

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Carla Frisso

Cenários de consumo e uso eficiente de água no Aeroporto
Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos

Trabalho de Graduação
2009

Civil

Carla Frisso

**Cenários de consumo e uso eficiente de água no Aeroporto
Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos**

Orientador

Prof. Dr. Wilson Cabral de Sousa Júnior (ITA)

Divisão de Engenharia Civil

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2009

i

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**Divisão de Informação e Documentação**

Frisso, Carla

Cenários de consumo e uso eficiente de água no Aeroporto Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos / Carla Frisso

São José dos Campos, 2009.

Número de folhas: 87f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009.
Orientador: Prof. Dr. Wilson Cabral de Sousa Júnior

1. Consumo de água. 2. Aeroportos. 3. Sistemas de distribuição de água. I. Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia Civil. II. Cenários de consumo e uso eficiente de água no Aeroporto Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FRISSE, Carla. **Cenários de consumo e uso eficiente de água no Aeroporto Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos. 2009. 87f.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Carla Frisso

TÍTULO DO TRABALHO: Cenários de consumo e uso eficiente de água no Aeroporto Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2009

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Carla Frisso

Rua Ernesto Nazaré, 236, Aribiri

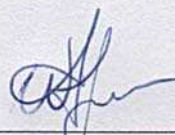
29.120-350 – Vila Velha - ES

**CENÁRIOS DE CONSUMO E USO EFICIENTE DE ÁGUA NO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – AISP, EM GUARULHOS**

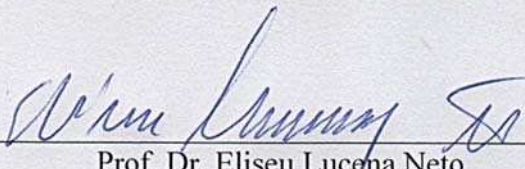
Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



Carla Frisso
Autora



Prof. Dr. Wilson Cabral de Sousa Júnior (ITA)
Orientador



Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto
Coordenador do Curso – Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 23 de novembro de 2009

Agradecimentos

Esses agradecimentos se referem não somente a este Trabalho de Graduação, mas também e principalmente ao que o trabalho representa: a conclusão de 5 anos de curso no ITA. Essas palavras são singela tentativa de expressar toda minha gratidão.

A Deus, pelas graças, bênçãos e dons recebidos.

Aos meus pais, que nunca mediram esforços para prover educação de alto nível aos seus filhos. Pelos valores passados, pela sabedoria e pelo amor incondicional.

Ao meu irmão, por ter compartilhado momentos importantes ao longo do curso e por ter me aturado algumas vezes em Campinas.

Ao meu namorado, pelas alegrias compartilhadas, pela paciência e por não desistir nunca!

À família Cardoso de Mello, pelo incentivo antes mesmo de ter decidido prestar o Vestibular e pela torcida.

Aos meus primos Rafael e Fernando, por terem me apoiado em São José dos Campos como uma irmã.

Aos meus amigos do ITA, por tantos momentos importantes e memoráveis compartilhados: festas, alegrias, lágrimas, estudos, viagens, desesperos, aprendizados...

Aos amigos de Vitória e Vila Velha, pela torcida e energia apesar da distância.

À AIESEC e aos amigos que lá fiz, pela oportunidade de tornar o mundo pequeno.

Ao DL e aos amigos envolvidos, por me lembrarem de minha força interior.

Aos professores e ao grupo de estudos do Colégio Nacional (Vitória-ES), que incentivaram e contribuíram para a entrada no ITA.

Ao Orientador Prof. Dr. Wilson Cabral de Sousa Júnior, que de fato desempenhou o papel de guiar o bom desenvolvimento deste Trabalho, levantando questionamentos e sugerindo materiais sobre o tema.

Àqueles professores do ITA que acreditam nos alunos e se dedicam a desenvolvê-los.

*“Quando morremos, nada pode ser levado conosco, com a exceção das sementes
lançadas por nosso trabalho e do nosso conhecimento”*

Dalai Lama

Resumo

A desordenada exploração atual de recursos naturais é um processo que carece de alterações, em prol da sustentabilidade. A água é um dos recursos naturais cujo uso eficiente é mais exigido para a conservação dos estoques para gerações futuras.

Especificamente no Brasil, é importante destacar a existência de uma abundante concentração hídrica no Norte brasileiro embora sua população seja relativamente pequena, enquanto grande parte da população brasileira vive em regiões críticas quanto aos recursos hídricos. Ainda, a região Sudeste, cuja população é a maior, possui problemas de poluição de mananciais devido a industrialização e a urbanização de grandes centros.

Considerando esse contexto, este trabalho está inserido no projeto HIDROAER, uma iniciativa de uso eficiente da água a partir de novas tecnologias para a gestão e o reúso aplicadas a uma planta aeroportuária, no caso o aeroporto Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos.

O diagnóstico de consumo dos recursos hídricos do AISP, a partir de dados obtidos com as tecnologias de medição desenvolvidas e instaladas no aeroporto pelo projeto HIDROAER, revelou resultados interessantes como suporte ao uso eficiente de água.

Primeiramente, o trabalho aponta um provável super dimensionamento do número de válvulas de descarga no sanitário masculino (atualmente, há 4 bacias neste sanitário) e necessidade de maior quantidade de bacias no sanitário feminino.

Quanto ao consumo de água em si, embora o aeroporto já possua algumas tecnologias economizadoras de água instaladas, é possível reduzir consideravelmente o consumo de água com algumas medidas.

A simples regulação de equipamentos nos sanitários da Asa D do AISP provocou economia de 22% no consumo, equivalente a 224.075 L, considerando-se um mês de análise.

Os cenários de uso de água propostos mostram com clareza a grandeza do impacto da adoção de duas medidas - a implementação de programas de manutenção e a troca das válvulas convencionais pelas de duplo acionamento. De acordo com a comparação entre o consumo total do aeroporto nos cenários 1 (inicial) e 2 (cujas intervenções foram descritas acima), poderia ser possível a redução de 21% do consumo de água, correspondente a 306.059 m³.

Palavras-chave: Consumo de água; Aeroportos; Sistemas de distribuição de água; Recursos hídricos; Estudo de casos; Desenvolvimento sustentável; Engenharia sanitária; Transportes.

Abstract

The current uncontrolled exploitation of natural resources is a process that requires changing for the sake of sustainability. Water is a natural resource whose efficient use is primordial for stocks conservation to future generations.

Specifically in Brazil, it is important to highlight an abundant water concentration in the north region, where population is relatively small, while a large amount of Brazilian population lives in critical areas regarding water resources. Moreover, the Southeast region, whose population is larger, faces problems of water sources pollution due to industrialization and urbanization.

Considering this context, the work is part of HIDROAER project, an initiative for efficient water use, via new technologies for water management and reuse applied to an airport plant, the São Paulo International Airport- SPIA, in Guarulhos.

The water consumption diagnosis in SPIA, as of data obtained from measurement technologies developed and installed at the airport by HIDROAER project, revealed interesting results to support the efficient use of water.

Firstly, this work illustrates a potential super sized number of toilets in male restroom (where, currently, there are 4 toilets) and a call for larger amount of toilets in women's restroom.

Concerning water consumption itself, although the airport already utilizes some water-saving technologies, it can be considerably reduced with a few actions.

A simple regulation of equipments in SPIA's Wing D restrooms caused economy of 22% in water consumption, equivalent to 224,075 L, considering a month of analysis.

The proposed water use scenarios clearly show the impact of two measures - the implementation of maintenance programs and the replacement of conventional valves with double flush valves. According to the comparison of the airport total water consumption in scenario 1 (initial) and 2 (those actions described above), a reduction of 21% in water consumption, corresponding to 306.059 m³, could be possible.

Keywords: Water consumption, Airports, Water distribution system, Water Resources, Case studies, Sustainable development, Wastewater Engineering; Transport.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivo	3
1.2	Uso racional da água.....	3
2	METODOLOGIA: Plano de monitoramento do consumo no AISP	9
2.1	Localização dos medidores	9
2.2	Sistemas de monitoramento	13
2.3	Plano de intervenções na rede hidráulica.....	14
2.4	Tecnologias a serem testadas no AISP	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1	Consumo estimado de água no AISP	20
3.2	Uso dos sanitários	23
3.3	Dimensionamento dos sanitários	24
3.4	Consumo de água para uso sanitário no AISP	28
3.4.1	Hidrômetro H2: mictórios do sanitário masculino	29
3.4.2	Hidrômetro H3: lavatórios do sanitário masculino.....	31
3.4.3	Hidrômetro H4: lavatório do sanitário masculino	33
3.4.4	Hidrômetro H5: torneira do sanitário masculino	33
3.4.5	Hidrômetro H7: válvulas do sanitário masculino	34
3.4.6	Hidrômetro H9: lavatórios do sanitário feminino.....	36
3.4.7	Hidrômetro H10: lavatório do sanitário feminino	38
3.4.8	Hidrômetro H11: torneira do sanitário feminino	39
3.4.9	Hidrômetro H12: válvulas do sanitário feminino	39
3.4.10	Resultados gerais	41
3.5	Cenários de uso da água.....	45
3.5.1	Cenário 1: aparelhos da Fase 0 sem manutenção	45
3.5.2	Cenário 2: aparelhos da Fase 0, com manutenção e substituição das válvulas pelas de duplo acionamento.....	46
4	CONCLUSÕES	49
5	REFERÊNCIAS	52
6	Apêndice 1 – Tabelas de consumo de água por hidrômetro.....	55
7	Apêndice 2 – Tabelas de consumo de água por acionamento do equipamento	62
8	Anexo 1 – Fichas técnicas dos equipamentos testados nos sanitários do AISP.....	66
9	Anexo 2 – Planta-Piloto do Projeto de Monitoramento Plano de Substituição de Equipamentos.	72

Índice de Figuras

Figura 1 - Programa de Conservação de água em edificações já existentes.....	7
Figura 2 - Mapa de localização dos medidores no sanitário masculino no. 93 do AISP	11
Figura 3 – Mapa de localização dos medidores no sanitário feminino no. 93 do AISP.....	12
Figura 4 - Topologia da rede de monitoramento desenvolvida para o Projeto HIDROAER...	14
Figura 6 - Torneira de acionamento eletrônico com sensor	17
Figura 7 - Válvula de acionamento eletrônico para mictórios.....	17
Figura 8 - Válvula de descarga de duplo acionamento.....	18
Figura 9 - Captação total dos poços de água do AISP entre 2000 e 2008 (m³).....	21
Figura 10 - Captação total dos poços de água do AISP por passageiro entre 2000 e 2009 (m³)	21
Figura 11 - Composição percentual de uso dos sanitários da Asa D por sexo – Agosto de 2009.	24
Figura 12 – Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Mictórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09).....	29
Figura 13 – Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Mictórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 1(04/09/09 a 21/09/09).....	30
Figura 14 – Comparação entre consumo de água (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Mictórios do Sanitário Masculino da Asa D	30
Figura 15 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Lavatórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09).....	31
Figura 16 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Lavatórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 08/09/09).....	32
Figura 17 - Comparação entre consumo (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Lavatórios do Sanitário Masculino da Asa D.....	32
Figura 18 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Válvulas do sanitário Masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09).....	34
Figura 19 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Válvulas do sanitário Masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 08/09/09 e 01/10/09 a 13/10/09).....	35
Figura 20 - Comparação entre consumo (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Válvulas do Sanitário Masculino da Asa D.....	35
Figura 21 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H9 – Lavatórios do sanitário Feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	37
Figura 22- Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H9 – Lavatórios do sanitário Feminino da Asa D - Fase 1 (09/09/09 a 21/09/09)	37
Figura 23 - Consumo (L) por acionamento - Fase 0, Fase 1 e teórico– Lavatórios do Sanitário Feminino da Asa D	38
Figura 24 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro 12 – Válvulas do sanitário Feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 29/08/09)	39
Figura 25 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H12 – Válvulas do sanitário Feminino da Asa D - Fase 1 (09/09/09 a 03/10/09, exceto 30/09/09)....	40
Figura 26 - Comparação entre consumo (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Válvulas do Sanitário Feminino da Asa D	40
Figura 27 – Contribuição percentual dos equipamentos no consumo de água – Sanitário Masculino da Asa D	42
Figura 28 – Contribuição percentual dos equipamentos no consumo de água – Sanitário Feminino da Asa D	42
Figura 29 –Comparação entre consumo total (L) por usuário/a da Fase 0 e da Fase 1.....	45

Figura 30 – Consumo total de água no AISP (m ³) – Cenário 1 e Cenário 2	48
Figura 31 - Ficha técnica da válvula de mictório eletrônica – DOCOL.....	66
Figura 32 - Curva de Vazão Máxima x Pressão Estática - Válvula de mictório eletrônica – DOCOL	67
Figura 33 - Ficha técnica do lavatório com acionamento eletrônico – DOCOL.....	67
Figura 34 - - Curva de Vazão Máxima x Pressão Estática - Válvula de mictório eletrônica – DOCOL	68
Figura 35 - Ficha técnica do RRV - DOCOL.....	69
Figura 36 - Ficha técnica da válvula convencional de descarga.....	70
Figura 37 - Curva de Volume x Pressão Estática - Válvula de duplo acionamento <i>Salvágua</i> - DOCOL	71

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica e distribuição da população brasileira por regiões.....	2
Tabela 2 – Municípios brasileiros com legislação específica para uso racional de água.....	4
Tabela 3 - Siglas dos mapas de instalação de medidores nos sanitários no. 93	10
Tabela 4 - Hidrômetros e equipamentos monitorados.....	13
Tabela 5 - Plano de intervenções nos sanitários no. 93 do AISP	15
Tabela 6 - Previsão de redução de consumo dos equipamentos economizadores de água	19
Tabela 7 – Captação total de água dos poços do AISP e captação por passageiro entre os anos 2000 e 2009	20
Tabela 8 - Estratificação do consumo de água por setor - AISP - setembro de 2009	22
Tabela 9 - Utilização do sanitário feminino e masculino da Asa D – Agosto de 2009.....	23
Tabela 10 – Dados na hora-pico, durante a Fase 0 (12/08/09 e 30/08/09) – Sanitário Masculino da Asa D	25
Tabela 11 - Dados na hora-pico, durante a Fase 0 (12/08/09 e 30/08/09) – Sanitário Feminino da Asa D	26
Tabela 12 – Número de acionamentos médio e adotado (com confiança de 90%, assumindo distribuição de Poisson) por equipamento na hora-pico – Sanitário Masculino e Feminino da Asa D.....	27
Tabela 13 – Intervalo médio, em minutos, entre acionamentos na hora-pico - Sanitário Masculino e Feminino da Asa D – 12/08/09 a 30/08/09	27
Tabela 14 – Número de acionamentos dos equipamentos nos sanitários masculino e feminino da Asa D, 12/08/09 a 14/08/09 e 21/08/09 a 30/08/09	28
Tabela 15 - Consumo total de água (L) em cada equipamento por usuário e economia gerada– Fase 0 (08/08/09 a 22/08/09) e Fase 1 (04/08/09 a 08/08/09).....	44
Tabela 16 - Uso das bacias sanitárias em 2025	47
Tabela 17 – Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	55
Tabela 18 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	55
Tabela 19 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	56
Tabela 20 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	56
Tabela 21 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H4 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	56
Tabela 22 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H5 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	57
Tabela 23 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H5 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	57
Tabela 24 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	58
Tabela 25 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Fase 1	58
Tabela 26 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H9 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	59
Tabela 27 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H9 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	59
Tabela 28 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H10 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	60
Tabela 29 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H11 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	60
Tabela 30 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H11 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	60

Tabela 31 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H12 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	61
Tabela 32 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H12 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	61
Tabela 33 - Consumo por acionamento nos mictórios (M-H2.1, M-H2.2, M-H2.3, M-H2.4, M-H2.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	62
Tabela 34 - Consumo por acionamento nos mictórios (M-H2.1, M-H2.2, M-H2.3, M-H2.4, M-H2.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	62
Tabela 35 - Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H3.1, L-H3.2, L-H3.3, L-H3.4, L-H3.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	63
Tabela 36 - Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H3.1, L-H3.2, L-H3.3, L-H3.4, L-H3.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)	63
Tabela 37 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H7.1, V-H7.2, V-H7.3, V-H7.4, V-H7.5, V-H7.6, V-H7.7, V-H7.8) do sanitário masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09).....	63
Tabela 38 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H7.1, V-H7.2, V-H7.3, V-H7.4, V-H7.5, V-H7.6, V-H7.7, V-H7.8) do sanitário masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09).....	64
Tabela 39 - Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H9.1, L-H9.2, L-H9.3, L-H9.4, L-H9.5) do sanitário feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)	64
Tabela 40- Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H9.1, L-H9.2, L-H9.3, L-H9.4, L-H9.5) do sanitário feminino da Asa D - Fase 1(04/09/09 a 21/09/09)	64
Tabela 41 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H12.1, V-H12.2, V-H12.3, V-H12.4, V-H12.5, V-H12.6, V-H12.7, V-H12.8) do sanitário feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09).....	65
Tabela 42 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H12.1, V-H12.2, V-H12.3, V-H12.4, V-H12.5, V-H12.6, V-H12.7, V-H12.8) do sanitário feminino da Asa D - Fase 1 (09/09/09 a 20/09/09).....	65

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

AISP: Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos

Pax: Passageiro

TPS: Terminal de Passageiros

DAESP: Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo

INFRAERO: Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária

SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

A problemática da água – tanto sua escassez quanto sua qualidade – atualmente é um fator de alerta e de preocupação mundial, como é de conhecimento geral. Gerações futuras podem se encontrar em uma situação de sério risco se esse recurso essencial à vida não for tratado com responsabilidade no momento em escala global.

