabela 4.20 apresenta-se a estimativa da redução de consumo por tipo de tecnologia implantada, observa-se que o maior consumo atual é nas bacias sanitárias. Após a instalação das caixas de descarga com acionamento duplo, ocorrerá uma redução estimada nestes pontos de consumo de 52,59 %.

Nos outros pontos de consumo onde são instaladas novas tecnologias, também ocorrem variações significativas. Como por exemplo, nos mictórios onde a redução é de 100 %, visto que se utilizaram mictórios sem água, e na pia da cozinha do bar a simples troca da torneira comum por uma torneira com arejador significará uma economia de 50 % no consumo deste ponto.

Tabela 4.20 - Estimativa da redução de consumo por tipo de tecnologia implantada.

Tecnologia	Quantidade de tecnologias	Consumo atual	Consumo estimado após a troca	Redução estimada no ponto de consumo (%)
Mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento	13	450L/dia 13.500 L /mês	1500 ac (considerando 1000 ac de 3 L e 500 de 6,8 L) 6.400 L/mês 213,33 L/dia	52,59
Caixas acopladas com VDR	13	450L/dia 13.500 L /mês	1500 ac. 340 L/dia 10.200 L/mês	24,44
Mictório sem água	4	46,62 L/dia 1.398,6 L /mês	0 L	100
Torneira com arejador (Pia da cozinha do bar)	1	165,24L/dia 4.957 L /mês	82,62 L/dia 2.478,6 L/mês	50

Na tabela 4.21, é apresentado de forma resumida os consumos atuais por tecnologia, onde fica evidenciado que o maior consumo é nas bacias sanitárias com 49,97 %, e logo em seguida, vem a pia da cozinha do bar com 18,31 %. Os mictórios são responsáveis por 5, 18 % do consumo total. Isto justifica a implantação de tecnologias economizadoras nestes pontos. Assim, espera-se justificar o investimento financeiro com a redução do volume de água consumida.

Tabela 4.21 - Consumo atual por tecnologia.

Equipamento	Consumo total L/mês	porcentagem
Bacias	13.500	49,97
Mictório	1.400	5,18
Lavatório	2.208	8,15
Pia cozinha do bar	4.957	18,31
Pia cozinha do refeitório	1.652	6,10
Chuveiro	0	0
Torneira externa	3.300	12,20
TOTAL	27.017	100

É apresentado na tabela 4.22 o valor do consumo estimado no cenário B, onde as caixas acopladas com duplo acionamento representaram 39,90 % do consumo total, e a torneira da pia da cozinha do bar é responsável por 15,45 % do consumo total.

Tabela 4.22 - Consumo estimado com a implantação das tecnologias do cenário B

Equipamento	Consumo total L/mês	porcentagem
Caixas com acionamento duplo	6.400	39,90
Mictório	0	0
Lavatório	2.208	13,76
Pia da cozinha do bar	2.478,5	15,45
Pia da cozinha do refeitório	1.652	10,30
Chuveiro	0	0
Torneira externa	3.300	20,59
TOTAL	16.038,5	100

Com a implantação das tecnologias do cenário B, é possível economizar 40,63 % do total do consumo do terminal de passageiros, conforme tabela 4.23.



Tabela 4.23 – Redução geral estimada para o cenário B

	Cenário A	Cenário B	Redução estimada
Litros	27.017	16.038,5	10.977
Porcentagem (%)	100	59,37	40,63

É apresentado na tabela 4.24 o valor do consumo estimado no cenário C. Após a implantação das tecnologias, a instalação de caixas acopladas com VDR consome 51,41 %, e a torneira com aerador na pia da cozinha do bar consome 12,49 %, do consumo total de água deste cenário.

Tabela 4.24 - Consumo estimado com a implantação das tecnologias do cenário C.

Equipamento	Consumo total (L/mês)	Porcentagem (%)
Caixas com VDR	10.200	51,41
Mictório	0	0
Lavatório	2.208	11,13
Pia da cozinha do bar	2.478,5	12,49
Pia da cozinha do refeitório	1.652	8,33
Chuveiro	0	0
Torneira externa	3.300	16,63
TOTAL	19.838,5	100

Com a implantação das tecnologias do cenário C, é possível economizar aproximadamente 26,56 % do total do consumo do terminal de passageiros, conforme tabela 4.25.

Tabela 4.25 – Redução geral estimada para o cenário C.

	Cenário A	Cenário C	Redução estimada
Litros	27.017	19.838,5	7.177
Porcentagem	100	73,44	26,56

#### 4.4.2.1 Custos Intangíveis

Com o intuito de verificar o potencial de aproveitamento da água pluvial da edificação, procedeu-se o dimensionamento de um reservatório de água pluvial para o terminal de passageiros.

Considerando, como exemplo, o cenário A percebe-se que o volume de água potável que pode ser substituída por água de chuva, como pode ser visto na tabela 4.26, é de 18.200 litros (referente a soma do consumo das bacias, mictórios e torneiras externas). Este valor representa 67,36 % do consumo total (do cenário A) de água do terminal.

Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.

Dimensionando o reservatório pelo método de Rippl, encontra-se o volume do reservatório equivalente a 8,00 m<sup>3</sup>. A aplicação deste método encontra-se no anexo 7.

Dimensionamento pelo método prático brasileiro.

Trata-se de método empírico apresentado na NBR 15527 - Água da chuva - aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (ABNT, 2007).

Dimensionando o reservatório pelo método prático brasileiro, encontra-se o volume do reservatório equivalente a 2,70 m<sup>3</sup>. A aplicação deste método encontra-se no anexo 7.

No presente estudo foi adotado o valor obtido para o reservatório de água de chuva no cálculo feito pelo método de Rippl, por este suprir o terminal com água de chuva por 15 dias .

#### 4.4.3 Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo

Nesta atividade, foi considerado o valor pago relativo ao consumo de água com base no preço do metro cúbico da água cobrada pela concessionária responsável pela distribuição no município de Passo Fundo, a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). Também deveria ser feita a simulação da conta de água levando em consideração o preço cobrado pelo comitê de bacias no qual o sítio aeroportuário se encontra inserido, que é a bacia do rio Uruguai. Como esta bacia ainda não determinou o valor e o método que empregará na

cobrança pela água, foram considerados os valores e métodos utilizados pelas bacias do rio Santa Maria, bacia do rio Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e da bacia do rio Paraíba do Sul (CEIVAP - Comitê para Integração da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul).

Para o presente estudo, foram usados seis cenários de consumo de água, assim formados:

**Cenário A:** Consumo de água atual.

**Cenário B:** Consumo de água composto pela estimativa de redução de consumo de água (receitas), em função dos custos financeiros de instalação de mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento, torneira com aerador e mictórios sem água, (despesas).

**Cenário C:** Consumo de água composto pela estimativa de redução de consumo de água (receitas), em função dos custos financeiros de instalação de caixas de descarga com válvula com Volume de Descarga Reduzido (VDR), torneira com aerador e mictórios sem água; (despesas).

**Cenário D:** Consumo de água composto pela estimativa da redução de consumo de água (receitas), em função dos custos financeiros da implantação de um sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva (despesas).

**Cenário E:** Consumo de água composto pela implantação do cenário B e D.

**Cenário F:** Consumo de água composto pela implantação do cenário C e D.

Na tabela 4.26 é apresentado o consumo total dos cenários A, B e C e suas respectivas parcelas de consumos potável e substituível por água de chuva.

Tabela 4.26 – Consumo por cenário de água potável e de chuva.

	Total (L)	Potável (L)	Chuva (L)
Cenário A	27.017	8.817	18.200
Cenário B	16.038,5	6.338,5	9.700
Cenário C	19.838,5	6.338,5	13.500

Na tabela 4.27 são detalhados os consumos, por cenário, de água que foram utilizados para simulação das contas da concessionária da água do Rio Grande do Sul (CORSAN).

Tabela 4.27 – Consumos por cenário para cálculo da futura conta da CORSAN.

	CORSAN (L)	Chuva (L)
Cenário A	27.017	
Cenário B	16.038,5	0
Cenário C	19.838,5	0
Cenário D	8.451,5	18.564
Cenário E	6.338,5	9.700
Cenário F	6.338,5	13.500

Os cálculos das contas (simulações) que são cobrados pelos comitês de bacia do rio Santa Maria, PCJ,CEIVAP E CORSAN, se encontram no anexo 8.

Na tabela 4.28 se encontram os valores das contas de água por cenário do terminal de passageiros, que é formada pelo valor que o comitê da bacia do rio Santa Maria cobrará mais o atualmente cobrado pela concessionária de água do estado a CORSAN.

Tabela 4.28 – Valor da conta de água do terminal de passageiros usando valores da Bacia do rio S<sup>ta</sup> Maria e CORSAN.

	Bacia do rio S <sup>ta</sup> Maria (R\$)	CORSAN (R\$)	Total (R\$)
Cenário A	0,94	161,41	162,35
Cenário B	0,56	81,12	81,68
Cenário C	0,70	101,40	102,10
Cenário D	0,30	43,10	43,40
Cenário E	0,22	32,96	33,18
Cenário F	0,22	32,96	33,18

Na tabela 4.29 se encontram os valores das contas de água por cenário do terminal de passageiros, que é formada pelo valor que o comitê da bacia do PCJ vai cobrar mais o atualmente cobrado pela concessionária de água do estado, CORSAN.

Tabela 4.29 – Valor da conta de água do terminal de passageiros usando valores da PCJ.

	PCJ (R\$)	CORSAN (R\$)	Total (R\$)
Cenário A	0,75	161,41	162,16
Cenário B	0,46	81,12	81,58
Cenário C	0,58	101,40	101,98
Cenário D	0,28	43,10	43,38
Cenário E	0,21	32,96	33,17
Cenário F	0,21	32,96	33,17

Na tabela 4.30 se encontram os valores das contas de água por cenário do terminal de passageiros, que é formada pelo valor que o comitê da bacia do CEIVAP vai cobrar mais o atualmente cobrado pela concessionária de água do estado, CORSAN.

Tabela 4.30 – Valor da conta de água do terminal de passageiros usando valores da CEIVAP.

	CEIVAP (R\$)	CORSAN (R\$)	Total (R\$)
Cenário A	0,41	161,41	161,82
Cenário B	0,25	81,12	81,37
Cenário C	0,30	101,40	101,70
Cenário D	0,14	43,10	43,24
Cenário E	0,10	32,96	33,06
Cenário F	0,10	32,96	33,06

#### 4.4.4 Simulação das despesas

O projeto de substituição das bacias sanitárias, mictórios e torneira e da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva, bem como seus orçamentos se encontram no anexo 9. Na tabela 4.31 são mostrados os valores resumidos dos orçamentos para implantação dos respectivos cenários.

No orçamento realizado para a implantação das tecnologias, o preço dos mictórios sem água não será considerado, pelo fato destes serem importados e seu preço estar elevado.

Tabela 4.31 – Custo de implantação dos cenários.

Atividade	Cenário B (R\$)	Cenário C (R\$)	Cenário D (R\$)	Cenário E (R\$)	Cenário F (R\$)
Material	4.184,40	3.534,40	7.246,37	11.341,37	10.691,37
Mão de obra	500,00	500,00	4.000,00	4.500,00	4.500,00
Total parcial	4.684,40	4.034,40	11.246,37	15.841,37	15.191,37
20%	936,88	806,88	2.249,27	3.168,27	3.038,27
Total	5.621,28	4.841,28	13.495,64	19.009,64	18.229,64

#### 4.4.5 Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores

Para o cálculo da estimativa da vida útil das tecnologias economizadoras foi utilizado o número de acionamentos fornecido pelo fabricante. Considerando que o equipamento não sofrer atos de vandalismo ou furto é bem provável que resista ao número de acionamentos para o qual foi fabricado, sem necessidade de intervenções.

Aplicando a equação 3.1, tem-se:

$$Ac = \frac{1.500}{13}$$

$$Ac = 115,38 \text{ acionamentos caixa/mês}$$

A vida útil em meses das caixas acopladas é dada pela equação 3.2.

$$MVu = \frac{150.000}{115,38}$$

$$MVu = 1.300,05 \text{ meses}$$

$$\text{Vida Útil} = 1.300 \text{ meses. (aproximadamente 108 anos)}$$

#### 4.4.6 Simulação dos fluxos de caixa

Na tabela 4.32, é calculada a diferença entre os valores da cobrança atual (cenário A), e o valor após a implantação de cada cenário, esta diferença é a receita. Para o cálculo da conta

atual (cenário A) foi utilizado o valor obtido no comitê do rio Santa Maria somado ao da CORSAN (obtidos na tabela 4.28). Observa-se que a receita varia de R\$ 80,67, no cenário A, o que significa uma redução percentual de 49,69 %, até R\$ 129,17 nos cenários E e F, o que significa uma redução percentual de 79,56 %.

Na tabela 4.32 – Cálculo da receita após a implantação de cada cenário.

Valor da conta (R\$)	Cenário B	Cenário C	Cenário D	Cenário E	Cenário F
	81,68	102,10	43,40	33,18	33,18
Cenário A (R\$)	162,35	162,35	162,35	162,35	162,35
Receita (R\$)	80,67	60,25	118,95	129,17	129,17
Diferença percentual (%)	49,69	37,11	73,27	79,56	79,56

#### 4.4.7 Escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica

De acordo com Ywashima (2005), existem vários indicadores para a análise da viabilidade de um projeto. Para a indicação da qualidade econômica deste estudo foi utilizado o método de Retorno de investimentos (*payback*).

O método de *payback* consiste em uma avaliação do período de retorno do investimento, que é definido como sendo aquele número de anos ou meses, dependendo da escala utilizada, necessários para que o desembolso correspondente ao investimento inicial seja recuperado.

Então, aplicando-se este conceito tem-se o número de meses necessários para o retorno do investimento. Note que em momento algum foi fixado um prazo máximo para o retorno do investimento. O cálculo do *payback* é feito através da equação 3.3.

Na tabela 4.33 é executado o cálculo, e apresentado o resultado, do número de meses necessário para o retorno do investimento.

Tabela 4.33 – Tempo de retorno do investimento (meses).

	Cenário B	Cenário C	Cenário D	Cenário E	Cenário F
Investimento inicial (Despesa R\$)	5.621,28	4.841,28	13.495,64	19.009,64	18.229,64
Economia na conta de água (Receita R\$)	80,67	60,25	118,95	129,17	129,17
Tempo de retorno (meses)	70	81	114	148	142

Através da análise pelo método do *payback*, o qual diz que o retorno do investimento ocorrerá em 70, 81, 114, 148, 142 meses nos cenários B, C, D, E e F respectivamente. Nesta análise, não pode-se indicar se o investimento é viável ou não, considerando que o melhor dos cenários é o B com um tempo de retorno de 5 anos e 10 meses.

Na análise do tempo de retorno é necessário definir um prazo limite, que neste caso será o tempo de vida útil dos equipamentos, já calculado no item 4.4.5, que é de 1.300 meses. Analisando a proposta, usando como período de retorno do investimento a vida útil do equipamento o retorno do investimento é positivo, ou seja, o tempo de retorno está dentro do prazo esperado, o que indica que a proposta é viável.

Na tabela 4.34 é executado um comparativo entre o tempo de retorno do investimento e o tempo de vida útil do equipamento. Onde fica visível que a relação entre o tempo de retorno do investimento e o tempo de vida útil do equipamento é favorável ao investimento.

Tabela 4.34 – Tempo de retorno do investimento em relação a vida útil.

<i>Payback</i> (meses)	Cenário B	Cenário C	Cenário D	Cenário E	Cenário F
	70	81	114	148	142
Vida útil (meses)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
Relação (%)	5,38	6,23	8,77	11,38	10,92

Portanto considerando como tempo de retorno do investimento a vida útil do equipamento o desempenho de cada cenário é:

Cenário A: em 5,38 % do tempo previsto o investimento terá retornado;

Cenário B: em 6,23 % do tempo previsto o investimento terá retornado;



Cenário C: em 8,77 % do tempo previsto o investimento terá retornado;

Cenário D: em 11,38 % do tempo previsto o investimento terá retornado;

Cenário E: em 10,92 % do tempo previsto o investimento terá retornado.

Nota-se que:

- se os equipamentos tiverem um uso maior o tempo de retorno em meses será menor;
- considerando a vida útil dos equipamentos em número de acionamentos de 150.000 acionamentos, transformada em meses, 1.300 meses, pode se observar que o sistema suporta com facilidade um incremento no uso, o que indica que pode-se aumentar o fluxo de passageiros no terminal.

## 5 CONCLUSÕES

### 5.1 Conclusões da pesquisa

A diminuição do consumo de água é uma necessidade, para que se atinja a sustentabilidade hídrica, pois no Brasil, apesar da grande quantidade de água existente a sua distribuição geográfica não é homogênea e a concentração dela é nos locais menos habitados.

Uma das formas de se minimizar o consumo é valorizando economicamente a água, e principalmente quando esta é utilizada para transporte e diluição de efluentes. Com a força da legislação existente inicia-se a cobrança pela água de todos os consumidores que se abastecem em qualquer fonte de água. Considerando a cobrança pela água que será imposta e mais a responsabilidade de alcançar-se a sustentabilidade ambiental, projetos de economia de água são importantes.

O índice de consumo de água existente no sítio aeroportuário de Passo Fundo é baixo se considerado o fluxo de pessoas pelo terminal. Com base no fluxo de pessoas admitido pela administração do aeroporto, obtém-se um índice de consumo de 10,80 L/pessoa.

Mesmo sendo baixo é possível reduzir o índice de consumo com a instalação de tecnologias economizadoras, após a instalação destas é estimado um novo índice de consumo que passa a ser de 6,40 L/pessoa, representando uma redução de 40,63%.

Para um aumento na eficiência da gestão dos recursos hídricos, é sugerida a instalação de um sistema de captação de água de chuva, o qual não diminui o consumo de água, mas, sim, diminui o consumo de água potável, que será substituída por uma água de qualidade inferior. Esta substituição de água, com a implantação deste sistema, atinge valores expressivos que representam 18.200 litros antes da instalação das tecnologias e 9.700 litros após a instalação das tecnologias, isto representa 67,36% e 35,90% respectivamente do total de consumo de água potável.

Com a instalação das tecnologias mais a instalação do sistema de aproveitamento de água da chuva, o índice de consumo de água potável será de 2,54 L/pessoa. Apresentando uma redução de 76,54%, perante o consumo atual.

Quanto aos impactos ambientais, considerando o consumo de recursos hídricos e a conseqüente geração de efluentes líquidos, ocasionados pelo terminal de passageiros, a

redução não é proporcional, a quantidade reduzida de água potável é de 76,54% e a redução de lançamento de efluentes líquidos é de 40,63%.

Na avaliação da viabilidade econômica, o componente que tem maior relevância para a minimização da conta de água é o efluente líquido. A companhia de abastecimento do município cobra um percentual de 70% do valor da conta de água a título de transporte e tratamento de efluentes, já no valor cobrado pelos comitês de bacia, majora em até 1.000% a conta de água, com base no efluente gerado.

Nos cenários B e C existe uma redução de 49,69% e 37,11% respectivamente do valor da conta, apesar dessa expressiva redução, o tempo de retorno é alto em ambos os casos, no cenário B é de 70 meses, e no cenário C é de 81 meses.

Considerando como prazo de retorno do investimento a vida útil dos equipamentos, o investimento é viável, com uma relação bem confortável, pois com 5,38% , 6,23% , 8,77% , 11,38% e 10,92% nos cenários B, C, D, E e F respectivamente o resultado do *payback* se torna positivo, isto significa, por exemplo, no melhor dos cenários o A, que em 5,38% do prazo estipulado (vida útil) o retorno do investimento é atingido.

Conclui-se então que é viável tecnicamente e economicamente a implantação de tecnologias economizadoras de água no aeroporto de Passo Fundo.

## **5.2 Recomendações para trabalhos futuros**

Com a finalidade de complementar e dar continuidade a essa linha de pesquisa sugere-se:

- Propor uma metodologia para determinação da redução do consumo de água causada pela colocação de torneiras de acesso restrito em substituição a torneiras de jardim em áreas externas.
- Determinar uma metodologia para a verificação da pressão em pontos de consumo considerando a interferência dos equipamentos vizinhos.
- Realizar um estudo dos impactos ambientais causados nos recursos hídricos devido às atividades aeroportuárias de pequeno porte.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANA - Agência Nacional das Águas. **A implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos e agência de águas das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí.** Brasília Komedi, 2007.

ARAUJO, L S M. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios escolares.** 2004 Dissertação (Mestrado em Concentração em Edificações) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água da chuva. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 7p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F., 09 janeiro 1997.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de junho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F., 18 julho 2000.

BRASIL. Decreto-lei nº 24.643, de 10 de julho 1934. **Código Nacional de Águas.** Ministério de Minas e Energia, 1934. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, RJ 11 de julho 1934.

CARDIA, N., ALUCCI, M. **Campanhas de educação pública voltadas à economia de água.** In: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de água - Documento Técnico de Apoio (PNCDA/ DTA-B2). Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Nacional de Política Urbana, 1998.

CORSAN – companhia Riograndense de Saneamento. Disponível em <<http://www.corsan.com.br/informacoes/tarifas.htm>> acessado em 12 de janeiro de 2008.

FIESP/CIESP **Conservação e reúso da água em edificações**: Manual de orientações para o setor edificações. FIESP/CIESP/ANA: vol. 1, 2005. Disponível em: <[http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual\\_agua.pdf](http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual_agua.pdf)> Acessado em: 15 de novembro 2007.

FORGIARINI, F. R. **Modelagem da cobrança pelo uso da água bruta para aplicação em escala real na bacia do rio Santa Maria** 2006 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Área de concentração em recursos hídricos e saneamento ambiental), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.

GARCIA R. F. **Aspectos Jurídicos da Cobrança pelo Uso da Água**. Disponível em: <[http://www.abdir.com.br/doutrina/ver.asp?art\\_id=192](http://www.abdir.com.br/doutrina/ver.asp?art_id=192)> Acessado em: 16 de novembro de 2007.

GERBER, L. M. D. **Outorga do direito de uso da água**. [S.l.] [s.d.] Disponível em: <[http://www.estig.ipbeja.pt/~ac\\_direito/leda.pdf](http://www.estig.ipbeja.pt/~ac_direito/leda.pdf)> Acessado em: 05 de novembro de 2007.

HAMZO, S. T. **Avaliação da economia de água obtida pelo uso de dispositivo seletivo de descarga em bacias sanitárias com caixa acoplada**. 2005 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Tecnologia em construção de edifícios) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2005.

HARRISON, Ian W. **Avaliação de projetos de investimento**. São Paulo: Mc Graw Hill, 1976.

IGLESIAS, E. **Estado do mundo, 2004: estado do consumo e o consumo sustentável**. Salvador: Uma Ed., 2004. 326 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2008.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 13<sup>a</sup> ed., 2005. p.59-60.

MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria estudo de caso da Kodak Brasileira**. 2002 Tese (Doutorado em Engenharia/Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

MENEZES, A. V. **Estudo do impacto da inclusão de sistemas de conservação de água na qualidade do investimento para edifícios residenciais na cidade de São Paulo**. 2006. Monografia (MBA em Gerenciamento de Empresas e Empreendimentos na Construção Civil com Ênfase em Real Estate) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MOTA, M. B. R.; MANZANARES, M. D.; SILVA, R. A. L., **Viabilidade de Reutilização de Água para Vasos Sanitários**. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/include/getdoc.php?id=177&article=57&mode=pdf>> Acesso em: 25 de novembro de 2007.

NOGUEIRA P. F. **Escassez de água**. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm>> Acesso em: 25 de novembro de 2007.

NUNES, R. T. S. **Conservação da Água em Edifícios Comerciais: Potencial de uso racional e reúso em shopping center**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.