Apesar de o planeta ser coberto por dois terços de água, apenas uma pequena parte pode ser facilmente aproveitada para uso humano, sem passar pelo processo de dessalinização pois 96% encontra-se nos oceanos, de acordo com Berner (1987) citado por Costa e Júnior (2005). Ainda, afirma-se que, da fração que encontrada nos continentes, 75% está sob a forma de gelo, nas calotas polares; 25%, nas águas subterrâneas, rios e lagos; e 0,001%, sob a forma de vapor na atmosfera. Portanto, apenas 1% da água mundial pode ser considerada aproveitável. Uma parte dessas fontes, entretanto, já se encontra poluída e sem condições de uso antes de passarem por tratamento adequado.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2007), 2,6 bilhões de pessoas - metade da população dos países em desenvolvimento - sofrem com algum tipo de falta de água. Além disso, a organização alerta que esse número pode dobrar até 2025, quando dois terços da população mundial podem sofrer com problemas ligados à escassez de água limpa. Esse quadro não é causado somente pela falta de disponibilidade da água, mas também por políticas que não privilegiam o tratamento e o manejo adequados para garantir água limpa aos cidadãos.

Especificamente no Brasil, haja vista a quantidade de água disponível no país, a generalizada despreocupação e descaso com os recursos hídricos podem trazer sérios problemas em termos quantitativos e qualitativos nos próximos anos. Nesse contexto, é importante destacar a existência de uma abundante concentração hídrica no Norte brasileiro embora sua população seja relativamente pequena, enquanto grande parte da população brasileira vive em regiões críticas quanto aos recursos hídricos. Ainda, a região Sudeste, cuja população é a maior, possui problemas de poluição de mananciais devido a industrialização e a urbanização de grandes centros.

A Tabela 1 compara a disponibilidade hídrica com a porcentagem da população de cada região brasileira, o que confirma a discrepância entre oferta e demanda entre as regiões.

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica e distribuição da população brasileira por regiões

Região do Brasil	Vazão (km ³ /ano)	Porcentagem (%)	População (%)
Norte	3.845,5	68,5	7
Nordeste	186,2	3,3	29
Sudeste	334,2	6,0	43
Sul	365,4	6,5	6
Centro-Oeste	878,7	15,7	15
Total	5.610,0	100,0	100

Fontes: Adaptada de Tomaz (2003) e Santos (2007).

Portanto, tendo em vista o quadro atual, urge cada vez mais a aplicação do conceito de sustentabilidade na gestão dos recursos hídricos. De acordo com a Comissão de Brundtland (Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento) realizada em 1987, se entende por desenvolvimento sustentável “aquele desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”, tendo como base o tripé “viabilidade econômica, respeito ao meio ambiente e bem-estar da sociedade”.

Nesse sentido, assim como mencionado em Sautchuk et al (2005), é necessário atuar tanto no lado de expansão da oferta - com utilização de reúso de água ou aproveitamento de água de chuva, por exemplo - quanto na gestão da demanda - desenvolvimento de soluções e tecnologias para o uso racional da água, além do controle de perdas e desperdício.

Segundo os mesmos autores citados, os principais motivadores para a implementação de um Programa de Conservação de Água são:

- Economia gerada pela redução do consumo de água;
- Economia criada pela redução dos efluentes gerados;
- Conseqüente economia de outros insumos como energia e produtos químicos;
- Redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e equipamentos da edificação;
- Aumento da disponibilidade de água (proporcionando, no caso das indústrias, por exemplo, aumento de produção sem incremento de custos de captação e tratamento);
- Agregação de valor ao “produto”;
- Redução do efeito da cobrança pelo uso da água;
- Melhoria da visão da organização na sociedade – responsabilidade social.

O consumo de água em aeroportos de grande movimento contribui com uma significativa parcela para o consumo da região em que se localizam. De acordo com Souza et al (2008), o AISP funciona como uma cidade de médio porte em termos de consumo de água e de energia e atendeu cerca de 20 milhões de passageiros em 2008, segundo relatórios de movimento nos aeroportos disponibilizados no website da INFRAERO. Como a gestão de água, no contexto do uso eficiente, é assunto emergente no AISP, os resultados do projeto podem ser de grande importância para a gestão aeroportuária no país.

1.1 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho foi gerar um diagnóstico de gestão dos recursos hídricos do AISP, a partir de dados de consumo de água e de acionamentos dos equipamentos, obtidos com as tecnologias de medição desenvolvidas pelo projeto HIDROAER e instaladas no aeroporto.

A partir das análises dos dados e das informações coletadas, foram gerados cenários de uso eficiente da água e foi discutido o dimensionamento de sistemas prediais para a situação em estudo, apresentando possíveis orientações de aprimoramento para projetos futuros. O estudo envolveu, ainda, uma avaliação das tecnologias de uso eficiente empregadas no AISP e testadas no âmbito do projeto HIDROAER, uma iniciativa de uso eficiente da água a partir de novas tecnologias para a gestão e o reúso, aplicadas a uma planta aeroportuária, no caso o AISP.

1.2 Uso racional da água

No Brasil, já se nota uma movimentação para a adoção de medidas para uso racional de água em diversas partes do país. A abrangência ainda está longe de ser a ideal, entretanto as iniciativas precursoras em andamento servem de modelo, exemplo e incentivo para outras prefeituras / organizações / empresas adotarem medidas similares.

Atualmente, apenas 14 municípios brasileiros possuem legislação específica para o uso racional da água em obras públicas e/ou privadas. A Tabela 2 mostra esses municípios e o respectivo ano de criação da lei.

Tabela 2 – Municípios brasileiros com legislação específica para uso racional de água

Município	Ano de criação da lei
Florianópolis - SC	1974
Joinville - SC	1997
Campo Grande - MS	1999
Aracajú - SE	2000
Distrito Federal	2000
Blumenau - SC	2002
Indaiatuba - SP	2002
Curitiba - PR	2003
Maringá - PR	2003
São Paulo - SP	2005
Campinas - SP	2006
Taubaté - SP	2006
Porto Alegre - RS	2008
Guarulhos - SP	2009

Fonte: Adaptado de Doubrawa (2009) e Guarulhos, lei n. 6.511 (2009)

Em Guarulhos, município sede do AISP, a lei n. 6.511 instituiu o Programa Municipal de Uso Racional da Água Potável, em junho de 2009. A lei se aplica somente às novas edificações na cidade, sem apontar adequações para as edificações já existentes. Entre outros, o Programa Municipal apresenta e normaliza soluções técnicas a serem aplicadas em novas edificações com área de cobertura ou telhado igual ou superior a 250m², como instalação de reservatórios destinados à captação de águas de chuva e/ou drenagem e uso de dispositivos economizadores de água.

Marinho (2007) cita algumas das principais experiências brasileiras para a conservação da água:

- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNDCA
- Programa de Uso Racional da Água (PURA – SABESP)
- Programa de conservação de água da UNICAMP (Pró-Água UNICAMP)
- Programa de Uso Racional de Água da UFBA (ÁGUA PURA UFBA)
- PROAGUA/ Semi-árido
- PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico)

Em relação ao manejo de água especificamente em aeroportos, a INFRAERO e a Agência Nacional de Águas (ANA) firmaram, em 2004, o Protocolo de Intenções para a implementação de uma série projetos relacionados à conservação e ao uso racional de água e à

gestão de recursos hídricos nos aeroportos administrados pela empresa. Os projetos escolhidos foram desenvolvidos e serão executados por Universidades, Instituições de Ensino e Pesquisa, Instituições de Pesquisa e Institutos Tecnológicos. Os aeroportos contemplados pelo programa serão o Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em Confins; o Aeroporto Internacional Afonso Pena, em Curitiba; o Aeroporto Internacional de Guarulhos (dentro do qual este Trabalho de Graduação se insere); o Aeroporto de Congonhas; o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão; o Aeroporto Internacional de Belém, e o Aeroporto Internacional de Salvador.

Em grandes aeroportos, haja vista o elevado consumo de água, as autoridades responsáveis estão cada vez mais atentas a gestão dos recursos hídricos nestes locais, como pode ser visto nos projetos a seguir.

De acordo com *press release* do Aeroporto de Sidney (2009), foram utilizados 2.830.000 L de água por dia em 2008 (aproximadamente 31 L por passageiro), o que colocava o aeroporto como o maior consumidor de água do estado australiano *New South Wales*. Esse fato pressionou a adoção de inúmeras medidas para uso mais eficiente do recurso, como:

- Detecção de vazamentos na rede hidráulica;
- Instalação de mecanismos economizadores de água;
- Instalação de moderno sistema de monitoramento instantâneo da demanda de água;
- Tratamento de água de chuva destinada aos rios e baías ao redor, com o objetivo de remover poluentes, sedimentos, óleos e graxa.

Segundo mesmo documento, as medidas, iniciadas em janeiro de 2009, geraram economia de 80 milhões de litros de água potável em seis meses.

Também na Austrália, o aeroporto de Brisbane é exemplo de sustentabilidade e responsabilidade ambiental. Em relação aos recursos hídricos, as intervenções feitas desde 2004 fizeram que em 2008 o consumo de água reduzisse em 82%, de acordo com o Aeroporto de Brisbane (2008). As principais medidas adotadas foram o monitoramento de vazamentos, tanques de água de chuva, mecanismos economizadores de água e rede de reciclagem de água.

Além desses, são citados como exemplos quanto ao uso eficiente de água:

- Aeroporto Internacional de Bruxelas, na Bélgica. Fonte: Aeroporto de Bruxelas.
- Aeroporto Internacional de Dresden, na Alemanha. Fonte: Aeroporto de Dresden

- Aeroporto Internacional de Recife, no Brasil. Fonte: Santos (2007)
- Aeroporto Internacional de Atlanta (Hartsfield-Jackson), nos Estados Unidos. Fonte: Aeroporto de Atlanta (2008)
- Aeroporto Internacional de Canberra, na Austrália. Fonte: Aeroporto de Adelaide (2008)

O detalhamento do consumo de água em aeroportos não é facilmente disponível na literatura nem na administração desses estabelecimentos, mas algumas informações a esse respeito foram encontradas.

Costa et al (2005) afirmam que a utilização da água no Aeroporto Internacional de Brasília pode ser dividida em 12% para banheiros, pequenas copas para funcionários e comércio geral para atendimento principal do público, 8% para sistemas de ar condicionado, 50% para irrigação e 30% para outros processos operacionais, como lavagens de pistas, etc. De acordo com o Aeroporto de Sidney (2009), 56% da água é utilizada para instalações sanitárias nos terminais doméstico e internacional, além de outros setores do aeroporto. No AISP, 37% da água consumida se destina aos sanitários, segundo INFRAERO (2009a) . Pode-se perceber uma grande diferença nos valores. Portanto, necessita-se avaliar cada caso separadamente, sem adotar uma regra geral.

Em relação a edificações em geral, Sautchuk et al (2005) afirmam que, para a implementação de um programa de conservação de água, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo, que varia por tipologia de edificação e também entre as edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos.

Os autores ainda indicam que nas edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é muito semelhante ao das edificações comerciais. Geralmente o uso de água neste tipo de edificação é para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total.

Segundo Oliveira (1999) para a redução de consumo de água em edifícios (volumes utilizados e de desperdícios de água), podem-se implementar as seguintes ações:

- **ações econômicas** – incentivos e desincentivos econômicos. Os incentivos podem ser propostos por meio de subsídios para a aquisição de sistemas e componentes

economizadores de água e de redução de tarifas. Os desincentivos podem ser implementados elevando-se as tarifas de água;

- **ações sociais** – campanhas educativas e de conscientização dos usuários implicando a redução de consumo através da adequação de procedimentos relativos ao uso da água e da mudança de comportamento individual;
- **ações tecnológicas** – substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida.

É importante salientar que somente as últimas ações, as tecnológicas, serão alvo de análise deste trabalho.

A metodologia para o efetivo desenvolvimento e implementação de um Programa de Conservação de Água em edificações existentes se esquematiza de acordo com a Figura 1 a seguir.

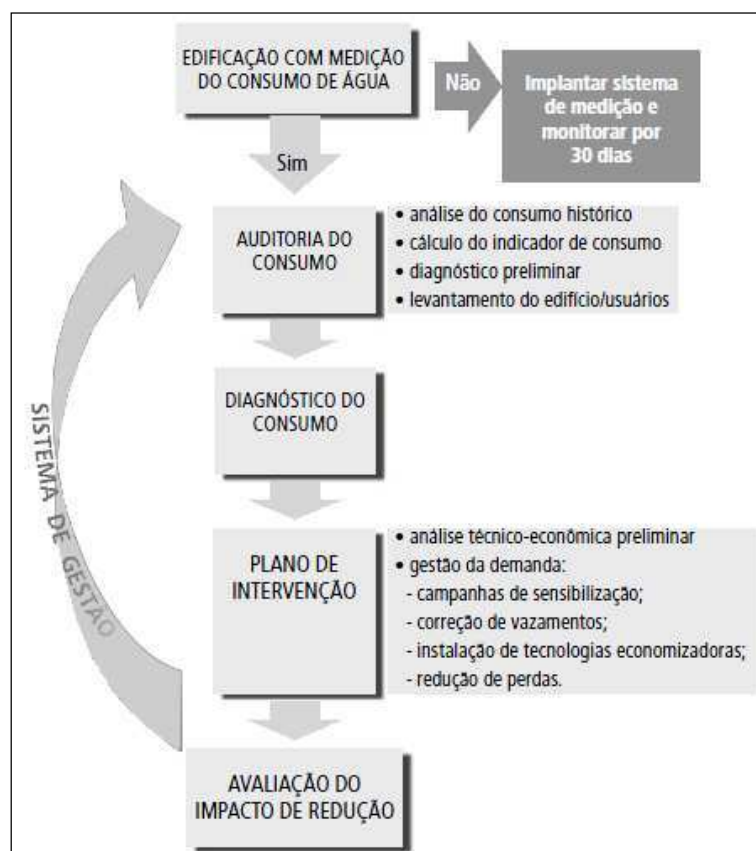


Figura 1 - Programa de Conservação de água em edificações já existentes

Fonte: Sautchuk (2005)

Essa metodologia será parcialmente adotada pelo Projeto em que este trabalho se insere, já que devido a características, limitações e prazos, não há a possibilidade da realização completa de algumas fases do programa.