OLIVEIRA, I. V. de **Agenda 21 e Indicadores de Sustentabilidade**. Disponível em: <[http://www.unisuam.edu.br/documentos/pesquisa/palestra\\_repres\\_forum\\_21.doc](http://www.unisuam.edu.br/documentos/pesquisa/palestra_repres_forum_21.doc)> Acesso em: 25 de novembro de 2007.

OLIVEIRA, L. H. GONÇALVES, O. M. de **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999 (Boletim Técnico PCC/247)

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia Civil / Engenharia da Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

PIZELLA, D. G. **Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais**. 2006 Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2006.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS. **Programa de Desenvolvimento da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Brasil**, Brasília: Gráfica e Editora Ideal Ltda, 2006

PORTO ALEGRE. Lei nº 10.506. **Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas**. Diário Oficial de Porto Alegre, Porto Alegre. 08 de agosto de 2008.

PROSAB (2006) – **Uso racional de Águas em Edificações. Projeto PROSAB**; Coordenador: Ricardo Franci Gonçalves, 352p.:Il. ABES, Rio de Janeiro, RJ.

PURA-USP - **Programa de Uso Racional da Água da USP**. Desenvolvido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), 1995. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/pura>>. Acesso em: 28 jul. 2004.

REDEFINING PROGRESS, **About Sustainability Indicators**. Disponível em: <[http://www.rprogress.org/sustainability\\_indicators/genuine\\_progress\\_indicator.htm](http://www.rprogress.org/sustainability_indicators/genuine_progress_indicator.htm)>. Acessado em: 15 de dezembro de 2007.

RODRIGUES, R. B. **SSD Rb - Sistema de Suporte a Decisão Proposto para a Gestão Quali-Quantitativa dos Processos de Outorga e Cobrança pelo Uso da Água**. 2005 Tese

(Doutorado em Engenharia Civil/Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

SANVICENTE, Antonio Z. **Orçamento na administração de empresas**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1983.

SILVA G S.; TAMAKI H. GONÇALVES O. **Implantação de Programa de Uso Racional da Água em campi universitário**. 2002 Disponível em: <[http://www.pura.poli.usp.br/download/ENTAC\\_2004.pdf](http://www.pura.poli.usp.br/download/ENTAC_2004.pdf)>. Acessado em: 15 de dezembro de 2007.

TAMAKI, H.O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais estudo de caso programa de uso racional da água da universidade de São Paulo**. 2003 Dissertação (Mestrado em Engenharia / Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

URIMAT. **O mictório urimat sustentabilidade com qualidade Suíça**. São Paulo, São Paulo, 2008. (Folder do produto).

YWASHIMA, L. A. **Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo**. 2005 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

XIMENES, L; MÁXIMO W. **Consumidores pagarão R\$ 22 milhões para usar água de rios em três estados**. Disponível em: <<http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=3815>> Acessado em: 11 de novembro 2007.





**TABELA DE EXPONENCIAIS**  
**DO SISTEMA TARIFÁRIO DA CORSAN**

CONSUMO	SOCIAL	BÁSICA	COM	C1	IND	PUB
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,0526	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,0887	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
13	1,1145	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
14	1,1335	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
15	1,1480	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
16	1,1591	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
17	1,1678	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
18	1,1748	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
19	1,1803	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
20	1,1848	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
21	1,1884	1,0100	1,0000	1,0220	1,0000	1,0000
22	1,1913	1,0200	1,0100	1,0153	1,0000	1,0100
23	1,1937	1,0300	1,0200	1,0281	1,0100	1,0200
24	1,1957	1,0400	1,0300	1,0406	1,0100	1,0300
25	1,1973	1,0500	1,0400	1,0527	1,0100	1,0400
26	1,1986	1,0600	1,0400	1,0538	1,0100	1,0400
27	1,1997	1,0700	1,0400	1,0547	1,0100	1,0400
28	1,2005	1,0800	1,0400	1,0555	1,0100	1,0400
29	1,2012	1,0800	1,0500	1,0670	1,0200	1,0500
30	1,2017	1,0900	1,0500	1,0676	1,0300	1,0500
31	1,2096	1,0900	1,0600	1,0789	1,0300	1,0600
36	1,2506	1,1000	1,0700	1,0915	1,0400	1,0700
41	1,2769	1,1000	1,0700	1,0928	1,0500	1,0700
46	1,2864	1,1100	1,0800	1,1040	1,0600	1,0800
51	1,2865	1,1100	1,0900	1,1148	1,0700	1,0900
101	1,2874	1,1300	1,1100	1,1354	1,0900	1,1100
151	1,2843	1,1287	1,1087	1,1335	1,0894	1,1087
201	1,2813	1,1275	1,1075	1,1317	1,0888	1,1075
301	1,2753	1,1250	1,1050	1,1281	1,0877	1,1050
501	1,2632	1,1200	1,1000	1,1208	1,0855	1,1000
1001	1,2403	1,1100	1,0967	1,1157		1,0967
2001	1,2189	1,1000	1,0900	1,1073		1,0900
9001	1,1869	1,0858	1,0858	1,1004		1,0858



## Normas para equipamentos sanitários

1991	NBR 11535	Misturadores para pia de cozinha tipo mesa – especificação	Fixa condições exigíveis de misturadores de pia de cozinha tipo mesa ou bancada, dotados de 2 manípulos, destinados a instalações prediais de água.
1991	NBR 11815	Misturadores para pia de cozinha tipo parede – especificação	Fixa condições exigíveis de misturadores de pia de cozinha tipo parede, dotados de 2 manípulos, destinados a instalações prediais de água.
1992	NBR 11852	Caixa de descarga – especificação	Fixa condições a que devem atender as caixas de descarga destinadas à limpeza de bacias sanitárias
1993	NBR 12904	Válvula de descarga – especificação	Fixa condições mínimas a que devem atender as válvulas de descarga destinadas à limpeza de bacias sanitárias.
1996	NBR 13713	Aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático	Especifica características para os aparelhos manuais e automáticos destinados ao uso público e a ambientes onde os fatores de higiene e economia de água são imprescindíveis. Não se aplica a válvulas de descarga.
1997	NBR 14011	Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas – Requisitos	Estabelece características para os equipamentos e são utilizados em edificações cujas instalações elétricas de baixa tensão (127V e 220V) e hidráulicas de água fria e quente foram projetadas e executadas conforme as NBR 5410, NBR 5626 e NBR 7198.
2001	NBR 14390	Misturador para lavatório – Requisitos e métodos de ensaio	Estabelece requisitos para projeto, fabricação e desempenho, bem como os métodos de ensaio com a função de permitir abertura, fechamento e mistura da água para uso geral. Estes misturadores são instalados em bancadas que contêm cubas e louças sanitárias ou diretamente em lavatórios.
2003	NBR 10281	Torneira de pressão – Requisitos e métodos de ensaio	Fixa condições exigíveis das torneiras com mecanismo tipo pressão utilizadas em ramais prediais e instalações hidráulicas prediais.
2004	NBR 15097	Aparelho sanitário de material cerâmico – Requisitos e métodos de ensaio	Fixa requisitos mínimos para os aparelhos sanitários fabricados em material cerâmico com acabamento esmaltado. Substitui a NBR 6452 do ano 1997.
2004	NBR 15099	Aparelho sanitário de material cerâmico – Dimensões padronizadas	Padroniza as dimensões dos aparelhos sanitários de material cerâmico.
2005	NBR 15206	Instalações hidráulicas prediais – Chuveiros ou duchas - Requisitos e métodos	Estabelece requisitos e métodos de ensaio relativos ao projeto, fabricação, desempenho e manutenção dos chuveiros ou duchas destinados a instalações hidráulicas prediais de água quente e fria.
2007	NBR	Edifícios habitacionais	Estabelece os requisitos e critérios de desempenho

	15575	de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 6: Sistemas hidrossanitários	exigidos aos sistemas hidrossanitários de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos.
--	-------	----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

**Fonte: Elaboração própria com base em Gonçalves et al (2005).**



### Principais características dos equipamentos economizadores de água

EQUIPAMENTOS	TIPO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
<b>TORNEIRAS</b>	Hidromecânica	O controle da vazão é obtido pela regulagem de um registro regulador de vazão, ou seja, os usuários não interferem na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão existente no ponto. A temporização do ciclo de funcionamento também resulta na redução do consumo de água. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, além de causar desconforto. Este sistema pode ser instalado em sanitários/vestiários de escolas, indústrias, shopping centers, edificações comerciais, escritórios, estádios de futebol e hospitais, entre outros
	Sensor	O comando e ciclo de funcionamento destes equipamentos se dá pela ação de um sensor de presença. O sensor capta a presença das mãos do usuário, quando este se aproxima da torneira, liberando assim o fluxo de água. A alimentação elétrica do sistema pode-se dar pelo uso de baterias alcalinas ou pela rede de distribuição elétrica do local (127/220V). A presença do sensor no corpo da torneira é uma solução adequada quanto à questão do vandalismo. Este sistema pode ser instalado em shopping centers, edificações comerciais, escritórios, hospitais e restaurantes entre outros.
	Eletrônicas embutidas (parede)	Possuem o mesmo princípio de funcionamento das torneiras eletrônicas convencionais (acima), porém por ficarem embutidas na parede possuem grande resistência a vandalismo e podem ser utilizadas em lavatório tipo coletivo, tornando-se o produto ideal para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos.
	Funcionamento por válvula de pé	Este sistema é caracterizado pela presença de um dispositivo de acionamento instalado no piso, de frente à torneira propriamente dita. Este sistema é adequado a ambientes onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em determinadas áreas de hospitais, cozinhas e laboratórios, devendo ser instalado apenas onde se espera que os usuários o usem de forma consciente e correta.

	Funcionamento por pedal	<p>Este sistema é caracterizado pela existência de um pedal em forma de alavanca. O pedal libera o fluxo de água até a torneira (bica). Este sistema é geralmente utilizado quando as tubulações são aparentes. O corpo da válvula onde a alavanca é instalada pode ser fixado na parede ou no piso, de forma aparente. O fluxo de água ocorre durante o tempo em que é feito o acionamento da mesma, mas existem modelos no mercado que apresentam uma trava para evitar que o usuário permaneça acionando o sistema, no decorrer de uma atividade demorada.</p> <p>Este sistema é adequado para locais onde haja produção, como em indústrias ou cozinhas industriais. O sistema é de simples instalação e manutenção, não demandando obras civis. No entanto, para que o sistema seja corretamente utilizado, deve haver a capacitação e orientação contínua dos usuários. A vazão pode ser reduzida colocando-se um restritor de vazão no sistema.</p>
<b>ARREJADORES</b>	Arejadores	<p>Dispositivo regulador e abrandador do fluxo de saída de água usualmente montado na extremidade de torneira e bicas em geral, destinado a promover o direcionamento do fluxo de água, evitando dispersões laterais e amortecendo o impacto do jato de água contra as partes que estão sendo lavadas. É também um componente que propicia a redução de consumo de água sem comprometimento das operações de lavagem em geral, desde o uso doméstico até cozinhas industriais. Os arejadores funcionam pelo princípio de Venturi incorporando considerável quantidade de ar ao fluxo de água e reduzindo a vazão e o volume de água utilizado.</p> <p>Observação: Nas unidades residenciais, onde existem torneiras convencionais, sugere-se a instalação de arejadores.</p> <p>O arejador de vazão constante além das características de um arejador convencional possui um dispositivo que limita a vazão de torneiras em 6 litros por minuto, reduzindo o consumo em aproximadamente 30% quando comparado com arejadores convencionais, além de aumentar o conforto do usuário.</p>



<b>MICTÓRIOS CONVENCIONAIS</b>	Coletivos	Os mictórios coletivos são aqueles que atendem a mais de um usuário simultaneamente. O mictório coletivo apresenta a conveniência, em relação ao mictório individual, de propiciar atendimento de mais usuários por metro linear de sanitário, podendo atender um número maior de usuários em curtos períodos de pico, como nos sanitários de estádios de futebol. Em geral, os mictórios coletivos são instalados em locais públicos com incidência média/alta de vandalismo como escolas e estádios. Contudo, as principais desvantagens dos mictórios coletivos, frente aos individuais, são a manutenção do aparelho, a pouca privacidade e a dificuldade de uso de um sistema de acionamento da descarga de água para a limpeza de forma eficiente e econômica. Seria necessário um sistema eletrônico para controlar o fluxo de pessoas e acionar seletivamente válvulas apropriadas. O que ocorre, contudo, é que esse tipo de instalação é muito onerosa. Hoje o que se observa em locais onde existem mictórios coletivos são sistemas de água corrente ou pessoas que acionam periodicamente válvula ou registro para limpeza. Face às considerações acima, esse tipo de solução deve ser evitado nos moldes atuais. Deve-se ressaltar que por ser um sistema adaptado, não se deve esquecer a introdução de um dispositivo na saída de esgoto que garanta o fecho hídrico do sistema, como um sifão copo ou uma caixa sifonada, garantindo o desempenho do sistema quanto à questão do odor do ambiente
	Individual	Os mictórios individuais são aqueles utilizados por um único usuário por vez. Estes mictórios são, caracteristicamente, fabricados industrialmente em série, em geral em louça cerâmica. A maioria dos mictórios comercializados hoje no Brasil são deste tipo. Têm a vantagem de propiciar mais economia e higiene que o coletivo pois o acionamento do aparelho é individual. Existem também mictórios individuais com entrada de água posterior eliminando a existência do flexível utilizado para alimentar os mictórios convencionais, o que elimina vandalismos (arrancar o flexível) e aumenta a facilidade de limpeza total da peça tornando-se o produto ideal para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos, indústrias farmacêuticas, hospitais etc.

<b>DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA MICTÓRIOS CONVENCIONAIS</b>	Válvula de acionamento hidromecânico	Esta válvula é caracterizada por um corpo metálico externo que controla e conduz a água até o mictório. Para o acionamento da descarga, o usuário deve pressionar o acionador da válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Após o acionamento pelo usuário, ocorre o fechamento temporizado pela ação hidromecânica da válvula. Este tipo de equipamento pode ser utilizado, entre outros, nas seguintes tipologias de edificações: indústrias, escolas, shopping centers, hospitais, clubes, escritórios, estádios, terminais de passageiros.
	Válvula de acionamento por sensor de presença	<p>Neste tipo de equipamento, quando o usuário se aproxima e se posiciona de frente ao mictório, o sensor que emite continuamente um sinal imperceptível ao usuário, infravermelho ou ultra-som, detecta a sua presença.</p> <p>Em geral, na maioria dos equipamentos, o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário, o que garante um menor consumo de água. O sensor, associado a um microprocessador, emite um sinal até uma válvula do tipo solenóide, de funcionamento elétrico, que libera o volume de água da descarga. Neste tipo de equipamento, o tempo médio de acionamento dos produtos encontrados no mercado encontra-se em torno de 5 a 6 segundos.</p> <p>O sistema elétrico do equipamento pode ser alimentado por baterias alcalinas de 6 e 9 VDC, ou pelo próprio sistema predial elétrico de 127/220V. Estas características devem ser observadas quando da aquisição do equipamento e em função das características físicas do local a ser instalado. Uma das principais vantagens deste sistema frente aos demais é quanto à questão da higiene do usuário, uma vez que este não entra em contato direto com nenhum componente do sistema.</p> <p>Existem também válvulas eletrônicas que por serem embutidas na parede possuem grande resistência a vandalismo e permitem higienização completa do mictório por não necessitar do flexível para alimentar o mictório (mictório com entrada de água posterior), tornando-se apropriado para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos, indústrias farmacêuticas, hospitais, etc.</p>
	Válvula temporizada	Este é um sistema em que os produtos são vendidos separadamente, sendo necessária a montagem dos componentes pelo instalador. A descarga deste tipo de equipamento pode ser obtida por um sistema de temporizador eletrônico. O temporizador pode ser

		<p>facilmente encontrado no mercado e adaptado às instalações existentes. No temporizador eletrônico pode ser feita a regulagem do intervalo entre descargas e do tempo de duração da descarga. O temporizador envia um sinal a uma válvula solenóide elétrica que faz a liberação do fluxo de água conforme os parâmetros definidos no temporizador. Este sistema pode ser empregado em mictórios coletivos e em baterias de vários mictórios individuais. Tem a desvantagem de não diferenciar picos e vales de fluxo de usuários.</p>
<b>MICTÓRIOS SEM ÁGUA</b>	<p>Individual</p>	<p>É um sistema que não utiliza água na operação. O mictório sem água é constituído dos seguintes componentes: bacia cerâmica, suporte do cartucho, cartucho, líquido selante, chave para troca do cartucho e protetor para a superfície do cartucho – opcional. O líquido selante é uma substância composta por mais de 90% de álcoois graxos e o restante de biocida e corantes. Sua cor predominante é o azul e apresenta densidade menor que a da água e da urina, permanecendo em suspensão nas mesmas. O líquido selante se localiza em suspensão na primeira câmara do cartucho. A urina entra pelos orifícios da parte superior do cartucho, penetrando na primeira câmara através do líquido selante que está em suspensão e preenchendo toda a superfície superior do líquido desta câmara. Pelo sistema de vasos comunicantes, a urina é expelida pelo orifício de saída do cartucho, sendo coletada pelo copo do suporte e de lá para a rede de esgoto. A manutenção requerida pelo sistema é a substituição periódica do cartucho, que se trata de uma peça descartável. A durabilidade do cartucho está associada à obstrução de suas cavidades por material bioquímico que se acumula em seu interior e pelo carregamento do líquido selante.</p>

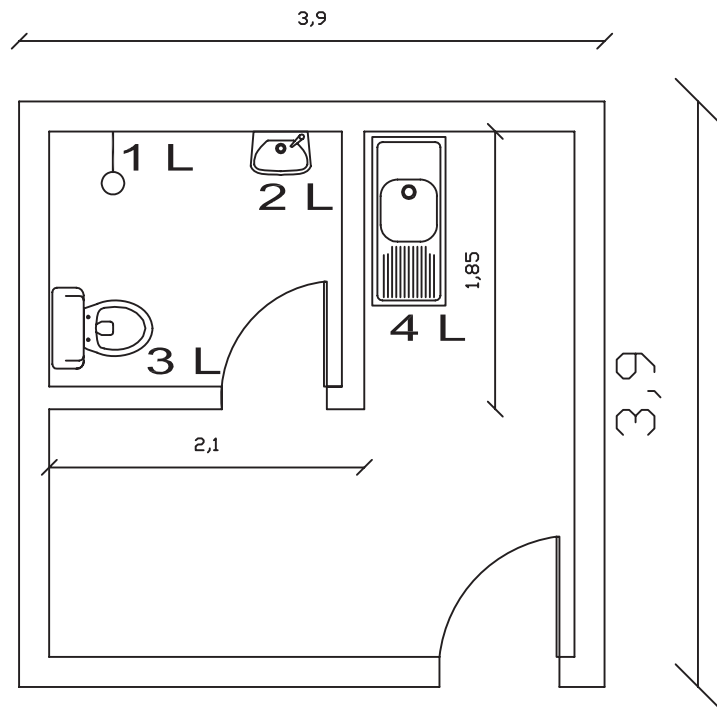
<b>CHUVEIROS E DUCHAS</b>	Registro regulador de vazão para chuveiros e duchas	<p>Há uma grande variedade de tipos e modelos de duchas no mercado, com as mais diversas vazões. Uma intervenção passível tanto em duchas de ambientes sanitários públicos como de residências é a introdução de um registro regulador de vazão que é empregado para reduzir vazões excessivas, normalmente existente em condições de alta pressão. Tais dispositivos podem ser aplicados em chuveiros e duchas e possibilitam a regulação da vazão a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos de usuários. Outro procedimento também pode ser a instalação de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão, geralmente de 10 mca a 40 mca. Existem restritores de vazão com os mais diferentes valores de vazão, por exemplo, para 6, 8, 10, 12 e 14 litros/minuto. Ressalta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10 mca. As desvantagens dos restritores de vazão são: a impossibilidade de regulação da vazão quando há diferencial de pressão entre água quente e fria, para evitar “queimaduras” e também o fato que tais restritores entopem com certa facilidade ocasionando o problema acima apontado ou a necessidade periódica de desmontagem para limpeza.</p>
<b>CHUVEIROS E DUCHAS</b>	Válvula de fechamento automático para chuveiros e duchas	<p>Outra forma para redução do consumo de água nos chuveiros é a instalação de válvulas de fechamento automático para chuveiros, que funciona nos mesmos moldes, por exemplo, das torneiras hidromecânicas, porém com ciclo de funcionamento em torno de 35 segundos. Contudo o aparelho mais encontrado nas instalações hidráulicas é o registro de pressão. A desvantagem do registro de pressão é que o mesmo pode ser mal fechado, ou permanecer aberto desnecessariamente, resultando em consumo excessivo. A instalação dessas válvulas de fechamento automático para chuveiro, juntamente com os registros reguladores de vazão para chuveiro, propiciam os melhores resultados em nível de redução do consumo de água.</p> <p>Nesse sentido, é muito importante lembrar que os chuveiros são responsáveis em média por 41% do volume de água em apartamentos, 78% do consumo de água em apartamento tipo flat e também consumos elevados em vestiários de uso coletivo em geral.</p>

<b>BACIAS SANTÁRIAS</b>	Com válvulas de descarga de ciclo seletivo	As bacias sanitárias para instalação com válvulas que hoje são encontradas no mercado caracterizam-se por necessitar de apenas 6 litros para propiciar a limpeza completa.
	Com caixa Acoplada	Apresentam funcionamento com 6 litros. Estas bacias apresentam funcionamento sifônico ou de arraste.
<b>DISPOSITIVOS PARA ACIONAMENTO DE DESCARGA PARA BACIAS SANITÁRIAS</b>	Válvula de descarga de ciclo seletivo	A válvula de descarga de ciclo de funcionamento seletivo, mais comumente empregada em instalações sanitárias, caracteriza-se por propiciar ao usuário a possibilidade de descargas de 2 a 7 litros conforme o material existente na bacia sanitária. No caso de material líquido ou pequenos dejetos, que são 90% do uso em uma residência, o volume de água necessária para limpeza da bacia situa-se entre 3 e 4 litros, o que pode representar considerável economia com relação a sistemas com volume de descarga fixo. Para maior eficiência e maiores resultados em nível de redução do consumo de água, essas válvulas possuem um registro integrado que convenientemente regulado propicia a vazão ideal para o sifonamento da bacia, ou seja, a vazão que permitirá o completo sifonamento da bacia com o maior volume de água.
	Válvula de descarga ciclo fixo	O acionamento se dá por um dispositivo, presente no corpo da válvula, em forma de alavanca. O usuário aciona esta alavanca, resultando na descarga. Por mais que o usuário permaneça acionando a alavanca, somente o volume previamente regulado para a descarga será liberado. Para a liberação de novo volume de água, a alavanca deverá ser acionada novamente.
	Válvula de descarga de duplo acionamento	Existem dispositivos conhecidos como “duo-flush” que possibilitam dois tipos de acionamento da válvula de descarga. A válvula de descarga, contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de efluente líquido na bacia sanitária.
	Válvulas de descarga por sensor	Outro tipo de válvula é com acionamento por sensor de presença. A alimentação elétrica deste sistema pode ser feita com o uso de baterias alcalinas ou por rede elétrica, 127/220V. O usuário deve permanecer por um período de tempo mínimo no raio de alcance do sensor, normalmente 5 segundos, para que o sistema se arme e após a saída do usuário do alcance é efetuada a descarga pela válvula solenóide. O volume por descarga pode ser regulado para 6 litros de água.


	Mecanismo para válvula de descarga com duplo acionamento	Existem dispositivos conhecidos como “duo-flush” que possibilitam dois tipos de acionamento da descarga de água. O dispositivo de descarga, geralmente incorporado na caixa acoplada, contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de efluente líquido na bacia sanitária.
<b>REDUTORES DE VAZÃO</b>	Registro regulador de vazão para lavatórios	Além dos registros reguladores de vazão para chuveiros, conforme descrito acima, estão também disponíveis no mercado os registros reguladores de vazão para lavatórios, que podem ser aplicados, tanto para torneiras como para misturadores. Esses registros possibilitam reduções muito significativas quando regulados adequadamente e instalados com as torneiras de fechamento automático de funcionamento hidromecânico.
<b>REDUTORES DE PRESSÃO</b>		Caso uma determinada área da edificação apresente uma pressão elevada, pode ser mais conveniente a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água da área. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, em geral, de 100 a 400 kPa (10 a 40 mca).