2 METODOLOGIA: Plano de monitoramento do consumo no AISP

Boa parte do consumo de água no AISP está associada ao uso nos sanitários do Terminal de Passageiros - TPS, ainda que a ausência de medição na distribuição da água torne este dado impreciso. Sendo assim, este estudo se concentra no diagnóstico de consumo dos sanitários, além de estabelecer projeções de uso eficiente, com o teste de novas tecnologias, para esta modalidade.

O estudo consistiu na instalação de hidrômetros de diagnóstico em um sanitário de acesso público no AISP, com dois banheiros: masculino e feminino, além da implantação de uma pequena rede de monitoramento remoto para transmissão de dados de acionamentos das tecnologias poupadoras de água em teste, e contagem de usuários – por sensores de presença.

O sanitário escolhido foi o de número 93 da planta aeroportuária, localizado no Terminal 2, Asa D, de embarque internacional.

2.1 Localização dos medidores

O monitoramento da rede hidráulica foi realizado nos sanitários no. 93 (composto por um sanitário masculino e um feminino), na Asa D do AISP, cuja planta se localiza no Anexo 2

—

O plano foi idealizado de forma a instalar medidores em locais adequados e estratégicos, para possibilitar todas as medições necessárias para o levantamento detalhado do perfil de consumo. Rocha (1998) descreve as componentes importantes para uma completa investigação do consumo:

- **Medidas gerais:**

Indica, basicamente, a quantidade total de água consumida nas instalações analisadas, no caso os sanitários no. 93. O autor cita a importância da separação entre consumo diurno e noturno, pelo menos, para avaliação do comportamento da edificação.

- **Medidas individuais**

São feitas em cada ponto de utilização, para se conhecer melhor o consumo referente a cada aparelho e detectar possíveis variações do consumo rapidamente. Sensores de presença também foram instalados nos 2 banheiros, apontando o número de pessoas que entram no sanitário durante um certo intervalo de tempo. As informações geradas

podem ser a duração do uso, o volume de água consumido por acionamento e a frequência de utilização.

- Tratamento de dados

Os medidores devem armazenar todos os dados oriundos das medições gerais e individuais e transferi-los para computadores, em formato compatível para o tratamento dos dados em programas de computação adequados.

- Perfil de consumo

Deve-se processar os dados recebidos e gerar informações relevantes e adequadas para o entendimento do perfil de consumo, como volume total consumido diariamente, volume consumido por cada aparelho, etc.

Os mapas com a localização dos medidores (hidrômetros e sensores de acionamento) nos sanitários no. 93 do AISP seguem na Figura 2 e na Figura 3.

As siglas presentes nestes mapas de instalação são explicadas na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Siglas dos mapas de instalação de medidores nos sanitários no. 93

Sigla	Equipamentos
H	Hidrômetro
L	Lavatório
T	Torneira
M	Mictório
V	Válvula (de vaso sanitário)

A numeração foi realizada aplicando-se a seguinte regra:

H“n” – Hidrômetro “n” (mede o volume de água consumido em um período de tempo, em litros)

H“n”. “m”-> Sensor de acionamento da válvula “m” monitorada pelo hidrômetro “n” (indica a quantidade de acionamentos da válvula “m”, monitorada pelo hidrômetro “n”, em um período de tempo)

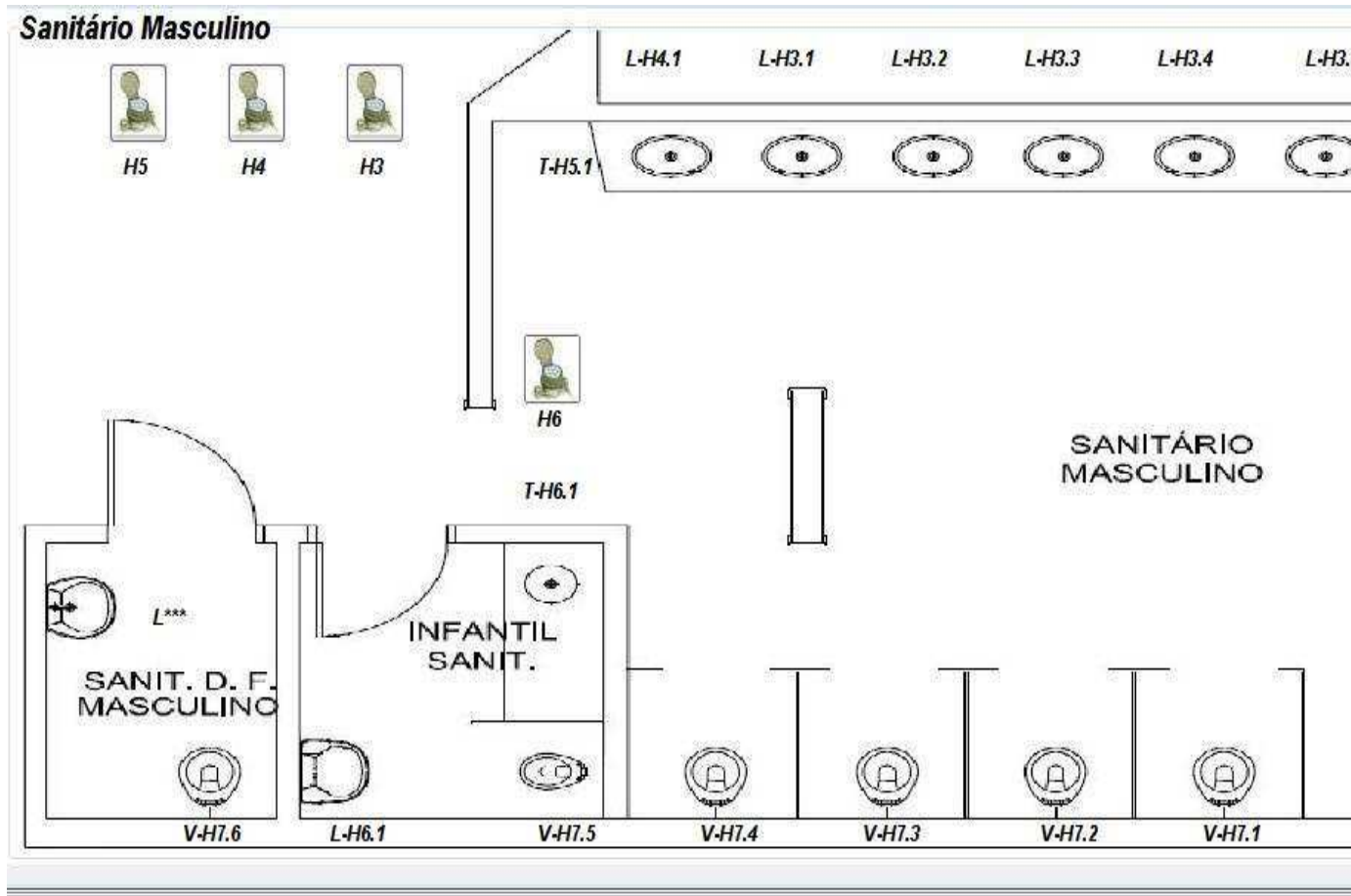


Figura 2 - Mapa de localização dos medidores no sanitário masculino no. 93 do AISP

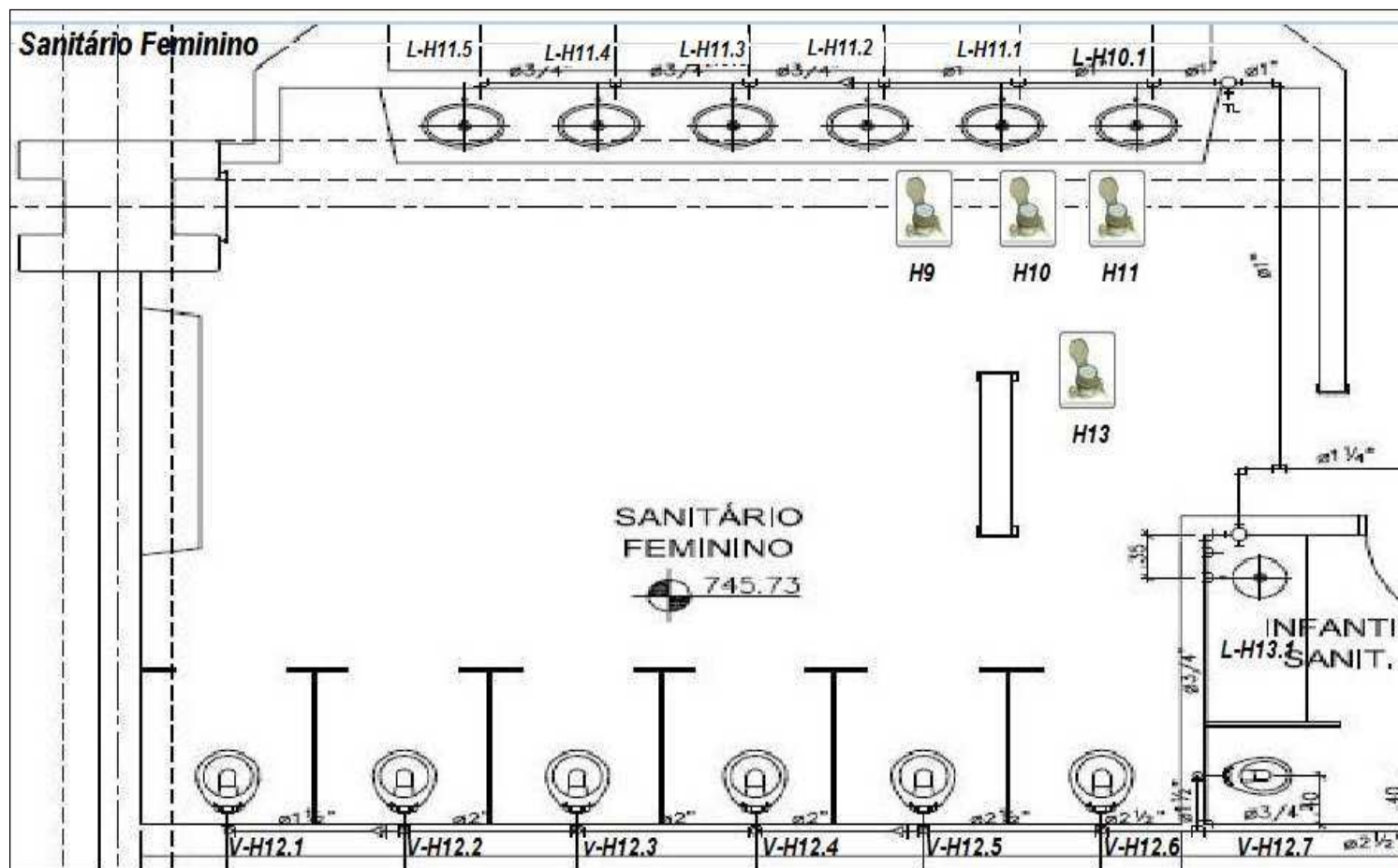


Figura 3 – Mapa de localização dos medidores no sanitário feminino no. 93 do AISP

A Tabela 4 a seguir indica a relação dos hidrômetros instalados e os equipamentos por eles monitorados.

Tabela 4 - Hidrômetros e equipamentos monitorados

Identificação	Aparelho(s) sanitário(s)	Códigos dos aparelho(s) sanitário(s)	Sanitário
H1	Todos	Todos	-
H2	5 Mictórios	M-H2.1, M-H2.2, M-H2.3, M-H2.4, M-H2.5	Masculino
H3	5 Lavatórios	L-H2.1, L-H2.2, L-H2.3, L-H2.4, L-H2.5	Masculino
H4	1 Lavatório	L-H4.1	Masculino
H5	1 Torneira de Lavagem (TL)	T-H5.1	Masculino
H6	1 Lavatório + 1 Torneira de Lavagem	L-H6.1, TH6.1	Masculino (Infantil)
H7	6 Bacias sanitárias	V-H2.1, V-H2.2, V-H2.3, V-H2.4, V-H2.5, V-H1.6	Masculino (Regular+Deficiente+Infantil)
H11	5 Lavatórios	L-H11.1, L-H11.2, L-H11.3, L-H11.4, L-H11.5	Feminino
H10	1 Lavatório	L-H10.1	Feminino
H9	1 Torneira de Lavagem	T-H9.1	Feminino
H12	8 Bacias sanitárias	V-H12.1, V-H12.2, V-H12.3, V-H12.4, V-H12.5, V-H12.6, V-H12.7, V-H12.8	Feminino
H13	1 Lavatório + 1 Torneira de Lavagem	L-H13.1, T-H13.1	Feminino (Infantil)

2.2 Sistemas de monitoramento

Há dois sistemas diferentes de monitoramento instalados, a rede de monitoramento remoto e os *dataloggers*. A primeira adquire e envia os dados de instrumentação (acionamentos) das tecnologias poupadoras de água, além dos dados de sensores de presença instalados nas entradas dos banheiros masculino e feminino. Já os *dataloggers* enviam os dados de consumo de água registrados pelos hidrômetros.

A rede de monitoramento remoto foi desenvolvida especificamente para o Projeto HIDROAER e apresenta o arranjo de acordo com a Figura 4.

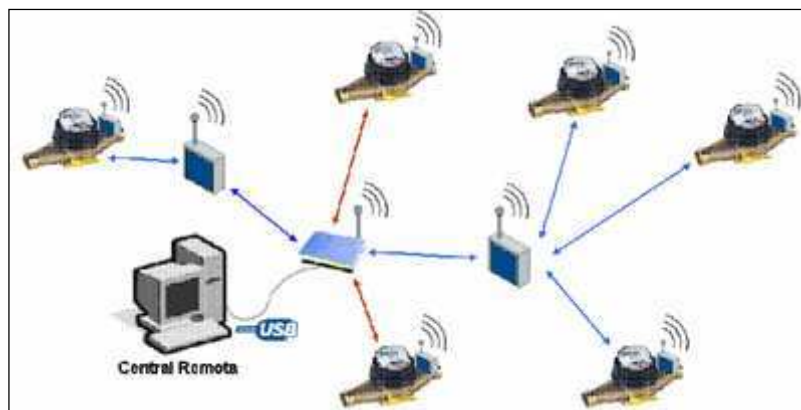


Figura 4 - Topologia da rede de monitoramento desenvolvida para o Projeto HIDROAER

Os dados são armazenados localmente e também transmitidos para uma central remota, utilizando um padrão de comunicação sem fio homologado pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), o que viabiliza um controle mais automatizado dos dados. Nesse sistema, são monitorados o consumo de água de cada hidrômetro e o número de acionamentos de cada aparelho (exceto as torneiras e os lavatórios L-H4.1 e L-H10.1), em um intervalo de tempo.

2.3 Plano de intervenções na rede hidráulica

Para a análise de cenários de uso eficiente de água, foram propostas algumas ações tecnológicas, testadas e monitoradas em quatro situações, de acordo com a Tabela 5 na página a seguir. Os dados referentes a cada fase foram coletados durante o período de análise indicado na mesma tabela.