Fonte: Conservação e reuso da água em edificações FIESP



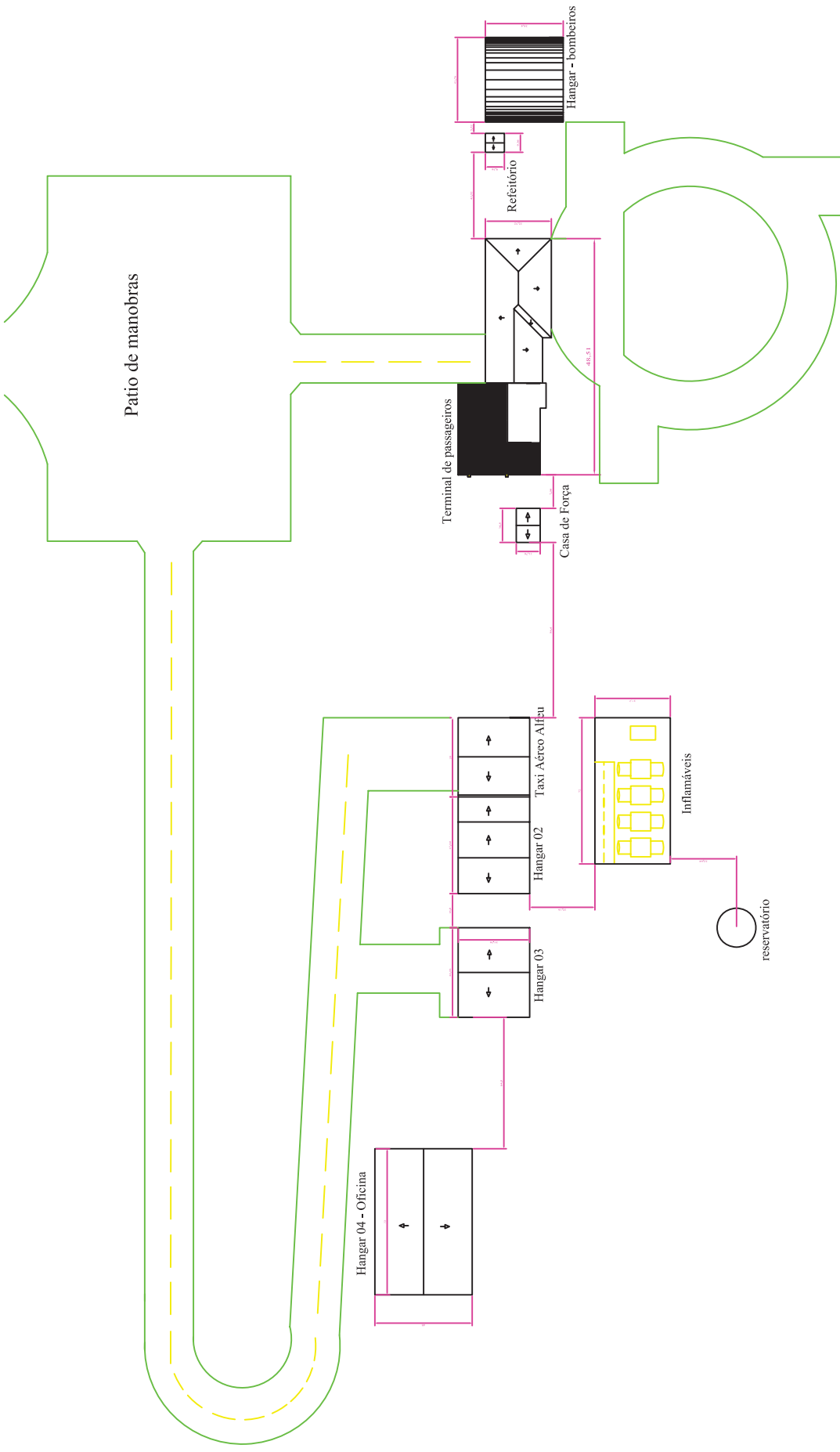


# L REFEITÓRIO

	Laboratório de Sistemas Prediais - <b>FEAR</b>	Obra: <b>Aeroporto</b>	
Local:		INFRAERO/FINEP/CNPq/UPF	
Projeto - Águas em Aeroportos			
Prancha: Refeitório	Desenho: Virginia/Vinícius	Data: Maio 2007	Prancha:







Universidade de Passo Fundo  
 Faculdade de Engenharia e Arquitetura  
 Curso de Engenharia Civil

TÍTULO	Situação e Localização
OBRA	AEROPORTO PASSO FUNDO
LOCAL OBRA	PASSO FUNDO - RS
PROPRIETÁRIO	DPDT AERONÁUTICO - SEPR. TRANSPORTES
ASS. GERENTE ADMINISTRATIVO	ASS. RESP. TÉCNICO
FRANCHA N.	01/10



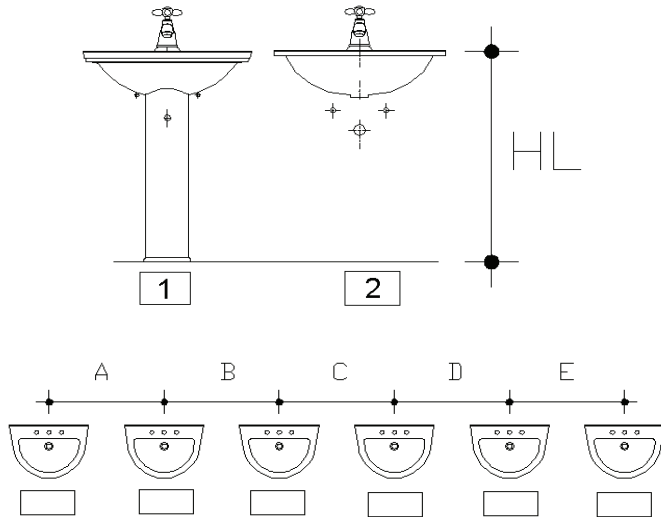


Aeroporto número

Nome do Ambiente

Número do Ambiente

## Lavatórios Individuais



### Caracterização

Pequeno

Grande

De bancada

### Espaçamento entre lavatórios (eixo a eixo)

A (cm) =

B (cm) =

C (cm) =

D (cm) =

E (cm) =

### Item

### Lavatório individual número

### Louça

Altura do lavatório - HL (cm)

Marca

Celite

Deca

Icasa

Ideal Standard

Incepa

Desconhecida

Estado de Conservação

Satisfatório

Trincado/Rachado

Quebrado

Manchado

Removido

Fixação Tipo

Parafusada

Engastada

Fixação

Adequada

Fora de prumo

Solta



## Lavatórios

Item		Lavatório individual número							
<b>Sifão</b>									
Tipo	Garrafa								
	P								
	S								
	Inexistente -cotovelo								
	Inexistente- tubulação reta								
Material	PVC								
	Metal								
Caract.	Rígido								
	Flexível								
	C/inspeção								
Marca									
	Desconhecida								
Estado de Conservação	Satisfatório								
	Trincado/Rachado								
	Quebrado								
	Bolsas feitas c/ aquecimento								
	Desvios feitos c/ aquecimento								
	Manutenção com durepox								
Removido									
Condição de Operação	Satisfatória								
	Entupido								
	Vazando perto da louça								
	Vazando -meio								
	Vazando perto da parede								
	Deslocado do eixo								
<b>Flexível</b>									
Material	PVC								
	Metal								
Marca									
	Desconhecida								
Condição de Operação	Satisfatória								
	Entupido								
	Vazando perto da louça								
	Vazando -meio								
	Vazando perto da parede								
Removida									
Estado de Conservação	Satisfatório								
	Trincado/rachado								
	Quebrado								
	Removido								



## Lavatórios

Item		Lavatório individual número							
<b>Torneira do lavatório individual</b>									
Marca									
	Desconhecida								
Tipo	De parede								
	De bancada								
	C/ misturador								
Estado	Fechado								
	Mal fechado								
	Aberto								
	Desuso								
Condição de operação	Adequada								
	Gotejamento lento (40 gotas/min)								
	Gotejam. médio (40-80 gotas/min)								
	Gotejam.rápido (80-120 gotas/min)								
	Filete (2 mm)								
	Filete (4 mm)								
	Medidor (litros/dia)em 5 seg.								
	Vaza no registro qd aberto								
	Gira em falso (não fecha)								
	S/ canopla								
	Removida								
Fixação	Adequada								
	Torneira solta								
	Fora de prumo								
	Inexistente								
Arejador	Existente								
	Inexistente								
Aliment.	Direto da rua								
	Caixa d'água								

O esgoto do(s) tanque(s) é encaminhado para:

Ralo seco

Caixa sifonada

Caixa Pas. Esgoto

Grelha fechada

Outro \_\_\_\_\_

Observações



## Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl e pelo método prático brasileiro

### 1 - Método de Rippl

**Chuva média mensal (mm):** para um cálculo mais preciso da precipitação média mensal, é aconselhável a utilização dos índices pluviométricos mensais dos últimos 10 anos, apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Índices pluviométricos dos últimos dez anos da cidade de Passo Fundo.

Índices pluviométricos da cidade de Passo Fundo (mm)												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média
<b>Janeiro</b>	156	231	125	144	213	330	176	97,5	105	132	261	<b>179,1</b>
<b>Fevereiro</b>	130	358	114	106	197	205	266	123	26,1	111	127	<b>160,3</b>
<b>Março</b>	33,2	230	65,5	267	111	372	128	26,7	88,3	165	199	<b>153,2</b>
<b>Abril</b>	69,5	342	188	76,1	118	254	114	142	292	55	255	<b>173,2</b>
<b>Mai</b>	104	201	109	76,8	165	234	107	222	317	36,8	295	<b>169,8</b>
<b>Junho</b>	114	82,7	94,3	206	107	146	153	134	273	168	68,2	<b>140,5</b>
<b>Julho</b>	116	191	177	148	99,6	242	101	88,8	83,7	148	326	<b>156,4</b>
<b>Agosto</b>	258	257	19,4	83,8	28,1	192	57,5	53	135	132	129	<b>122,3</b>
<b>Setembro</b>	152	204	150	169	240	136	64	234	153	113	269	<b>171,2</b>
<b>Outubro</b>	550	119	177	339	276	357	237	193	385	94,9	294	<b>274,7</b>
<b>Novembro</b>	340	68,5	119	164	117	76,7	168	122	139	312	187	<b>164,8</b>
<b>Dezembro</b>	236	123	131	160	194	96	392	67,3	81,6	106	218	<b>164,1</b>
<b>A média mensal para os 10 anos é de 169 mm</b>												

Fonte: EMBRAPA trigo

**Demanda mensal (L):** a demanda mensal refere-se ao volume de água potável que pode ser substituído por água da chuva, ou seja, o volume de água necessário para alimentar os pontos onde não há necessidade da utilização de água potável no intervalo de um mês. A tabela 2 mostra a quantidade para os cenários A, B e C.

Tabela 2 – Quantidade de água potável que pode ser substituída por água de chuva nos cenários A, B e C.

Pontos de consumo	Cenário A (L)	Cenário B (L)	Cenário C (L)
Mictório	1.764	0	0



Torneira externa	3.300	3.300	3.300
Bacia sanitária	13.500	6.400	10.200
Total	18.564	9.700	13.500

Para o dimensionamento do depósito será utilizado o volume de água exigido no cenário C, com um incremento de 3.000 litros para a lavagem externa, que atualmente não é feita, pois a água do poço artesiano tem alto teor de argila.

**Área de coleta (m<sup>2</sup>):** A área de contribuição será parte da área ampliada de telhado do terminal de passageiros, as águas dos telhados seguem pelas calhas e pelos condutores verticais e horizontais. O telhado do terminal é de telhas de fibrocimento

Levou-se em conta no cálculo da área de coleta de telhado a inclinação do mesmo e os Beirais.

- Coleta 01: 43,65 m<sup>2</sup>

- Coleta 02: 80,30 m<sup>2</sup>

Área de coleta total: 123,95 m<sup>2</sup>.

Observa-se na figura 1, o telhado do terminal de passageiros

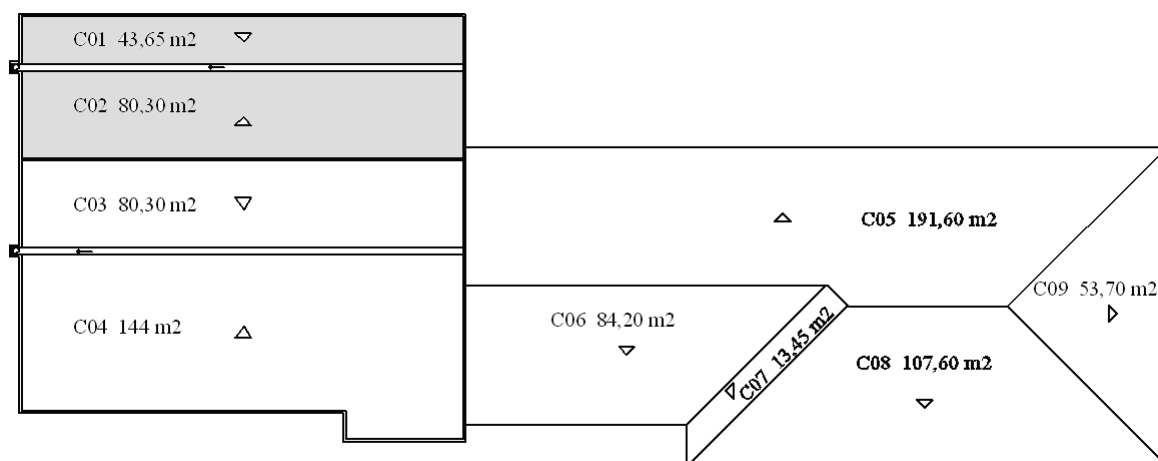


Figura 1 - Cobertura do terminal de passageiros.

**Coefficiente de Runoff:** esse coeficiente refere-se a perda de água por evaporação, vazamentos, lavagem do telhado. O telhado do terminal é de telhas de fibrocimento, então, define-se o Coeficiente de Runoff como sendo  $C = 0,80$ .

**Volume de chuva mensal (L):** é o volume máximo de água pluvial que poderá ser coletado no intervalo de um mês, o volume máximo de chuva mensal que pode ser armazenado é calculado pela equação 1:

$$Q = P \times A \times C \quad (1)$$

Onde:

Q = Volume mensal máximo coletado de água da chuva ( $m^3$ );

P = Precipitação média mensal (mm);

A = Área de coleta ( $m^2$ );

C = Coeficiente de Runoff.

$$Q = 169 \text{ mm} \times 123,95 \text{ m}^2 \times 0,8$$

$$Q = 16.758 \text{ lts}$$

**Volume acumulado ( $m^3$ ):** é o somatório do volume de chuva mensal nos meses de janeiro a dezembro.

**Volume de chuva demandada ( $m^3$ ):** é a diferença entre o volume de água da chuva disponível e o volume da demanda a ser atendida.

**Volume do reservatório de água da chuva ( $m^3$ ):** é o volume adquirido no somatório da diferença negativa do volume de chuva e da demanda, o volume máximo negativo encontrado neste cálculo é o volume que deve ter o reservatório, tabela 3.

Tabela 3 – Dimensionamento pelo método de Rippl – para 123,95 m<sup>2</sup>.

Meses	Chuva média mensal (mm)	Área de coleta (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (L)	Demanda mensal (L)	Volume de chuva demandada (L)	Volume do reservatório de água de chuva (L)
Jan	179,1	123,95	17.759,56	16.500	1.259,56	-
Fev	160,3	123,95	15.895,35	16.500	-604,65	-604,65
Mar	153,2	123,95	15.191,31	16.500	-1.308,69	-1.913,34
Abr	173,2	123,95	17.174,51	16.500	674,51	-
Mai	169,8	123,95	16.837,37	16.500	337,37	-
Jun	140,5	123,95	13.931,98	16.500	-2.568,02	-2.568,02
Jul	156,4	123,95	15.508,62	16.500	-991,38	-3.559,40
Ago	122,3	123,95	12.127,27	16.500	-4.372,73	<b>-7.932,13</b>
Set	171,2	123,95	16.976,19	16.500	476,19	-
Out	274,7	123,95	27239,25	16.500	10.739,25	-
Nov	164,8	123,95	16.341,57	16.500	-158,43	-158,43
Dez	164,1	123,95	16.272,16	16.500	-227,84	-386,27

Pelo método de Rippl, tabela 3, o volume do reservatório será de 8,00 m<sup>3</sup>.

## 2 - Método prático brasileiro

Trata-se de método empírico apresentado na NBR 15527 - Água da chuva - aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (ABNT, 2007), é calculado pela equação 4.2.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (4.2)$$

Onde:

V = Volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

P = Precipitação média anual, em milímetros;

A = Área de coleta em projeção, em metros quadrados;

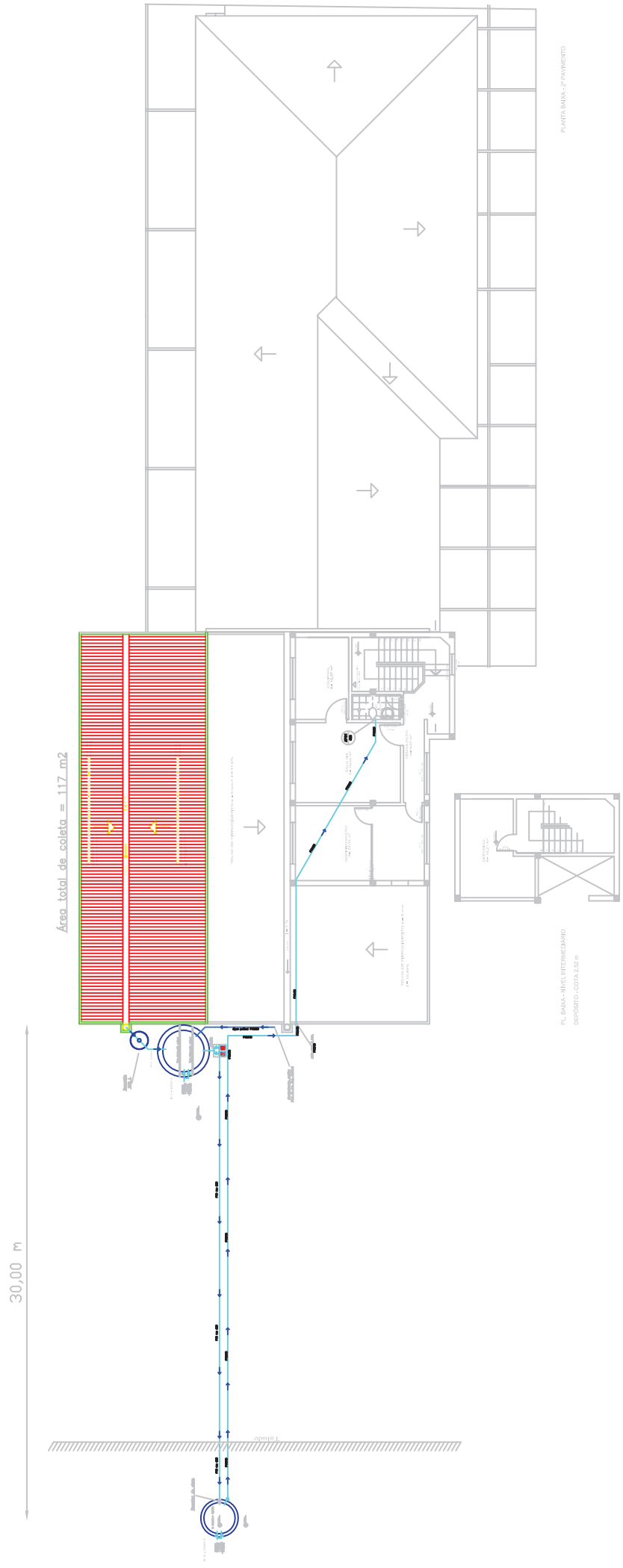
T = Número de meses de pouca chuva ou seca.

$$V = 0,042 \times 169 \text{ mm/h} \times 123,95\text{m}^2 \times 3$$

$$V = 2.639,40 \text{ litros}$$

$$V = 2,70 \text{ m}^3.$$

# DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PLUVIAL







### **Cálculo das contas (simulações) cobradas pelos comitês de bacia**

- do rio Santa Maria,
- do rio Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e da
- do rio Paraíba do Sul (CEIVAP - Comitê para Integração da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul).

#### **1 - Simulação da conta pela bacia do rio Santa Maria**

##### **Cenário A**

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = K_{\text{tu}} \times K_{\text{mc}} \times K_{\text{aut}} \times K_{\text{efi}} \times k_{\text{uso}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 1 \times 0,1 \times 0,8 \times 2,0$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = K_{\text{enq}} \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 1,67 \times 1 \times 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 0,27$$

$$I = \sum_{i=1}^N \text{Vol.Cap}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{cap}} + \sum_{i=1}^N \text{Vol.Con}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{con}} + \sum_{i=n}^N \text{Vol.Dil}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{dil}}$$

$$I = 27 \times 0,065 \times 0,27 + 27 \times 0,065 \times 0,27 + 0 \times 0,065 \times 0,27$$

$$I = \text{R\$ } 0,94$$

##### **Cenário B**

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = K_{\text{tu}} \times K_{\text{mc}} \times K_{\text{aut}} \times K_{\text{efi}} \times k_{\text{uso}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 1 \times 0,1 \times 0,8 \times 2,0$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = K_{\text{enq}} \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 1,67 \times 1 \times 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 0,27$$

$$I = \sum_{i=1}^N \text{Vol.Cap}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{cap}} + \sum_{i=1}^N \text{Vol.Con}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{con}} + \sum_{i=n}^N \text{Vol.Dil}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{dil}}$$



$$I = 16 \times 0,065 \times 0,27 + 16 \times 0,065 \times 0,27 + 0 \times 0,065 \times 0,27$$

$$I = \text{R\$ } 0,56$$

### Cenário C

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = K_{\text{tu}} \times K_{\text{mc}} \times K_{\text{aut}} \times K_{\text{efi}} \times k_{\text{uso}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 1 \times 0,1 \times 0,8 \times 2,0$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = K_{\text{enq}} \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 1,67 \times 1 \times 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 0,27$$

$$I = \sum_{i=1}^N \text{Vol.Cap}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{cap}} + \sum_{i=1}^N \text{Vol.Con}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{con}} + \sum_{i=n}^N \text{Vol.Dil}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{dil}}$$

$$I = 20 \times 0,065 \times 0,27 + 20 \times 0,065 \times 0,27 + 0 \times 0,065 \times 0,27$$

$$I = \text{R\$ } 0,70$$

### Cenário D

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = K_{\text{tu}} \times K_{\text{mc}} \times K_{\text{aut}} \times K_{\text{efi}} \times k_{\text{uso}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 1 \times 0,1 \times 0,8 \times 2,0$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = K_{\text{enq}} \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 1,67 \times 1 \times 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 0,27$$

$$I = \sum_{i=1}^N \text{Vol.Cap}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{cap}} + \sum_{i=1}^N \text{Vol.Con}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{con}} + \sum_{i=n}^N \text{Vol.Dil}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{dil}}$$

$$I = 8,5 \times 0,065 \times 0,27 + 8,5 \times 0,065 \times 0,27 + 0 \times 0,065 \times 0,27$$