Tabela 5 - Plano de intervenções nos sanitários no. 93 do AISP

Testes	Período de análise	Tecnologias
Fase 0	12/08 a 30/08 (masc.) 12/08 a 29/08 (fem.)	Torneiras eletrônicas (lavatórios) nos sanitários feminino e masculino
	12/08 a 14/08 e 21/08 a 30/08 (masc.) 12/08 a 30/08 (fem.)	Válvulas de descarga hidromecânicas nos sanitários feminino e masculino
	12/08/09 a 30/08/09	Válvulas eletrônicas nos mictórios
Fase 1	04/09/09 a 22/10/09	Válvulas eletrônicas nos mictórios, regulados e calibrados
	04/08 a 08/08 (masc.) 09/09 a 21/09 (fem.)	Torneiras eletrônicas (lavatórios) nos sanitários feminino e masculino, regulados e calibrados
	04/08 a 08/08 (masc.) 09/09 a 20/09 (fem.)	Válvulas de descarga hidromecânicas nos sanitários feminino e masculino, regulados e calibrados
Fase 2	Previsão de término: Novembro	Válvula de descarga de duplo acionamento nos sanitários feminino e masculino Torneiras com acionamento hidromecânico, RRV e kit redutor de tempo nos lavatórios dos sanitários feminino e masculino
Fase 3	Previsão de término: Dezembro	Torneiras eletrônicas nos lavatórios dos sanitários feminino e masculino Válvulas de acionamento eletrônico nos mictórios

Os períodos de análise são diferentes e até mesmo descontínuos por dificuldades técnicas no armazenamento dos dados, tanto nos *dataloggers* quanto na rede de monitoramento.

A partir dos dados de consumo e de acionamento dos aparelhos nas situações propostas, será possível a análise do perfil de consumo e da economia gerada pelos mecanismos economizadores de água propostos, como será mostrado no trabalho, com o objetivo final de traçar diretrizes para uma gestão futura dos recursos hídricos no AISP mais eficiente.

Neste trabalho, a análise dos dados abrangerá as Fases 0, 1, enquanto as Fases 2 e 3 serão discutidas qualitativamente e de acordo com informações do fornecedor. Além disso, somente serão contemplados os sanitários feminino e masculino (excluindo os sanitários infantis e para deficientes), em função da indisponibilidade de dados para as partes excluídas.

2.4 Tecnologias a serem testadas no AISP

As tecnologias propostas no plano de intervenção são caracterizadas como mecanismos economizadores de água. Segundo Oliveira (2009), a substituição de equipamentos convencionais por estes mecanismos visa a redução do consumo de água independentemente da ação do usuário ou da sua disposição em mudar de comportamento. Ainda, o autor ressalta que a intervenção deve ser implementada quando o sistema estiver totalmente estável, ou seja, sem nenhuma perda de água por vazamento, além de necessitar de aperfeiçoamento da capacitação técnica de funcionários responsáveis pela manutenção no edifício.

A implementação de novas tecnologias não deve ser padronizada para todas as edificações. É necessário considerar as condições locais, as necessidades e particularidades dos usuários, o sistema hidráulico em questão, entre outros. Marinho (2007) destaca que o valor percentual de economia (dos equipamentos economizadores de água) pode variar em função da pressão do ramal de alimentação, do número de usos (frequência), tempo de acionamento e hábitos dos usuários. Portanto, a economia apontada pelos fabricantes dos equipamentos são apenas uma estimativa e variam de caso para caso.

A seguir, serão descritas as características principais das tecnologias a serem testadas pelo trabalho.

- **Torneiras de acionamento eletrônico**

Nessas torneiras, os usuários também não interferem na vazão de água. O acionamento ocorre através de um sensor de presença localizado no “corpo” da torneira. Assim que as mãos são aproximadas da torneira, o sensor as identifica e o fluxo de água é liberado enquanto o usuário estiver efetuando a lavagem, limitado pelo tempo máximo de acionamento contínuo (60 segundos, segundo ficha técnica da DOCOL). O fator higiene é grande diferencial dessas torneiras, já que não há contato do usuário com o equipamento.

A torneira de acionamento eletrônico é apresentada na Figura 5.



Figura 5 - Torneira de acionamento eletrônico com sensor

Fonte: DOCOL Metais Sanitários (2009)

- **Válvula de acionamento eletrônico para mictórios**

Quando o usuário se posiciona de frente ao mictório, o sensor emite um sinal contínuo que detecta a presença do homem. Há um tempo para habilitar o usuário, correspondente ao tempo mínimo que o usuário deve ficar em frente ao sensor para liberar o acionamento. Então, o fluxo de água ocorre por um tempo determinado, apenas após o afastamento do usuário.

O fator higiene também é grande diferencial dessas válvulas, já que não há contato do usuário com o equipamento. A válvula de acionamento eletrônico para mictórios é apresentada na Figura 6.



Figura 6 - Válvula de acionamento eletrônico para mictórios

Fonte: DOCOL Metais Sanitários (2009)

- **Válvula de acionamento hidromecânico para bacias sanitárias**

As válvulas são acionadas através do pressionamento direto do botão de acionamento pelo usuário e o fluxo de água é liberado enquanto o botão estiver sendo solicitado. Portanto, na maioria das vezes, há um fluxo maior do que o necessário.

- **Válvula de duplo acionamento para bacias sanitárias**

Esses dispositivos permitem dois tipos de acionamento da válvula. Um dos botões libera uma descarga completa e deve ser utilizada para a limpeza de efluente com sólidos. Já o outro botão libera uma descarga parcial, para limpeza de efluente apenas líquido. A válvula de duplo acionamento é apresentada na Figura 7.



Figura 7 - Válvula de descarga de duplo acionamento

Fonte: DOCOL Metais Sanitários (2009)

A redução de consumo prevista para os dispositivos economizadores de água utilizados no trabalho são apresentadas na Tabela 6 a seguir. As fichas técnicas dos produtos se encontram no Apêndice 1.

Tabela 6 - Previsão de redução de consumo dos equipamentos economizadores de água

Equipamento convencional	Consumo	Equipamento economizador	Consumo	Economia
Torneira de pia	10L/min	Registro Regulador de Vazão (RRV)	5L/min	50%
Torneira de pia	2,5L/uso	Torneira com acionamento hidromecânico, arejador* e RRV	1,65L/uso	34%
Torneira de pia	2,5L/uso	Torneira com acionamento hidromecânico, arejador, RRV e kit redutor de tempo	0,825L/uso	67%
Torneira de pia	2,5L/uso	Torneira com acionamento automático	1,25L/uso	50%
Bacia sanitária 6 lpf com válvula bem regulada	6,8L/uso	Válvula de descarga com duplo acionamento	4,56L/uso	33%
Mictório com válvula de acionamento hidromecânico	2L/uso	Mictório com válvula de acionamento automático	1L/uso	50%

Fonte: DOCOL Metais Sanitários, 2009

*** Arejadores visam, primordialmente, regular e direcionar o fluxo d'água, de forma a obter um jato com vazão adequada e sem dispersões laterais. Esses equipamentos incorporam considerável quantidade de ar no fluxo de água, o que promove importante economia de água.**

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Consumo estimado de água no AISP

O AISP não dispõe de uma rede de hidrometração de consumo de água. Portanto, o consumo de água no AISP ao longo dos anos pode ser analisado através de dados relacionados à captação de água dos poços existentes, fornecidos por INFRAERO (2009a). A Tabela 7 apresenta a quantidade anual de água captada nos poços do AISP e a relação da captação com o número de passageiros durante 2000 e 2007.

Tabela 7 – Captação total de água dos poços do AISP e captação por passageiro entre os anos 2000 e 2009

Ano	Captação total de água dos poços do AISP (m ³)	Número de passageiros	Captação de água / passageiro (L/pax)
2000	806.482	13.742.576	58,7
2001	602.646	13.111.947	46,0
2002	524.976	11.902.990	44,1
2003	445.722	11.581.034	38,5
2004	530.267	12.940.193	41,0
2005	599.519	15.834.797	37,9
2006	666.548	15.759.181	42,3
2007	655.042	18.795.596	34,9
2008	735.911	20.400.304	36,1
2009*	476.246	11.949.169	39,9
2009**	866.492	24.836.726	34,9

*Dados somente até julho de 2009

Fonte: INFRAERO, citado por Santos (2007) e INFRAERO (2009a).

* Dados até junho de 2009

** Projeção para 2009. Considerou-se que o número de passageiros até junho 2009 será 48% do movimento em todo o ano, com base nos meses de julho a dezembro dos anos anteriores (2003 a 2008). Para a projeção de captação de água dos poços em 2009, utilizou-se uma regressão linear compreendendo os dados de captação e de número de passageiros anual entre 2003 a 2008.

De acordo com os dados da Tabela 7, foram gerados gráficos da Figura 8 e Figura 9.

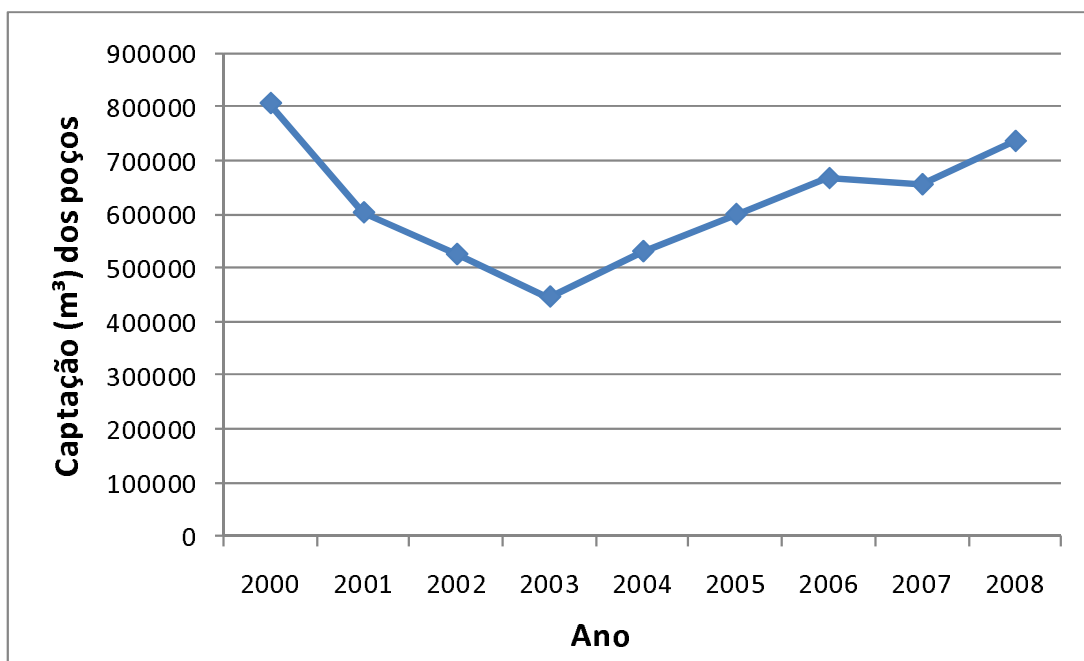


Figura 8 - Captação total dos poços de água do AISP entre 2000 e 2008 (m³)

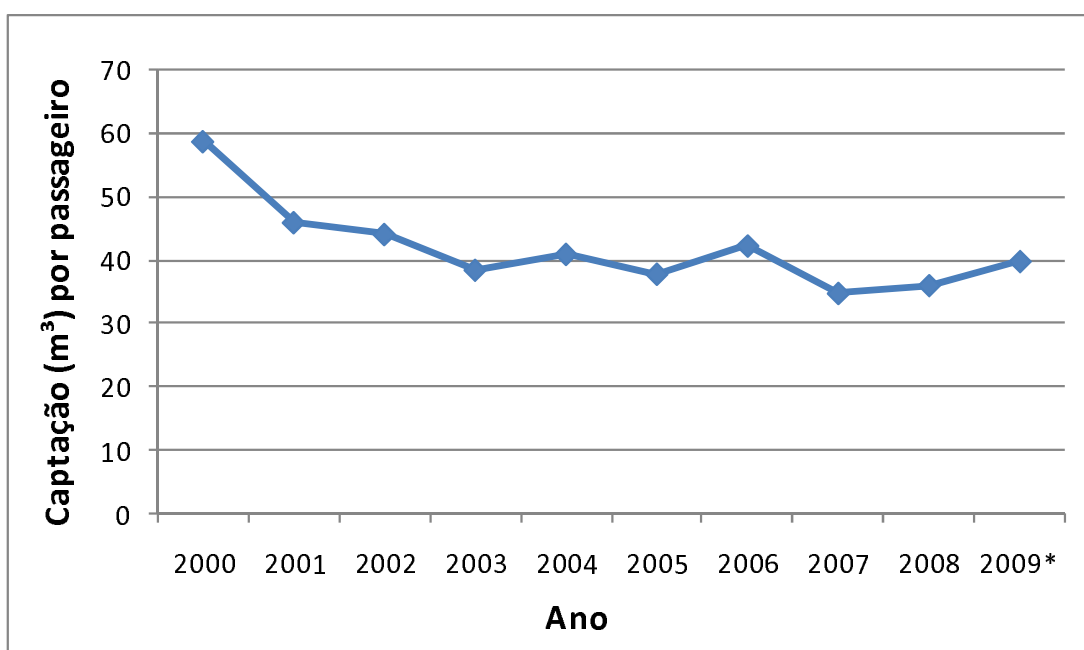


Figura 9 - Captação total dos poços de água do AISP por passageiro entre 2000 e 2009 (m³)

2009* - Projeção para 2009, calculada de acordo com notas da Tabela 7

Nota-se uma diminuição de aproximadamente 45% na água captada dos poços entre 2000 e 2003. Segundo INFRAERO (2009d), esse comportamento pode ser explicado pela queda de 15% do número de passageiros no período e pela troca das torneiras de acionamento comum (giro) pela de acionamento mecânico.

A partir de 2003, a captação voltou a crescer devido ao aumento de movimento e atingiu 735.991 m³ em 2008, um volume expressivo. Neste último período, é interessante notar que a captação por passageiro estabilizou e teve média de 38,6 m³/passageiro. Para efeito de comparação, destaca-se que o aeroporto de Sidney, antes mesmo das intervenções do programa para uso eficiente de água, tinha média de 31 m³/passageiro.

Há que se ressaltar que a captação dos poços atende à demanda integral do AISP e não apenas o consumo por passageiros. O uso de um parâmetro para relativizar o consumo é uma tentativa de uniformizar os dados para fins de comparação.

De acordo com a INFRAERO (2009a), a Tabela 8 apresenta os as estimativas de concessão e consumo por setores para o AISP em setembro de 2009.

Tabela 8 - Estratificação do consumo de água por setor - AISP - setembro de 2009

Setores	Descrição	Porcentagem em relação ao consumo total dos setores
Setor 1	Área de hotelaria e afins (19% do consumo do setor devido à concessão)	25%
Setor 2	Comissaria, oficinas, etc (36% do consumo do setor devido à concessão)	14%
Setor 4	Área remota central, canteiro de obras, estacionamento, torre, heliponto (21% do consumo do setor devido à concessão)	5%
TPS	TPS1, prédio de interligação (adm), TPS2 (27% do consumo do setor devido à concessão)	56%

Concessões são as concessionárias (restaurantes, bares, comissarias, etc) do aeroporto. Nesses lugares, a água distribuída é paga.

Ainda de acordo com estimativas da INFRAERO (2009a):

- O volume total de captação de água dos poços foi 68.904 m³ em setembro de 2009;
- A Central de Água Gelada – CAG - consumiu 7.138 m³ em setembro de 2009;
- A soma do consumo dos setores descritos e da CAG correspondem ao volume total de água captada dos poços.

E assumindo que:

- Cerca de 90% do consumo dos sanitários está no TPS; e
- No TPS, fora 27% de concessões, 90% do consumo restante corresponde aos sanitários.

Estima-se que os sanitários do AISP tiveram o consumo de 25.250 m³ em setembro de 2009, diante de um consumo total do AISP de 68.904 m³, o que corresponde a cerca de 37% do volume total de água consumida no aeroporto.

3.2 Uso dos sanitários

Supondo a composição do número de passageiros no aeroporto de Guarulhos como sendo 43% do sexo feminino e 57% do sexo masculino (Fonte: DAESP, 2005), determina-se a Tabela 9 de utilização do sanitário feminino e masculino da Asa D. Importante salientar que esta Asa movimenta somente vôos internacionais.