$$I = \text{R\$ } 0,30$$

**Cenário E**

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = K_{\text{tu}} \times K_{\text{mc}} \times K_{\text{aut}} \times K_{\text{efi}} \times k_{\text{uso}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 1 \times 0,1 \times 0,8 \times 2,0$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = K_{\text{enq}} \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 1,67 \times 1 \times 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 0,27$$

$$I = \sum_{i=1}^N \text{Vol.Cap}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{cap}} + \sum_{i=1}^N \text{Vol.Con}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{con}} + \sum_{i=n}^N \text{Vol.Dil}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{dil}}$$

$$I = 6,3 \times 0,065 \times 0,27 + 6,3 \times 0,065 \times 0,27 + 0 \times 0,065 \times 0,27$$

$$I = \text{R\$ } 0,22$$

**Cenário F**

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = K_{\text{tu}} \times K_{\text{mc}} \times K_{\text{aut}} \times K_{\text{efi}} \times k_{\text{uso}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 1 \times 0,1 \times 0,8 \times 2,0$$

$$K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}} = 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = K_{\text{enq}} \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cob}_{\text{cap,con,dil}}}$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 1,67 \times 1 \times 0,16$$

$$K_{\text{cap,con,dil}} = 0,27$$

$$I = \sum_{i=1}^N \text{Vol.Cap}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{cap}} + \sum_{i=1}^N \text{Vol.Con}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{con}} + \sum_{i=n}^N \text{Vol.Dil}_i \times \text{PPU} \times K_{\text{dil}}$$

$$I = 6,3 \times 0,065 \times 0,27 + 6,3 \times 0,065 \times 0,27 + 0 \times 0,065 \times 0,27$$

$$I = \text{R\$ } 0,22$$

**2 - Simulação da conta pelo PCJ****Cenário A**

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = Q_{\text{cap med}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}} + (Q_{\text{cap out}} - Q_{\text{cap med}}) \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}}$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 27\text{m}^3 \times 0,7 \times \text{R\$ } 0,01/\text{m}^3 + (30\text{m}^3 - 27\text{m}^3) \times 1 \times 0,7 \times 0,01$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 0,19 + 0,021$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{R\$ } 0,21$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (Q_{\text{cap med}} - Q_{\text{lan med}}) \times \text{PUB}_{\text{con}}$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (27\text{m}^3 - 0\text{m}^3) \times 0,02$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = \text{R\$ } 0,54$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (\text{CO}_{\text{DBO}} \times K_{\text{lan classe}}) \times \text{PUB}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (0 \times 1) \times 0,1$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{con}} + \text{Valor}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,21 + \text{R\$ } 0,54 + \text{R\$ } 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,75$$

### **Cenário B**

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = Q_{\text{cap med}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}} + (Q_{\text{cap out}} - Q_{\text{cap med}}) \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}}$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 16\text{m}^3 \times 0,7 \times \text{R\$ } 0,01/\text{m}^3 + (20\text{m}^3 - 16\text{m}^3) \times 1 \times 0,7 \times 0,01$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 0,11 + 0,03$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{R\$ } 0,14$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (Q_{\text{cap med}} - Q_{\text{lan med}}) \times \text{PUB}_{\text{con}}$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (16\text{m}^3 - 0\text{m}^3) \times 0,02$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = \text{R\$ } 0,32$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (\text{CO}_{\text{DBO}} \times K_{\text{lan classe}}) \times \text{PUB}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (0 \times 1) \times 0,1$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{con}} + \text{Valor}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,14 + \text{R\$ } 0,32 + \text{R\$ } 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,46$$

### **Cenário C**

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = Q_{\text{cap med}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}} + (Q_{\text{cap out}} - Q_{\text{cap med}}) \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}}$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 20\text{m}^3 \times 0,7 \times \text{R\$ } 0,01/\text{m}^3 + (25\text{m}^3 - 20\text{m}^3) \times 1 \times 0,7 \times 0,01$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 0,14 + 0,04$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{R\$ } 0,18$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (Q_{\text{cap med}} - Q_{\text{lan med}}) \times \text{PUB}_{\text{con}}$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (20\text{m}^3 - 0\text{m}^3) \times 0,02$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = \text{R\$ } 0,40$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (\text{CO}_{\text{DBO}} \times K_{\text{lan classe}}) \times \text{PUB}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (0 \times 1) \times 0,1$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{con}} + \text{Valor}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,18 + \text{R\$ } 0,40 + \text{R\$ } 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,58$$

### **Cenário D**

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = Q_{\text{cap med}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}} + (Q_{\text{cap out}} - Q_{\text{cap med}}) \times K_{\text{out}} \times K_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}}$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 9\text{m}^3 \times 0,7 \times \text{R\$ } 0,01/\text{m}^3 + (15\text{m}^3 - 9\text{m}^3) \times 1 \times 0,7 \times 0,01$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 0,06 + 0,04$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{R\$ } 0,10$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (Q_{\text{cap med}} - Q_{\text{lan med}}) \times \text{PUB}_{\text{con}}$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (9\text{m}^3 - 0\text{m}^3) \times 0,02$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = \text{R\$ } 0,18$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (\text{CO}_{\text{DBO}} \times \text{K}_{\text{lan classe}}) \times \text{PUB}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (0 \times 1) \times 0,10$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{con}} + \text{Valor}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,10 + \text{R\$ } 0,18 + \text{R\$ } 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,28$$

### **Cenário E**

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{Q}_{\text{cap med}} \times \text{K}_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}} + (\text{Q}_{\text{cap out}} - \text{Q}_{\text{cap med}}) \times \text{K}_{\text{out}} \times \text{K}_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}}$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 6,5\text{m}^3 \times 0,7 \times \text{R\$ } 0,01/\text{m}^3 + (10\text{m}^3 - 6,5\text{m}^3) \times 1 \times 0,7 \times 0,01$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 0,05 + 0,03$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{R\$ } 0,08$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (\text{Q}_{\text{cap med}} - \text{Q}_{\text{lan med}}) \times \text{PUB}_{\text{con}}$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (6,5\text{m}^3 - 0\text{m}^3) \times 0,02$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = \text{R\$ } 0,13$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (\text{CO}_{\text{DBO}} \times \text{K}_{\text{lan classe}}) \times \text{PUB}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (0 \times 1) \times 0,1$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{con}} + \text{Valor}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,08 + \text{R\$ } 0,13 + \text{R\$ } 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,21$$

### **Cenário F**

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{Q}_{\text{cap med}} \times \text{K}_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}} + (\text{Q}_{\text{cap out}} - \text{Q}_{\text{cap med}}) \times \text{K}_{\text{out}} \times \text{K}_{\text{cap classe}} \times \text{PUB}_{\text{cap}}$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 6,5\text{m}^3 \times 0,7 \times \text{R\$ } 0,01/\text{m}^3 + (10\text{m}^3 - 6,5\text{m}^3) \times 1 \times 0,7 \times 0,01$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = 0,05 + 0,03$$

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = \text{R\$ } 0,08$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (Q_{\text{cap med}} - Q_{\text{lan med}}) \times \text{PUB}_{\text{con}}$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = (6,5\text{m}^3 - 0\text{m}^3) \times 0,02$$

$$\text{Valor}_{\text{con}} = \text{R\$ } 0,13$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (\text{CO}_{\text{DBO}} \times K_{\text{lan classe}}) \times \text{PUB}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = (0 \times 1) \times 0,1$$

$$\text{Valor}_{\text{lan}} = 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{con}} + \text{Valor}_{\text{lan}}$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,08 + \text{R\$ } 0,13 + \text{R\$ } 0$$

$$\text{Valor da conta} = \text{R\$ } 0,21$$

### 3 - Simulação da conta pelo modelo CEIVAP

#### Cenário A

$$C = Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times \text{PPU}$$

$$C = 27 \times 0,4 \times 0,02 + 27 \times 0,2 \times 0,02 + 27 \times (1 - 0,2) \times (1 - 0,9 \times 0,9) \times 0,02$$

$$C = 0,22 + 0,11 + 0,08$$

$$C = \text{R\$ } 0,41$$

#### Cenário B

$$C = Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times \text{PPU}$$

$$C = 16 \times 0,4 \times 0,02 + 16 \times 0,2 \times 0,02 + 16 \times (1 - 0,2) \times (1 - 0,9 \times 0,9) \times 0,02$$

$$C = 0,13 + 0,07 + 0,05$$

$$C = \text{R\$ } 0,25$$

#### Cenário C

$$C = Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times \text{PPU}$$

$$C = 20 \times 0,4 \times 0,02 + 20 \times 0,2 \times 0,02 + 20 \times (1 - 0,2) \times (1 - 0,9 \times 0,9) \times 0,02$$

$$C = 0,16 + 0,08 + 0,06$$

$$C = \text{R\$ } 0,30$$

#### **Cenário D**

$$C = Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times \text{PPU}$$

$$C = 9 \times 0,4 \times 0,02 + 9 \times 0,2 \times 0,02 + 9 \times (1 - 0,2) \times (1 - 0,9 \times 0,9) \times 0,02$$

$$C = 0,07 + 0,04 + 0,03$$

$$C = \text{R\$ } 0,14$$

#### **Cenário E**

$$C = Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times \text{PPU}$$

$$C = 6,5 \times 0,4 \times 0,02 + 6,5 \times 0,2 \times 0,02 + 6,5 \times (1 - 0,2) \times (1 - 0,9 \times 0,9) \times 0,02$$

$$C = 0,05 + 0,03 + 0,02$$

$$C = \text{R\$ } 0,10$$

#### **Cenário F**

$$C = Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times \text{PPU}$$

$$C = 6,5 \times 0,4 \times 0,02 + 6,5 \times 0,2 \times 0,02 + 6,5 \times (1 - 0,2) \times (1 - 0,9 \times 0,9) \times 0,02$$

$$C = 0,05 + 0,03 + 0,02$$

$$C = \text{R\$ } 0,10$$

### **Simulação da conta pela CORSAN**

#### **Cenário A**

$$Vc = Pb \times C^n$$

$$Vc = 3,38 \times 27^{1,0500}$$

$$Vc = R\$ 99,26$$

$$Vc = 107,60 + 50\%$$

$$Vc = R\$ 161,41$$

### **Cenário B**

$$Vc = Pb \times C^n$$

$$Vc = 3,38 \times 16^{1,000}$$

$$Vc = R\$ 54,08$$

$$Vc = 54,08 + 50\%$$

$$Vc = R\$ 81,12$$

### **Cenário C**

$$Vc = Pb \times C^n$$

$$Vc = 3,38 \times 20^{1,000}$$

$$Vc = R\$ 67,60$$

$$Vc = 67,60 + 50\%$$

$$Vc = R\$ 101,40$$

### **Cenário D**

$$Vc = Pb \times C^n$$

$$Vc = 3,38 \times 8,5^{1,000}$$

$$Vc = R\$ 28,73$$

$$Vc = 28,73 + 50\%$$

$$Vc = R\$ 43,10$$



**Cenário E**

$$V_c = P_b \times C^n$$

$$V_c = 3,38 \times 6,5^{1,000}$$

$$V_c = \text{R\$ } 21,97$$

$$V_c = 21,97 + 50\%$$

$$V_c = \text{R\$ } 32,96$$

**Cenário F**

$$V_c = P_b \times C^n$$

$$V_c = 3,38 \times 6,5^{1,000}$$

$$V_c = \text{R\$ } 21,97$$

$$V_c = 21,97 + 50\%$$

$$V_c = \text{R\$ } 32,96$$



### Projeto e orçamento para implantação dos cenários

<b>Cenário B</b>				
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Torneira com aerador	1	pç	R\$ 89,40	R\$ 89,40
Mictório				
Bac san caix acopl 6,8 L dup acio.	13	pç	R\$ 315,00	R\$ 4.095,00
Mão-de-obra				R\$ 500,00
Total materiais + mão-de-obra				R\$ 4.684,40
20 % Extras				R\$ 936,88
				R\$ 5.621,28

<b>Cenário C</b>				
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Torneira com aerador	1	pç	R\$ 89,40	R\$ 89,40
Mictório				
Bacia Caixa acoplada VDR	13	pç	R\$ 265,00	R\$ 3.445,00
Mão de obra				R\$ 500,00
Total materiais + mão-de-obra				R\$ 4.034,40
20 % Extras				R\$ 806,88
				R\$ 4.841,28