Tabela 9 - Utilização do sanitário feminino e masculino da Asa D – Agosto de 2009

Movimentação de passageiros - Embarque - Asa D	104.061
Estimativa da movimentação de pessoas na Asa D (passageiros, acompanhantes e funcionários)	181.104
Estimativa do número de mulheres que circularam pela Asa D	78.169
Estimativa do número de homens que circularam pela Asa D	102.935
Número de usuários - Sanitário Masculino da Asa D	19.371
Número de usuárias - Sanitário Feminino da Asa D	24.254
Total de usuários dos sanitários da Asa D	43.624
Número de pessoas que circularam pela Asa D e não utilizaram os sanitários	137.480

OBS.: i) Fonte da movimentação de passageiros em embarque na Asa D: INFRAERO (2009c), ii) Somente foi considerada a movimentação relativa ao embarque, já que os sanitários monitorados se encontram na área de embarque, iii) Foi utilizada a estimativa de 0,7 acompanhante por passageiro em embarque no aeroporto de Guarulhos. INFRAERO (2009b), iv) Considerou-se que somente passageiros/acompanhantes/funcionários contabilizados na Asa D utilizam os sanitários desta Asa.

Os números da Tabela 9 indicam maior entrada de pessoas no sanitário feminino do que no masculino, mesmo sendo maior a quantidade de homens que circulam pela Asa D. Além disso, constata-se que a cada 5 mulheres que utilizam o sanitário, 4 homens também o utilizam.

O gráfico, da Figura 10 a seguir, mostra a composição percentual de uso dos sanitários da Asa D, por sexo.

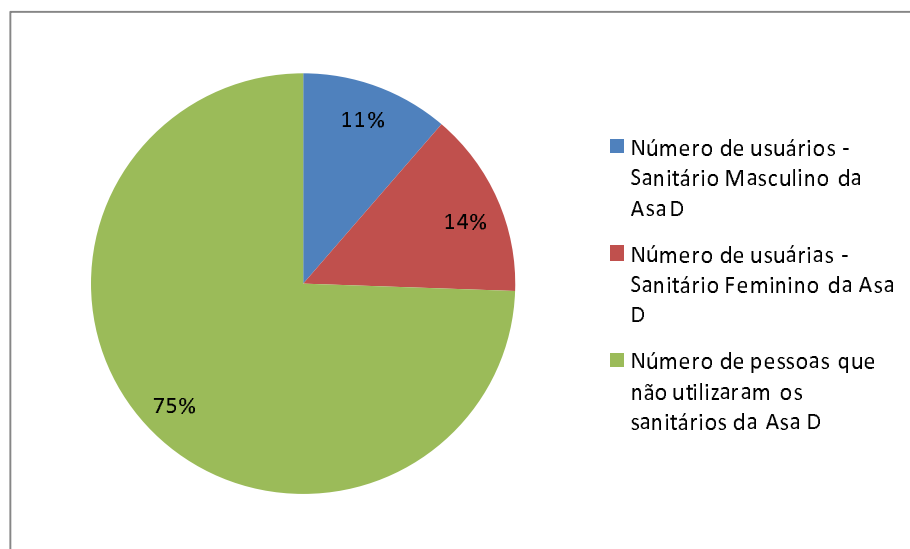


Figura 10 - Composição percentual de uso dos sanitários da Asa D por sexo – Agosto de 2009.

3.3 Dimensionamento dos sanitários

O número de equipamentos nos sanitários deve ser dimensionado de forma a atender adequadamente aos usuários na situação crítica, ou seja, na hora-pico.

De acordo com a INFRAERO (2009c), em agosto de 2009, a hora-pico apresentou média de 2.072 passageiros no Terminal de Passageiros 2 (TPS 2).

Ainda de acordo com a INFRAERO (2009c):

- O terminal 2 compreende as Asas C e D
- A proporção de movimento entre a Asa C e D foi igual a 1,654 em agosto de 2009
- A proporção de movimento na Asa D entre o setor de embarque e desembarque foi igual a 0,941 em agosto de 2009

Estima-se, portanto que o número médio de pessoas transitando na Asa D no setor de embarque, na hora-pico durante mês de agosto de 2009 foi 664.

Por outro lado, os dados provenientes dos sensores de presença fornecem o número de usuários dos banheiros na hora-pico de movimentação nas instalações sanitárias, assim como os sensores de acionamento indicam o número de acionamentos dos equipamentos na hora-pico. Os dados referentes ao sanitário feminino e masculino da Asa D, durante a Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09) são apresentados na Tabela 10 e na Tabela 11, respectivamente.

Tabela 10 – Dados na hora-pico, durante a Fase 0 (12/08/09 e 30/08/09) – Sanitário Masculino da

Dia	Hora-pico de movimentação de passageiro no TPS 2	Número de passageiros no TPS 2 [1]	Estimativa do número de homens transitando na Asa D [2]	Hora-pico de movimentação no sanitário masculino	Número de usuários do sanitário masculino [3]	Acionamento dos mictórios [4]
12	21:00	1610	285	15:00	82	99
13	21:00	2016	357	19:00	94	115
14	21:00	2516	445	19:00	96	142
21	21:00	2447	433	20:00	148	118
22	18:00	1768	313	15:00	163	117
23	21:00	2393	424	16:00	127	67
24	21:00	1552	275	19:00	108	48
25	21:00	1914	339	16:00	82	72
26	21:00	1664	295	17:00	62	81
27	21:00	1854	328	16:00	118	79
28	19:00	1963	347	20:00	125	113
29	21:00	2048	363	18:00	205	89
30	21:00	2128	377	16:00	116	32

[1] Número de passageiros no TPS 2 obtido através de tabelas de movimentação horária da INFRAERO (2009c).

[2] Estimativa feita usando a seguinte equação:

Estimativa do número de homens transitando na Asa D = Número de passageiros no TPS 2 x 0,57 [segundo DAESP (2005), 57% dos passageiros são homens] x [estimativa de 0,7 acompanhante por passageiro em embarque no AISP, cuja fonte é a INFRAERO (2009b)] x (1/2,64) [fator que considera a proporção de movimento na Asa C e a D de 1,64, dado da INFRAERO (2009c)] / (1+1/0,91) [fator que considera a proporção de movimento na Asa D entre e embarque e desembarque na INFRAERO (2009c)]

[3] Número de usuários do sanitário masculino obtido através dos sensores de presença instalados e monitorados pelo projeto.

[4] Acionamentos dos aparelhos obtidos através dos sensores de acionamento instalados e monitorados pelo projeto

Tabela 11 - Dados na hora-pico, durante a Fase 0 (12/08/09 e 30/08/09) – Sanitário Feminino da

Dia	Hora-pico de movimentação de passageiro no TPS 2	Número de passageiros TPS 2 [1]	Estimativa do número de mulheres transitando na Asa D [2]	Hora-pico de movimentação no sanitário feminino	Número de usuárias do sanitário feminino [3]
12	21	1610	215	15	96
13	21	2016	269	19	130
14	21	2516	336	18	127
21	21	2447	327	20	210
22	18	1768	236	16	220
23	21	2393	320	18	153
24	21	1552	207	19	102
25	21	1914	256	16	140
26	21	1664	222	15	74
27	21	1854	248	16	124
28	19	1963	262	20	165
29	21	2048	273	18	208
30	21	2128	284	18	128

[1] Número de passageiros no TPS 2 obtido através de tabelas de movimentação horária da INFRAERO (2009c).

[2] Estimativa feita usando a seguinte equação:

Estimativa do número de homens transitando na Asa D = Número de passageiros no TPS 2 x 0,43 [segundo DAESP (2005), 43% dos passageiros são homens] x (1/2,64) [fator que considera a proporção de movimento na Asa D entre e embarque e desembarque na Asa C e a D de 1,64, dado da INFRAERO (2009c)] / (1+1/0,91) [fator que considera a proporção de movimento na Asa D entre e embarque e desembarque na Asa C e a D de 1,64, dado da INFRAERO (2009c)]

[3] Número de usuários do sanitário feminino obtido através dos sensores de presença instalados e monitorados pelo projeto.

[4] Acionamentos dos aparelhos obtidos através dos sensores de acionamento instalados e monitorados pelo projeto

A partir da Tabela 10 e da Tabela 11, nota-se que a hora-pico da movimentação de usuários nos sanitários dá-se, em média, 3 horas antes da hora-pico de movimentação no TPS 2. Isso ocorre pois a INFRAERO considera a hora-pico de movimentação no TPS 2 relacionada com a hora de saída da aeronave.

Além disso, são extraídas relevantes informações acerca do uso dos equipamentos sanitários na hora-pico. Ajustando as observações de acionamentos dos equipamentos na hora-pico a uma distribuição de Poisson, tem-se, na Tabela 12, a média de acionamento por equipamento e o número de acionamentos por equipamento adotado na hora-pico, com confiança de 90%.

Tabela 12 – Número de acionamentos médio e adotado (com confiança de 90%, assumindo distribuição de Poisson) por equipamento na hora-pico – Sanitário Masculino e Feminino da Asa D

Sanitário	Número de acionamentos	Número usuários	Número de acionamentos		
			Mictório	Lavatório	Válvula
Masculino	Média	117	18,0	27,5	3,6
	Adotado (com confiança de 90%)	131	23,0	34,0	6,0
Feminino	Média	144	-	28,9	25,3
	Adotado (com confiança de 90%)	160	-	36,0	32,0

Foram monitorados quanto ao número de acionamentos: i) no Sanitário Masculino: 5 mictórios, 5 lavatórios e 4 válvulas, ii) no Sanitário Feminino: 5 lavatórios e 6 válvulas

A partir dos valores de acionamento adotados da Tabela 12, determinam-se os intervalos médios entre acionamentos para os equipamentos em questão, mostrados na Tabela 13.

Tabela 13 – Intervalo médio, em minutos, entre acionamentos na hora-pico - Sanitário Masculino e Feminino da Asa D – 12/08/09 a 30/08/09

Sanitário	Mictório	Lavatório	Válvula
Masculino	2,6	1,8	10,0
Feminino	-	1,7	1,9

Em relação à quantidade dos aparelhos disponíveis, observa-se, primeiramente, um provável super dimensionamento do número de válvulas no sanitário masculino. Apesar de a finalidade de um homem utilizar a válvula requeira normalmente um tempo maior de uso em comparação ao mictório ou à válvula no sanitário feminino, o intervalo médio de acionamento

das válvulas no sanitário masculino (10 minutos) parece maior que o necessário até mesmo na hora-pico.

Em contrapartida, o intervalo de acionamento de válvulas no sanitário feminino é menor que o intervalo dos mictórios. Isso pode indicar uma insuficiência de válvulas no sanitário feminino ou número de mictórios super dimensionado.

O número de acionamentos dos aparelhos em relação ao número de usuários dos sanitários indica o padrão de comportamento dos usuários, como apresentado na Tabela 14. O levantamento dessas relações também fornece suporte essencial para a definição de número adequado de equipamentos.

Tabela 14 – Número de acionamentos dos equipamentos nos sanitários masculino e feminino da Asa D, 12/08/09 a 14/08/09 e 21/08/09 a 30/08/09

	Número de usuários	Número de acionamentos		
		Válvulas	Lavatórios	Mictórios
Sanitário Masculino	12.113	1.885	38.282	12.622
Sanitário Feminino	15.219	12.746	34.981	-

Considerou-se que os lavatórios L-H4.1 e L-H10.1 têm média de acionamento igual aos demais

A partir dos dados da Tabela 14, estima-se que, em média:

- Cada homem que entra no sanitário aciona o lavatório 3 vezes
- Cada homem que entra no sanitário aciona o mictório 1,0 vez
- A cada 6 usuários, 1 aciona a válvula
- Cada mulher que entra no sanitário aciona o lavatório 2 vezes
- A cada 6 mulheres que entram no sanitário, 5 acionam a válvula

3.4 Consumo de água para uso sanitário no AISP

Para os hidrômetros H2, H3, H4, H5, H7, H9, H10, H11 e H12, ligados a equipamentos dos sanitários feminino e masculino, foram determinados os consumos diários de água durante a Fase 0 e Fase 1 (características das Fases descritas na Tabela 5). As tabelas com os valores de consumo diário geradas a partir dos dados de consumo do datalogger encontram-se no Apêndice 1.

Como os equipamentos possuem sensores de acionamento conectados, o consumo de água por acionamento também foi determinado. As tabelas são apresentadas no Apêndice 2.

3.4.1 Hidrômetro H2: mictórios do sanitário masculino

Para o hidrômetro H2, cujo monitoramento abrange os 5 mictórios do sanitário masculino da Asa D (piso de embarque), apresentam-se os gráficos de consumo diário pelo número de passageiros diário do TPS 2 nas Fases 0 e 1 na Figura 11 e na Figura 12 respectivamente. A comparação do consumo por acionamento entre as duas Fases, por sua vez, é mostrada na Figura 13.

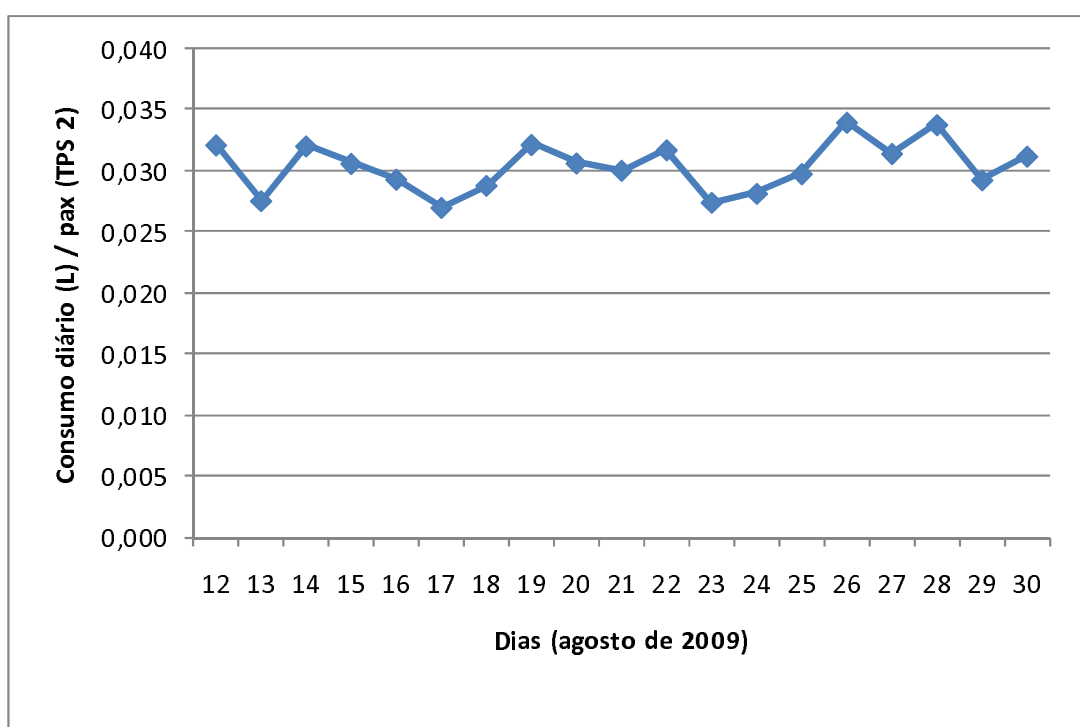


Figura 11 – Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Mictórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

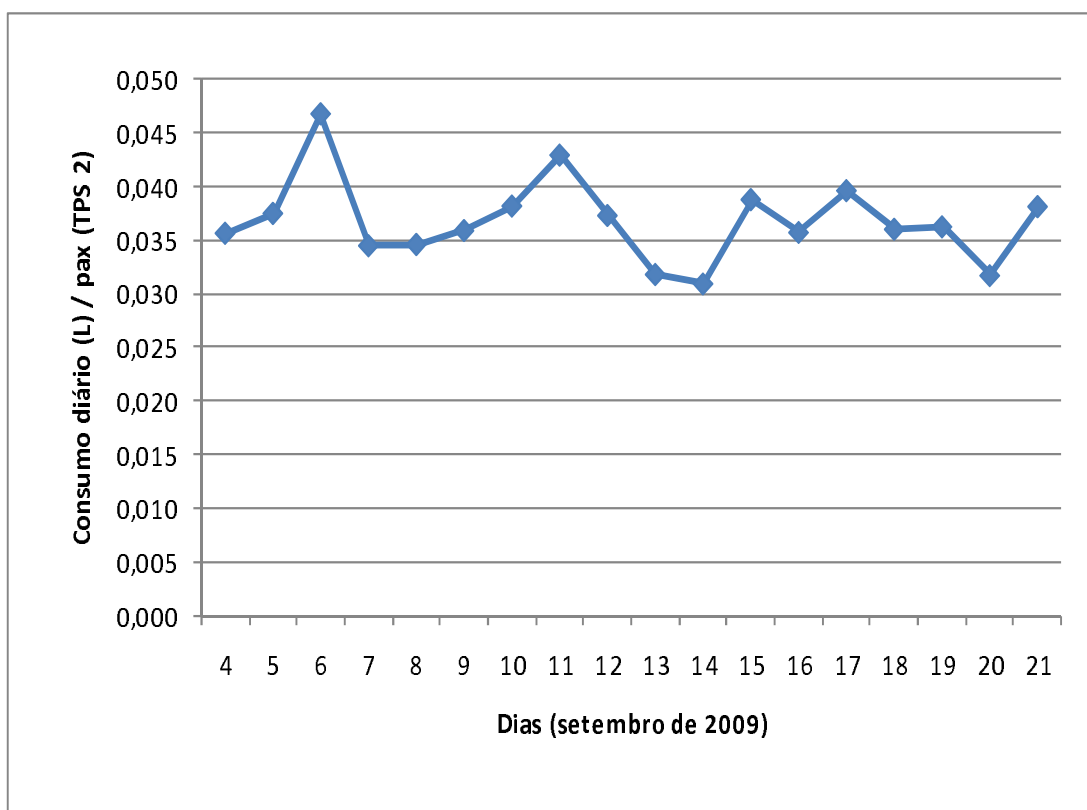


Figura 12 – Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Mictórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 1(04/09/09 a 21/09/09)

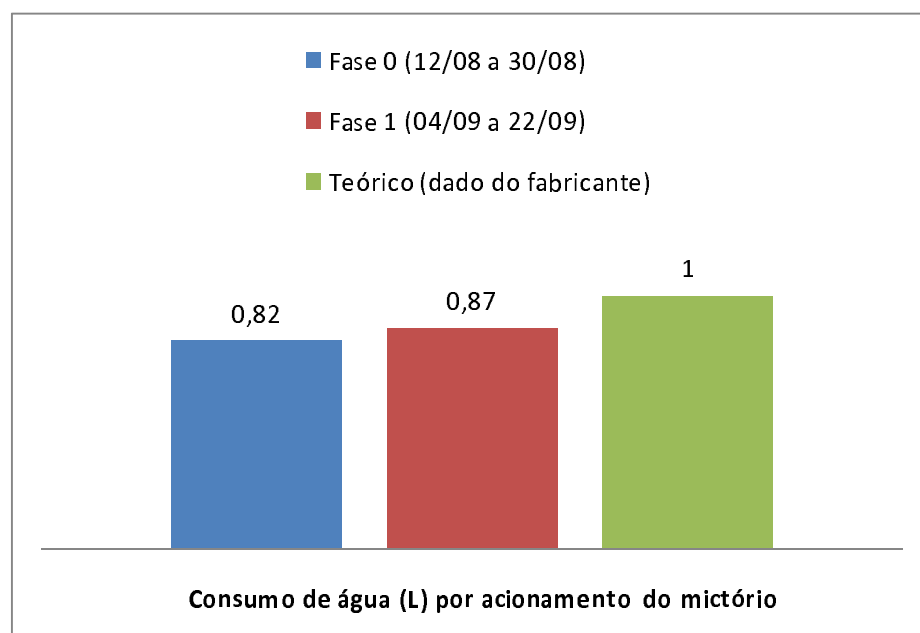


Figura 13 – Comparação entre consumo de água (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Mictórios do Sanitário Masculino da Asa D

Na Fase 0, a média do consumo diário de água por passageiro do TPS 2 foi 0,030 L, enquanto na Fase 1, esse valor subiu para 0,037 L.

Ainda, como mostra a Figura 13, a calibração das válvulas dos mictórios (ação aplicada na Fase 1) provocou acréscimo de 6% no consumo por acionamento. Esse comportamento sugere que os aparelhos, anteriormente na Fase 0, funcionavam com um volume de água um pouco menor do que o necessário para proporcionar condições adequadas de higiene.

3.4.2 Hidrômetro H3: lavatórios do sanitário masculino

O hidrômetro H3, cujo monitoramento abrange 5 lavatórios do sanitário masculino da Asa D, registra consumo diário por passageiro do TPS 2 nas Fases 0 e 1 de acordo com a Figura 14 e a Figura 15, respectivamente. A comparação do consumo por acionamento entre as duas Fases, por sua vez, é mostrada na Figura 16.

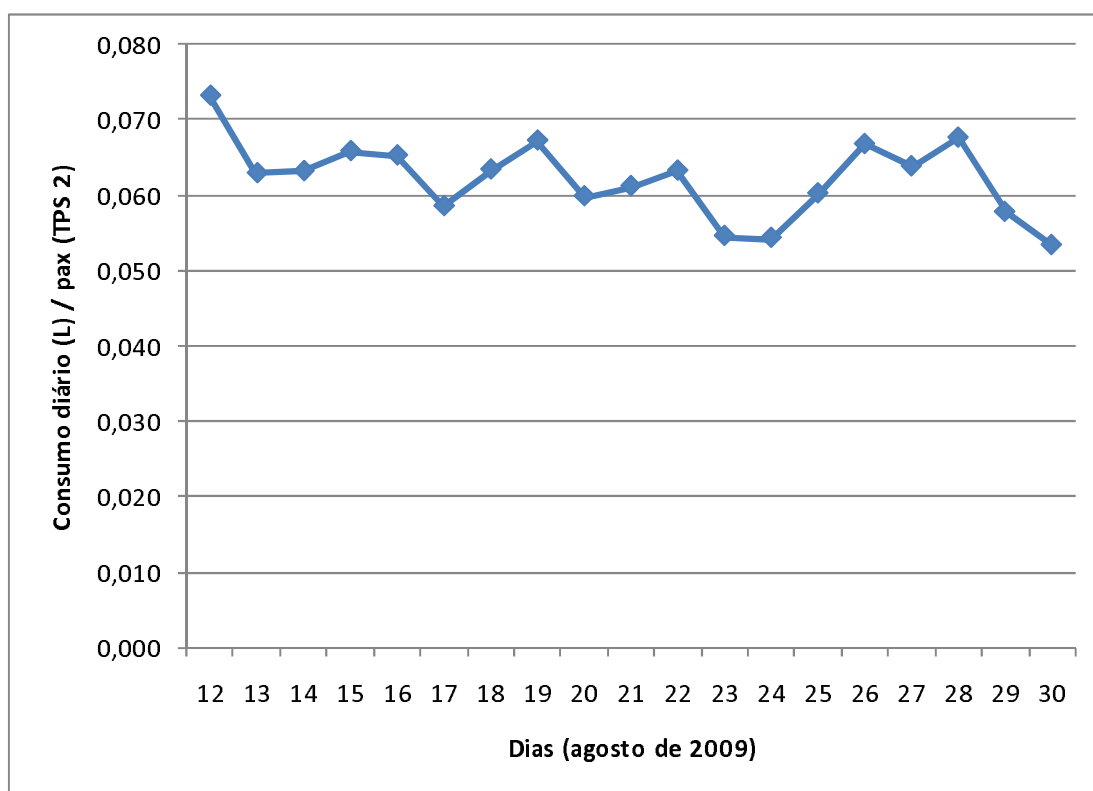


Figura 14 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Lavatórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

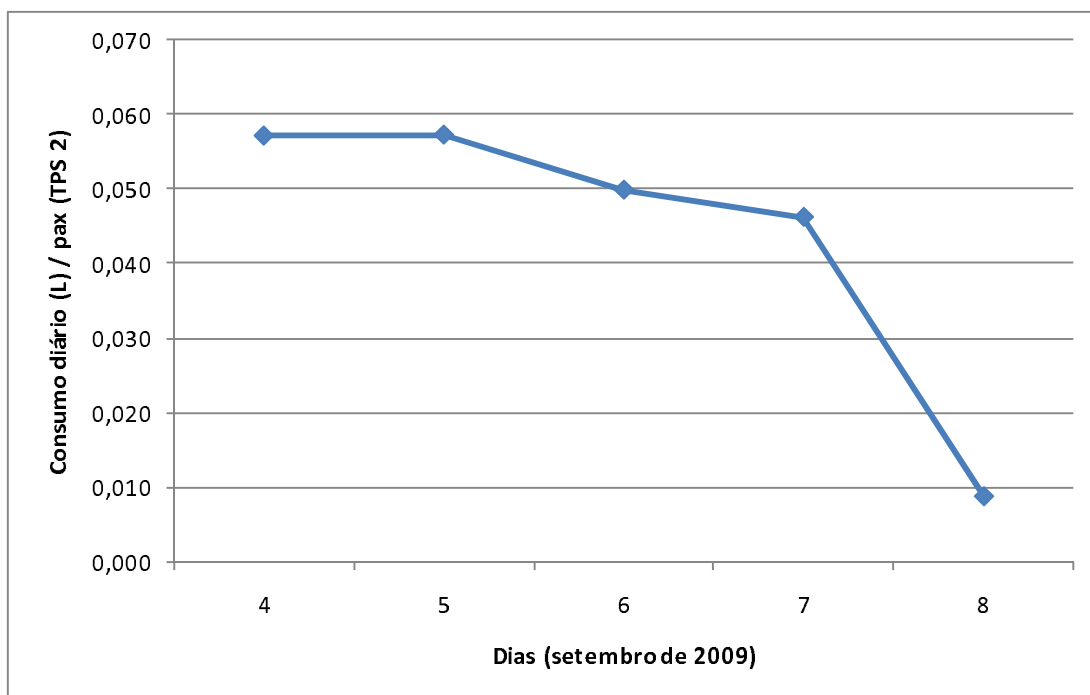


Figura 15 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Lavatórios do sanitário Masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 08/09/09)

OBS.:

A observação do dia 08/09 foi desconsiderada nas análises.

As observações de consumo referentes a estes lavatórios regulados não foram armazenadas nos *dataloggers* durante um período maior devido a problemas técnicos.

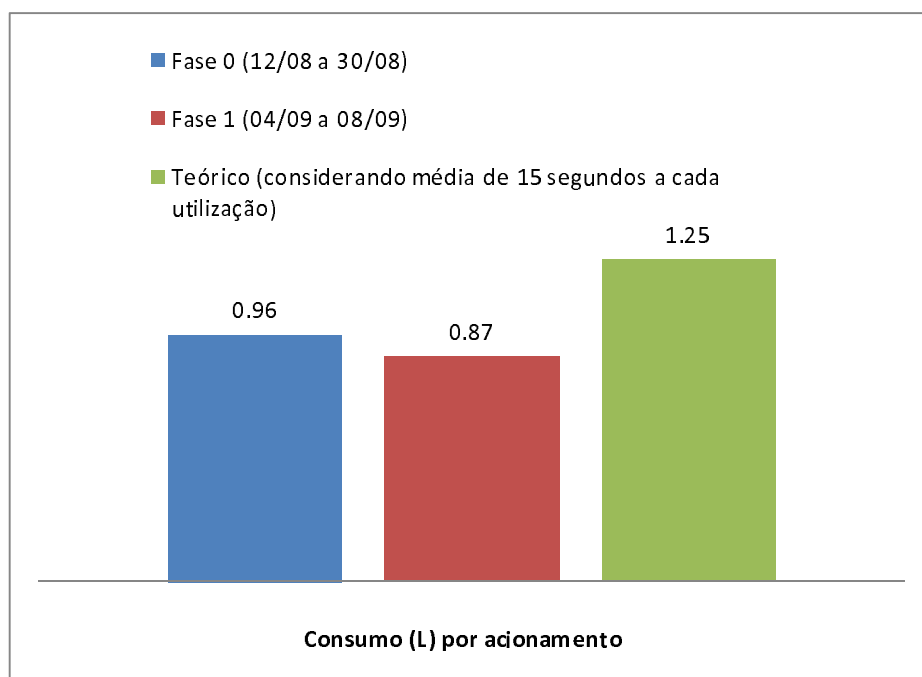


Figura 16 - Comparação entre consumo (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Lavatórios do Sanitário Masculino da Asa D

A média de consumo por passageiro do TPS 2 passou de 0,062 para 0,044 L. O consumo (L) por acionamento nos lavatórios diminuiu 9% da Fase 0 para a Fase 1, o que representa uma economia significativa. Seria necessária, entretanto, uma série com maior número de observações para a confirmação da economia gerada.

A diferença entre o consumo teórico e o consumo observado depois da calibração dos lavatórios (Figura 16) pode significar um erro na estimativa de tempo de utilização de 15 segundos (adotada no cálculo do consumo teórico).

De qualquer forma, seria interessante possibilitar a obtenção do tempo médio de utilização no próprio aeroporto, para controle futuro mais preciso.

3.4.3 Hidrômetro H4: lavatório do sanitário masculino

O hidrômetro H4 monitora somente o lavatório L-H4.1, o mais próximo da entrada do sanitário. O equipamento é diferente dos demais lavatórios, não está conectado a sensores de acionamento e não irá passar pelas modificações propostas no plano de intervenção. Este monitoramento, em específico, objetiva captar a diferença de frequência de uso deste lavatório frente aos demais, já que intuitivamente espera-se maior uso dele.

Registra-se média diária de consumo de 471 L na Fase 0, enquanto para os demais lavatórios observam-se 285 L, por equipamento. Considerando a mesma vazão em todos os lavatórios, pode-se afirmar que o tempo de uso de L-H4.1 é aproximadamente 1,6 vezes maior que o dos outros.

Essa constatação é importante para a análise de viabilidade econômica de se utilizar uma tecnologia diferente somente nesta posição.

3.4.4 Hidrômetro H5: torneira do sanitário masculino

A torneira do sanitário masculino monitorada pelo hidrômetro H5 é usada exclusivamente por funcionários, para fins de limpeza. Por essa razão, sua contribuição é pequena em comparação aos outros equipamentos. Na Fase 0, foram consumidos 36 L de água e na Fase 1, o consumo registrado foi nulo.

3.4.5 Hidrômetro H7: válvulas do sanitário masculino

Em relação ao hidrômetro H7, cujo monitoramento abrange as válvulas do sanitário masculino da Asa D, os gráficos de consumo diário nas Fases 0 e 1 se apresentam na Figura 17 e na Figura 18, respectivamente. A comparação do consumo por acionamento entre as duas Fases é mostrada na Figura 19.