<b>Cenário D</b>				
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Reservatório 7.000 L	1	pç	R\$ 1.380,00	R\$ 1.380,00
Reservatório 2.000 L	1	pç	R\$ 450,00	R\$ 450,00
Tubo 25 mm af	28	barras	R\$ 10,15	R\$ 284,20
Tubo 32 mm af	1	barras	R\$ 22,80	R\$ 22,80
Tubo 40 mm af	7	barras	R\$ 35,43	R\$ 248,01
Tubo 100 mm esgoto	2	barras	R\$ 46,00	R\$ 92,00
Rg 25 mm gaveta	14	pç	R\$ 20,90	R\$ 292,60
Rg 32 mm gaveta	2	pç	R\$ 31,40	R\$ 62,80
Rg 40 mm gaveta	1	pç	R\$ 52,90	R\$ 52,90
Rg 100 mm gaveta	2	pç	R\$ 0,39	R\$ 0,78
Jelho 25 mm	32	pç	R\$ 0,93	R\$ 29,76
Joelho 32 mm	2	pç	R\$ 2,17	R\$ 4,34
Joelho 40 mm	6	pç	R\$ 3,72	R\$ 22,32

DESCRIÇÃO	QUANT.	UNIDADE	UNIT.	TOTAL
Joelho 100 mm	2	pç	R\$ 9,35	R\$ 18,70
Te 25 mm	10	pç	R\$ 0,55	R\$ 5,50
Te 32 mm	2	pç	R\$ 1,56	R\$ 3,12
Te 100 mm	2	pç	R\$ 7,02	R\$ 14,04
Junção 100mm	1	pç	R\$ 9,35	R\$ 9,35
Torneira com aerador	1	pç	R\$ 89,40	R\$ 89,40
Adaptador p reservatório 25 mm	1	pç	R\$ 5,30	R\$ 5,30
Adaptador p reservatório 32 mm	1	pç	R\$ 8,94	R\$ 8,94
Adaptador p reservatório 40 mm	1	pç	R\$ 10,60	R\$ 10,60
Tela retenção	9	m2	R\$ 5,00	R\$ 45,00
Válvula de retenção	1	pç	R\$ 65,63	R\$ 65,63
Bombona 100l descarte	1	pç	R\$ 70,00	R\$ 70,00
cola de tubo	10	tubo	R\$ 2,16	R\$ 21,60
Bóia elétrica	2	pç	R\$ 55,00	R\$ 110,00
Bomba 0,5 cv	2	pç	R\$ 450,00	R\$ 900,00
Dosador cloro	1	pç	R\$ 1.250,00	R\$ 1.250,00
Aço CA 50 3/8	8	barras	R\$ 30,23	R\$ 241,84
Aço 4,2 mm	10	barras	R\$ 5,90	R\$ 59,00
Aço 6,0 mm	4	barras	R\$ 11,96	R\$ 47,84
Tabua pinus 2,5x20 cm	8	pç	R\$ 18,00	R\$ 144,00
Tabua pinus 2,5x15 cm	6	pç	R\$ 10,00	R\$ 60,00
Ripa pinus 2,5x7 cm	10	pç	R\$ 6,00	R\$ 60,00
Prego	2	Kg	R\$ 7,00	R\$ 14,00
Arame cozido	2	Kg	R\$ 7,00	R\$ 14,00
Escora 5m	10	pç	R\$ 9,00	R\$ 90,00
Brita	4	m3	R\$ 37,00	R\$ 148,00
Areia	4	m3	R\$ 62,00	R\$ 248,00
Cimento	25	sacos	R\$ 22,00	R\$ 550,00
Total de materiais				R\$ 7.246,37
Mão-de-obra elétrica				R\$ 300,00
Mão-de-obra Hidráulica				R\$ 1.500,00
Mão-de-obra Const Civil				R\$ 2.200,00
Total materiais + mão-de-obra				R\$ 11.246,37
20 % Extras				R\$ 2.249,27
				R\$ 13.495,64

<b>Cenário E</b>				
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Reservatório 7.000 L	1	pç	R\$ 1.380,00	R\$ 1.380,00
Reservatório 2.000 L	1	pç	R\$ 450,00	R\$ 450,00
Tubo 25 mm af	28	barras	R\$ 10,15	R\$ 284,20
Tubo 32 mm af	1	barras	R\$ 22,80	R\$ 22,80
Tubo 40 mm af	7	barras	R\$ 35,43	R\$ 248,01
Tubo 100 mm esgoto	2	barras	R\$ 46,00	R\$ 92,00
Rg 25 mm gaveta	14	pç	R\$ 20,90	R\$ 292,60
Rg 32 mm gaveta	2	pç	R\$ 31,40	R\$ 62,80
Rg 40 mm gaveta	1	pç	R\$ 52,90	R\$ 52,90
Rg 100 mm gaveta	2	pç	R\$ 0,39	R\$ 0,78
Jelho 25 mm	32	pç	R\$ 0,93	R\$ 29,76
Joelho 32 mm	2	pç	R\$ 2,17	R\$ 4,34
Joelho 40 mm	6	pç	R\$ 3,72	R\$ 22,32
Joelho 100 mm	2	pç	R\$ 9,35	R\$ 18,70
Te 25 mm	10	pç	R\$ 0,55	R\$ 5,50
Te 32 mm	2	pç	R\$ 1,56	R\$ 3,12
Te 100 mm	2	pç	R\$ 7,02	R\$ 14,04
Junção 100mm	1	pç	R\$ 9,35	R\$ 9,35
Torneira com aerador	1	pç	R\$ 89,40	R\$ 89,40
Adaptador p reservatório 25 mm	1	pç	R\$ 5,30	R\$ 5,30
Adaptador p reservatório 32 mm	1	pç	R\$ 8,94	R\$ 8,94
Adaptador p reservatório 40 mm	1	pç	R\$ 10,60	R\$ 10,60
Tela retenção	9	m2	R\$ 5,00	R\$ 45,00
Bac san caix acopl 6,8 L dup acio.	13	pç	R\$ 315,00	R\$ 4.095,00
Mictório sem água	4	pç		
Válvula de retenção	1	pç	R\$ 65,63	R\$ 65,63
Bombona 100l descarte	1	pç	R\$ 70,00	R\$ 70,00
cola de tubo	10	tubo	R\$ 2,16	R\$ 21,60
Bóia elétrica	2	pç	R\$ 55,00	R\$ 110,00
Bomba 0,5 cv	2	pç	R\$ 450,00	R\$ 900,00
Dosador cloro	1	pç	R\$ 1.250,00	R\$ 1.250,00
Aço CA 50 3/8	8	barras	R\$ 30,23	R\$ 241,84
Aço 4,2 mm	10	barras	R\$ 5,90	R\$ 59,00
Aço 6,0 mm	4	barras	R\$ 11,96	R\$ 47,84
Tabua pinus 2,5x20 cm	8	pç	R\$ 18,00	R\$ 144,00
Tabua pinus 2,5x15 cm	6	pç	R\$ 10,00	R\$ 60,00
Ripa pinus 2,5x7 cm	10	pç	R\$ 6,00	R\$ 60,00
Prego	2	Kg	R\$ 7,00	R\$ 14,00
Arame cozido	2	Kg	R\$ 7,00	R\$ 14,00

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Escora 5m	10	pç	R\$ 9,00	R\$ 90,00
Brita	4	m3	R\$ 37,00	R\$ 148,00
Areia	4	m3	R\$ 62,00	R\$ 248,00
Cimento	25	sacos	R\$ 22,00	R\$ 550,00
Total de materiais				R\$ 11.341,37
Mão-de-obra elétrica				R\$ 300,00
Mão-de-obra Hidráulica				R\$ 1.500,00
Mão-de-obra instal bacias sanit				R\$ 500,00
Mão-de-obra Const Civil				R\$ 2.200,00
Total materiais + mão-de-obra				R\$ 15.841,37
20 % Extras				R\$ 3.168,27
				R\$ 19.009,64

<b>Cenário F</b>				
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Reservatório 7.000 L	1	pç	R\$ 1.380,00	R\$ 1.380,00
Reservatório 2.000 L	1	pç	R\$ 450,00	R\$ 450,00
Tubo 25 mm af	28	barras	R\$ 10,15	R\$ 284,20
Tubo 32 mm af	1	barras	R\$ 22,80	R\$ 22,80
Tubo 40 mm af	7	barras	R\$ 35,43	R\$ 248,01
Tubo 100 mm esgoto	2	barras	R\$ 46,00	R\$ 92,00
Rg 25 mm gaveta	14	pç	R\$ 20,90	R\$ 292,60
Rg 32 mm gaveta	2	pç	R\$ 31,40	R\$ 62,80
Rg 40 mm gaveta	1	pç	R\$ 52,90	R\$ 52,90
Rg 100 mm gaveta	2	pç	R\$ 0,39	R\$ 0,78
Jelho 25 mm	32	pç	R\$ 0,93	R\$ 29,76
Joelho 32 mm	2	pç	R\$ 2,17	R\$ 4,34
Joelho 40 mm	6	pç	R\$ 3,72	R\$ 22,32
Joelho 100 mm	2	pç	R\$ 9,35	R\$ 18,70
Te 25 mm	10	pç	R\$ 0,55	R\$ 5,50
Te 32 mm	2	pç	R\$ 1,56	R\$ 3,12
Te 100 mm	2	pç	R\$ 7,02	R\$ 14,04
Junção 100mm	1	pç	R\$ 9,35	R\$ 9,35
Torneira com aerador	1	pç	R\$ 89,40	R\$ 89,40
Adaptador p reservatório 25 mm	1	pç	R\$ 5,30	R\$ 5,30
Adaptador p reservatório 32 mm	1	pç	R\$ 8,94	R\$ 8,94
Adaptador p reservatório 40 mm	1	pç	R\$ 10,60	R\$ 10,60
Tela retenção	9	m2	R\$ 5,00	R\$ 45,00
Bacia Caixa acoplada VDR	13	pç	R\$ 265,00	R\$ 3.445,00

DESCRIÇÃO	QUANT.	UNIDADE	UNIT.	TOTAL
Mictório sem água	4	pç		
Válvula de retenção	1	pç	R\$ 65,63	R\$ 65,63
Bombona 100l descarte	1	pç	R\$ 70,00	R\$ 70,00
cola de tubo	10	tubo	R\$ 2,16	R\$ 21,60
Bóia elétrica	2	pç	R\$ 55,00	R\$ 110,00
Bomba 0,5 cv	2	pç	R\$ 450,00	R\$ 900,00
Dosador cloro	1	pç	R\$ 1.250,00	R\$ 1.250,00
Aço CA 50 3/8	8	barras	R\$ 30,23	R\$ 241,84
Aço 4,2 mm	10	barras	R\$ 5,90	R\$ 59,00
Aço 6,0 mm	4	barras	R\$ 11,96	R\$ 47,84
Tabua pinus 2,5x20 cm	8	pç	R\$ 18,00	R\$ 144,00
Tabua pinus 2,5x15 cm	6	pç	R\$ 10,00	R\$ 60,00
Ripa pinus 2,5x7 cm	10	pç	R\$ 6,00	R\$ 60,00
Prego	2	Kg	R\$ 7,00	R\$ 14,00
Arame cozido	2	Kg	R\$ 7,00	R\$ 14,00
Escora 5m	10	pç	R\$ 9,00	R\$ 90,00
Brita	4	m3	R\$ 37,00	R\$ 148,00
Areia	4	m3	R\$ 62,00	R\$ 248,00
Cimento	25	sacos	R\$ 22,00	R\$ 550,00
Total de materiais				R\$ 10.691,37
Mão-de-obra elétrica				R\$ 300,00
Mão-de-obra Hidráulica				R\$ 1.500,00
Mão-de-obra instalação bacias sanitárias				R\$ 500,00
Mão-de-obra Const Civil				R\$ 2.200,00
Total materiais + mão-de-obra				R\$ 15.191,37
20 % Extras				R\$ 3.038,27
				R\$ 18.229,64