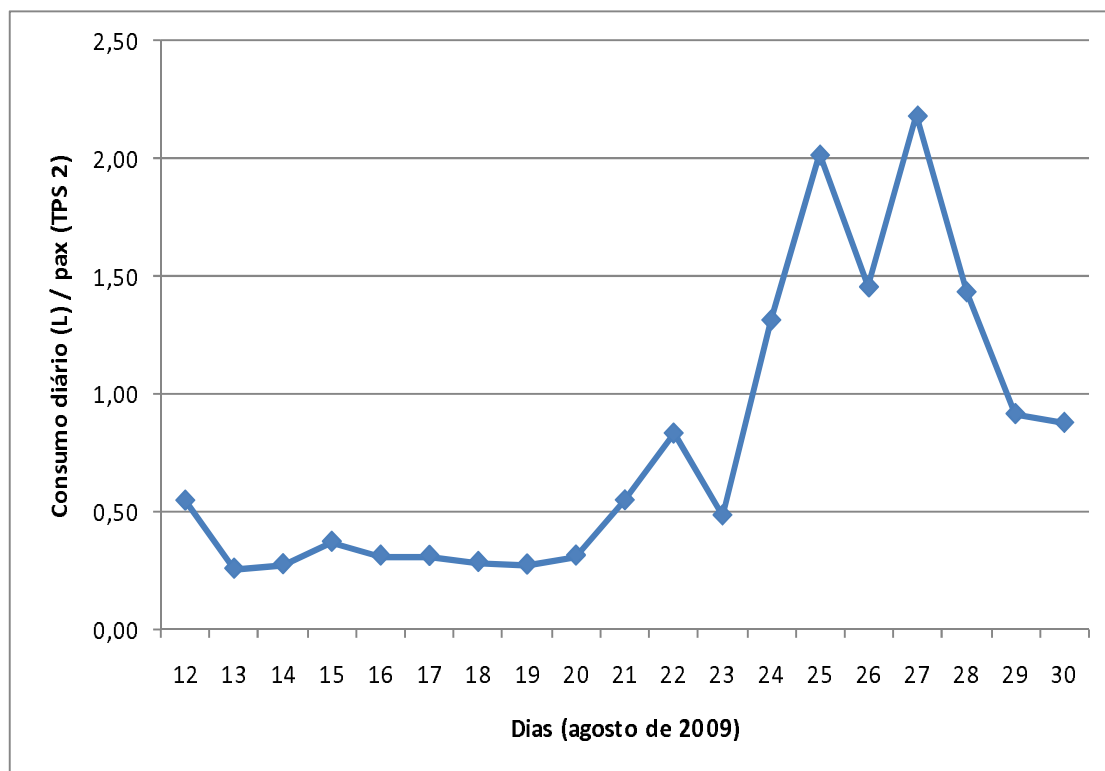


Figura 17 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Válvulas do sanitário Masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

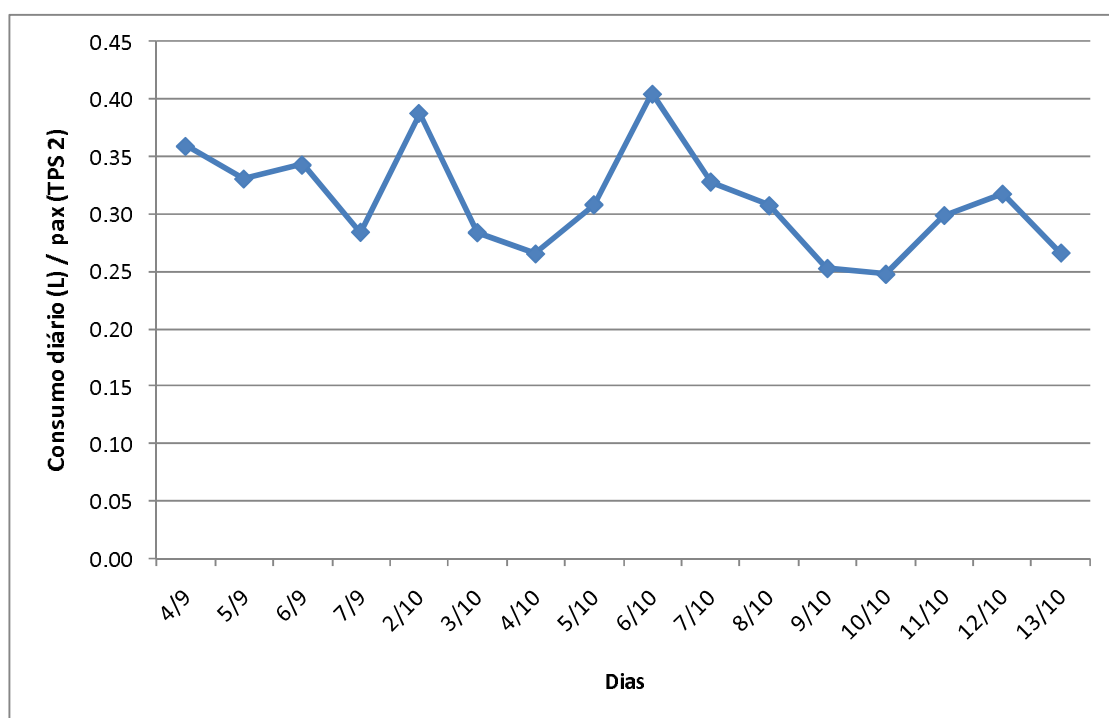


Figura 18 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Válvulas do sanitário Masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 07/09/09 e 02/10/09 a 13/10/09)

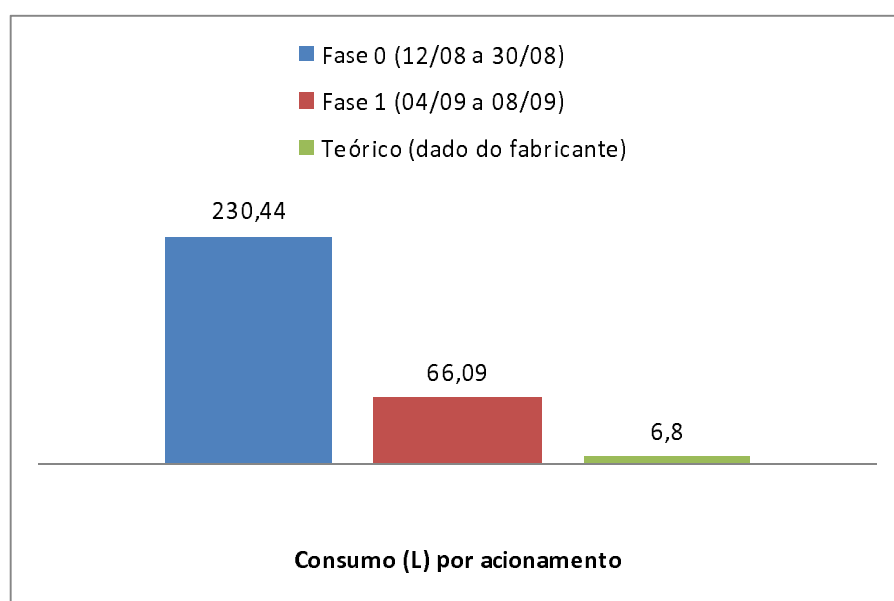


Figura 19 - Comparação entre consumo (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Válvulas do Sanitário Masculino da Asa D

Na Fase 0, a média do consumo diário de água por passageiro do TPS 2 foi 0,79 L, enquanto na Fase 1, esse valor diminuiu bruscamente para 0,33 L.

Comparando-se o consumo observado nas válvulas do sanitário masculino com o feminino (Figura 23 e Figura 24), notam-se valores parecidos na Fase 1, apesar de o número de acionamentos das válvulas no feminino ser mais de nove vezes maior (Tabela 14).

O valor teórico da Figura 19 corresponde a uma válvula para bacia sanitária de caixa acoplada, modelo 6 lpf (com volume de nominal de 6,8 litros). Esse valor é usado apenas para efeito de comparação, já que o acionamento da válvula instalada no AISP é do tipo contínuo, ou seja, o fluxo de água é liberado enquanto o usuário estiver acionando-a.

Para esses equipamentos, os valores de consumo por acionamento apresentados na Figura 19 devem ser analisados com cautela, já que vários sensores de acionamento das válvulas indicaram quantidade nula de acionamento em diversos dias. Esse pode ser um problema relacionado aos sensores de acionamento ou pode indicar vazamento contínuo em uma ou mais bacias sanitárias, o que caracterizaria um gritante desperdício de água.

3.4.6 Hidrômetro H9: lavatórios do sanitário feminino

O hidrômetro H9, cujo monitoramento abrange 5 lavatórios do sanitário feminino da Asa D, registra consumo diário por passageiro do TPS 2 nas Fases 0 e 1 de acordo com a Figura 20 e a Figura 21, respectivamente. O consumo por acionamento é mostrado na Figura 22.

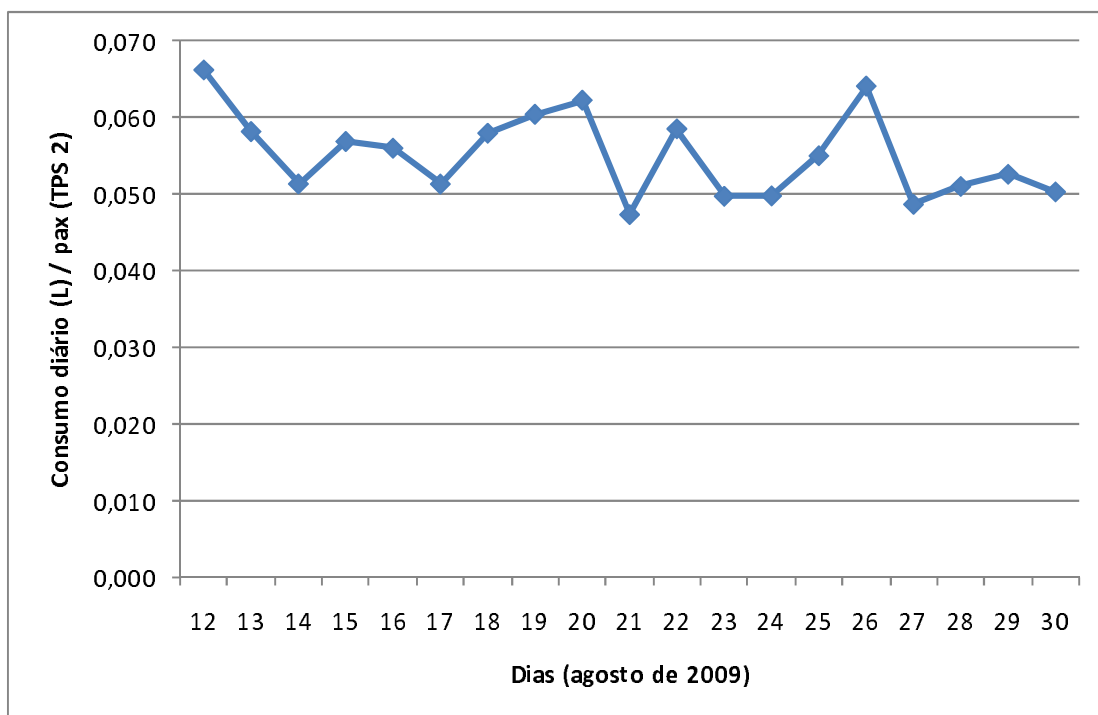


Figura 20 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H9 – Lavatórios do sanitário Feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

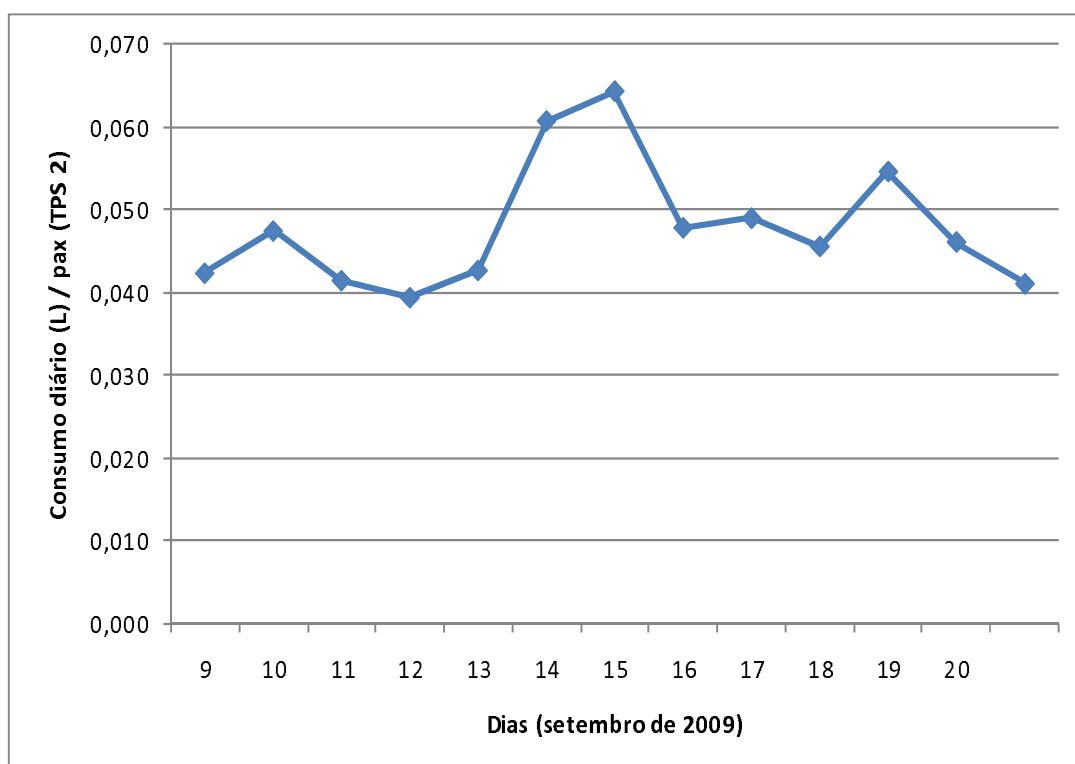


Figura 21- Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H9 – Lavatórios do sanitário Feminino da Asa D - Fase 1 (09/09/09 a 21/09/09)

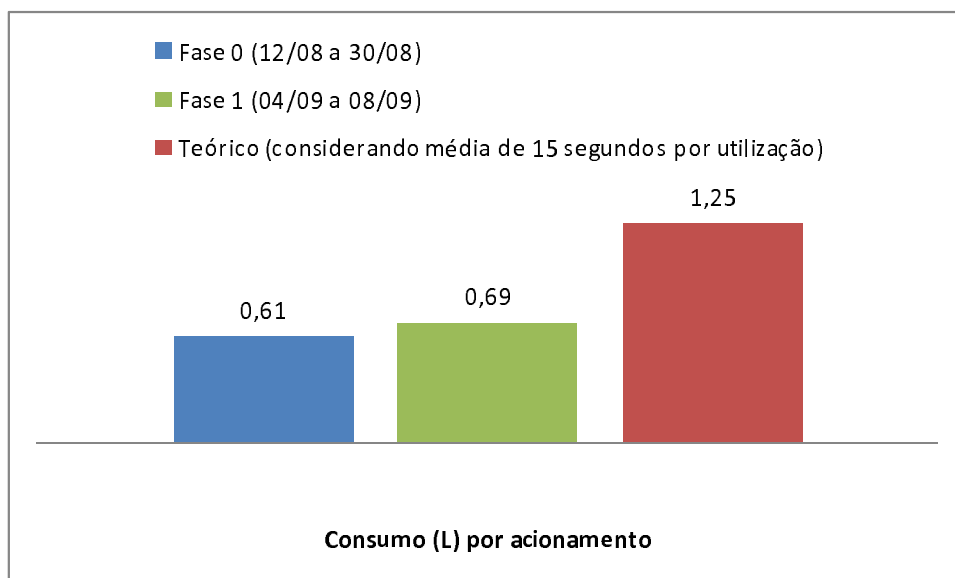


Figura 22 - Consumo (L) por acionamento - Fase 0, Fase 1 e teórico– Lavatórios do Sanitário Feminino da Asa D

O consumo diário médio observado por passageiro do TPS 2 na Fase 1 (0,055 L) foi levemente menor que na Fase 0 (0,048 L).

A diferença entre o consumo teórico e o consumo observado na Fase 0 e 1 (Figura 22) pode significar um erro na estimativa de tempo de utilização de 15 segundos para o cálculo teórico, assim como no caso dos lavatórios no sanitário masculino (Seção 3.4.2).

3.4.7 Hidrômetro H10: lavatório do sanitário feminino

O hidrômetro H10 monitora somente o lavatório L-H10.1, o mais próximo da entrada do sanitário. O equipamento é diferente dos demais lavatórios, não está conectado a sensores de acionamento e não irá passar pelas modificações propostas no plano de intervenção. Este monitoramento, em específico, objetiva captar a diferença de frequência de uso deste lavatório frente aos demais, já que intuitivamente espera-se maior uso dele.

Registra-se média diária de consumo de 205 L na Fase 0, enquanto para os demais lavatórios observam-se 252 L na Fase 0, por equipamento. Diferentemente da situação no sanitário masculino, o lavatório mais próximo da entrada no sanitário feminino não é mais utilizado que os demais.

3.4.8 Hidrômetro H11: torneira do sanitário feminino

Assim como no sanitário masculino, a torneira do sanitário feminino monitorada pelo hidrômetro H11 é usada exclusivamente por funcionários, para fins de limpeza. Por essa razão, sua contribuição é pequena em comparação aos outros equipamentos. Na Fase 0, foram consumidos 199 L de água em 19 dias e, na Fase 1, o consumo registrado foi 25 L em 5 dias.

3.4.9 Hidrômetro H12: válvulas do sanitário feminino

O hidrômetro H12, cujo monitoramento abrange as válvulas do sanitário feminino da Asa D, apresenta consumo diário por passageiro do TPS 2 nas Fases 0 e 1 de acordo com os gráficos da Figura 23 e da Figura 24, respectivamente. A comparação do consumo por acionamento entre as duas Fases é mostrada na Figura 25.

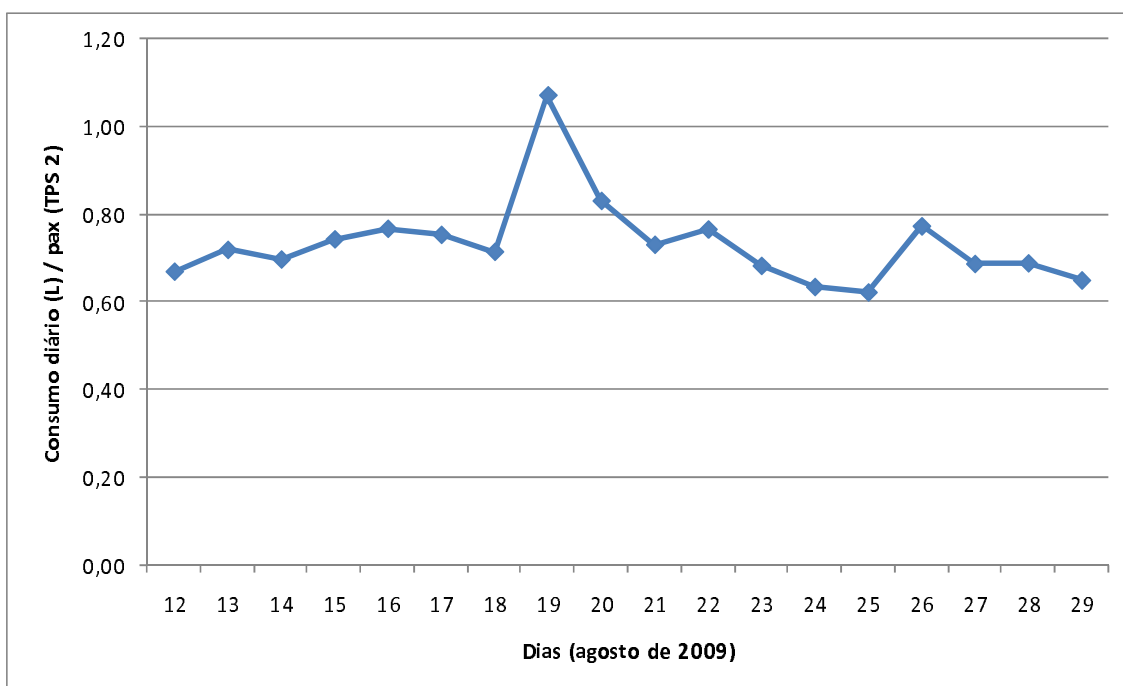


Figura 23 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro 12 – Válvulas do sanitário Feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 29/08/09)

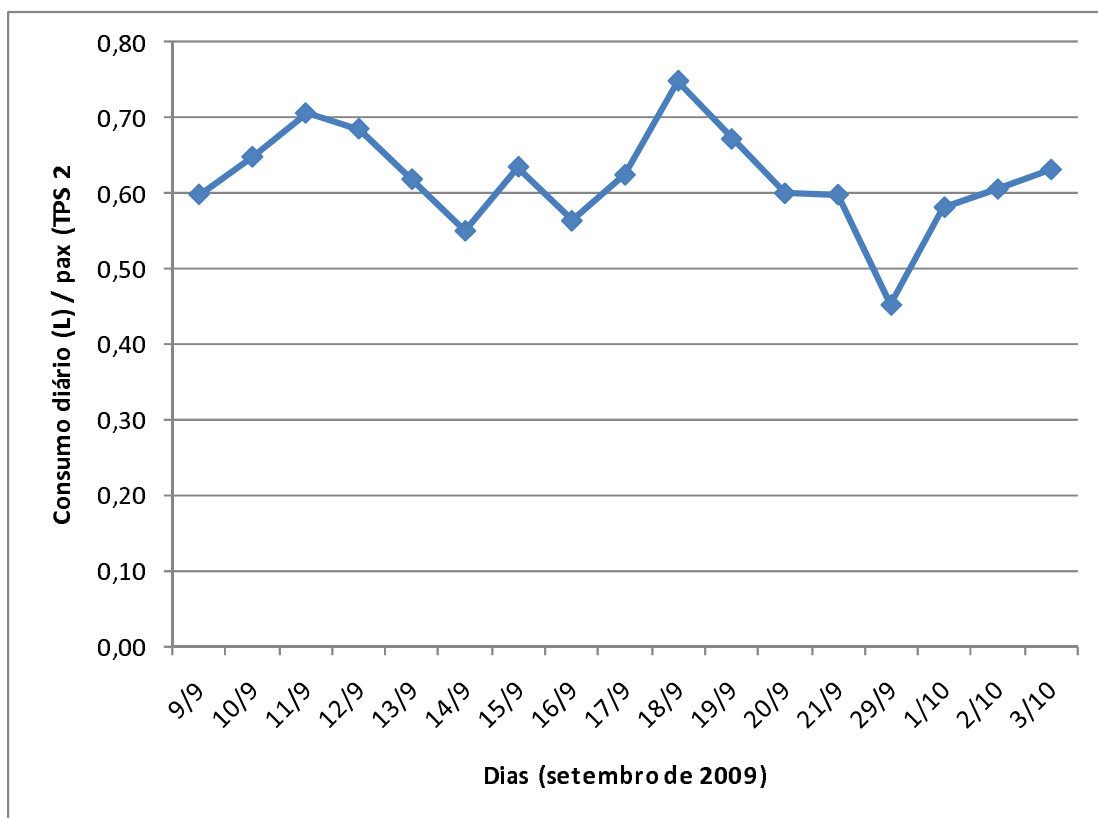


Figura 24 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H12 – Válvulas do sanitário Feminino da Asa D - Fase 1 (09/09/09 a 03/10/09, exceto 30/09/09)

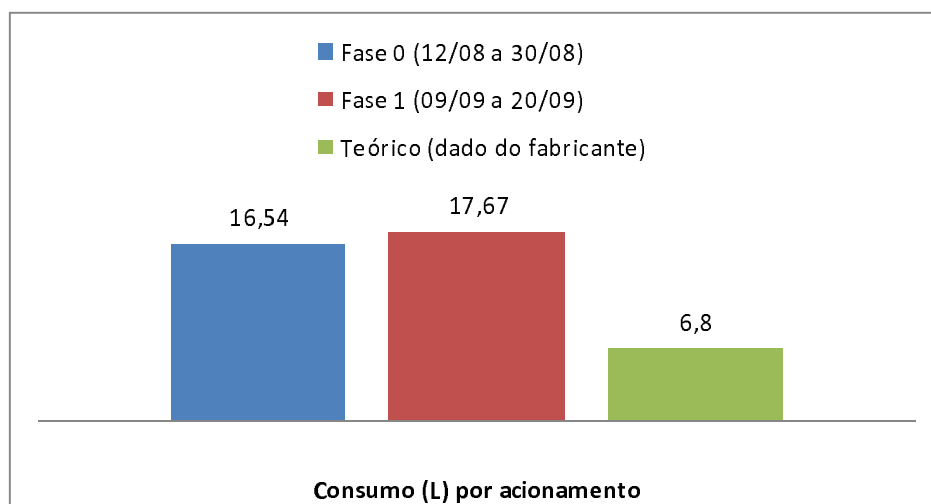


Figura 25 - Comparação entre consumo (L) por acionamento entre a Fase 0 e a Fase 1– Válvulas do Sanitário Feminino da Asa D

Na Fase 0, a média do consumo diário de água foi 0,73 L, enquanto na Fase 1, esse valor diminuiu para 0,56 L.

O valor teórico da Figura 25 corresponde a uma válvula para bacia sanitária de caixa acoplada, modelo 6 lpf (com volume de nominal de 6,8 litros). Esse valor é usado apenas para efeito de comparação, já que o acionamento da válvula instalada no AISP é do tipo contínuo, ou seja, o fluxo de água é liberado enquanto o usuário estiver acionando-a.

O consumo por acionamento observado nas duas Fases (Figura 25) mostrou grande discrepância em relação ao valor teórico, com diferença de até 157%, mostrando que o usuário exerce um papel importante no volume de água utilizado a cada acionamento.. Se comprovada a inexistência de vazamentos na rede hidráulica, esse cenário indica uso de água nas bacias sanitárias muito maior do que o necessário para permitir adequado tratamento dos efluentes gerados a cada uso, tomando como referência o valor teórico fornecido pelo fabricante.

Da Fase 0 para a Fase 1, houve um pequeno aumento de 6,5%, indicando que a calibragem não provocou economia. A grande diferença de consumo por acionamento desses mesmos equipamentos em relação aos valores obtidos para no sanitário masculino é notável. Este é outro indicativo de falhas na rede hidráulica ou erro nos dados de acionamento do sanitário masculino.

3.4.10 Resultados gerais

As contribuições percentuais de cada equipamento no consumo total de água fornecem uma visão geral importante, por exemplo, para futuras decisões de intervenções. A composição do consumo em cada sanitário é apresentada na Figura 26 (masculino) e na Figura 27 (feminino).

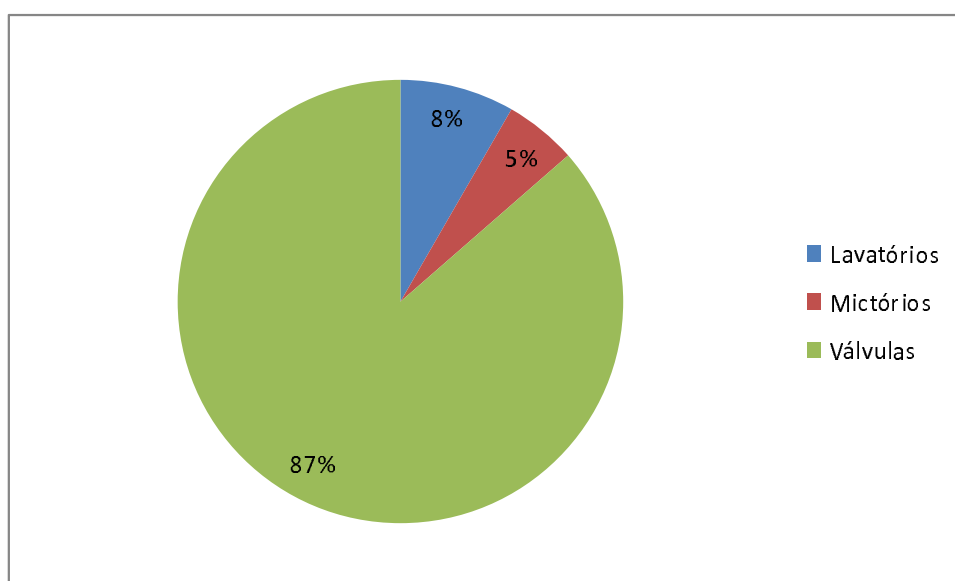


Figura 26 – Contribuição percentual dos equipamentos no consumo de água – Sanitário Masculino da Asa D

OBS.: Dados da Fase 0 e da Fase 1 (12/08/09 a 08/09/09)

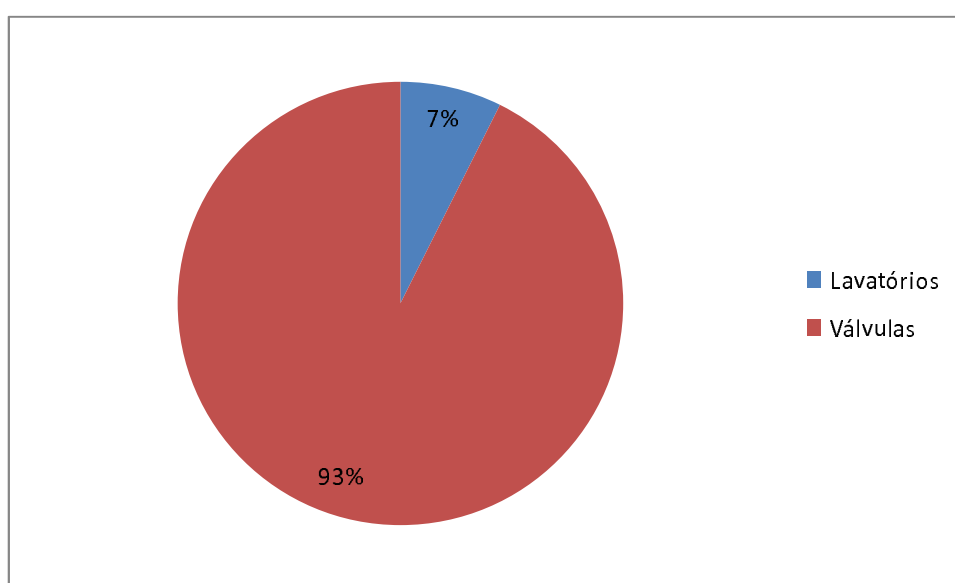


Figura 27 – Contribuição percentual dos equipamentos no consumo de água – Sanitário Feminino da Asa D

OBS.: Dados da Fase 0 e da Fase 1 (12/08/09 a 08/09/09)

Constata-se que as torneiras são insignificantes frente ao consumo total, como esperado. É notável que as válvulas são importantes contribuintes no consumo total (87% no masculino e 93% no feminino). Medidas economizadoras de água com ação nestes equipamentos provocariam considerável economia de água. Ressalta-se o fato das distorções que porventura tenham ocorrido nas medições do sanitário masculino.

Finalmente, o consumo total de água por usuário nos sanitários é um forte indicador do impacto gerado pelas intervenções realizadas. Na Tabela 15, essas informações são apresentadas.

Tabela 15 - Consumo total de água (L) em cada equipamento por usuário e economia gerada– Fase 0 (08/08/09 a 22/08/09)

Fase	Sanitário masculino				Sanitário feminino			TOT femin
	Lavatórios	Mictórios	Válvulas	Total	Lavatórios	Válvulas	Total	
Fase 0	1,51	0,75	21,84	24,10	1,05	12,31	13,36	
Fase 1	1,49	1,13	7,93	10,56	1,09	15,00	16,09	

OBS.: i) considerou-se que as válvulas do sanitário infantil e do sanitário para deficiente correspondem a 10% do consumo de todas as hidrômetros (sanitário masculino e feminino), ii) para as válvulas, foram usados dados de consumo de 04/09 a 08/09 da rede de monitoramento, iii) armazenaram dados nesse período, iii) o período de análise da Fase 1 se restringiu de 04/09 a 08/09 pois os sensores de presença indicaram consumo nulo.

No sanitário feminino, constata-se aumento no consumo por usuária de 20%, principalmente influenciado pelas válvulas. Já a economia no sanitário masculino de 56% foi expressiva, decorrente em grande parte da economia verificada nas válvulas. A economia de 22% nos sanitários, como a Figura 28 na página seguinte ilustra.

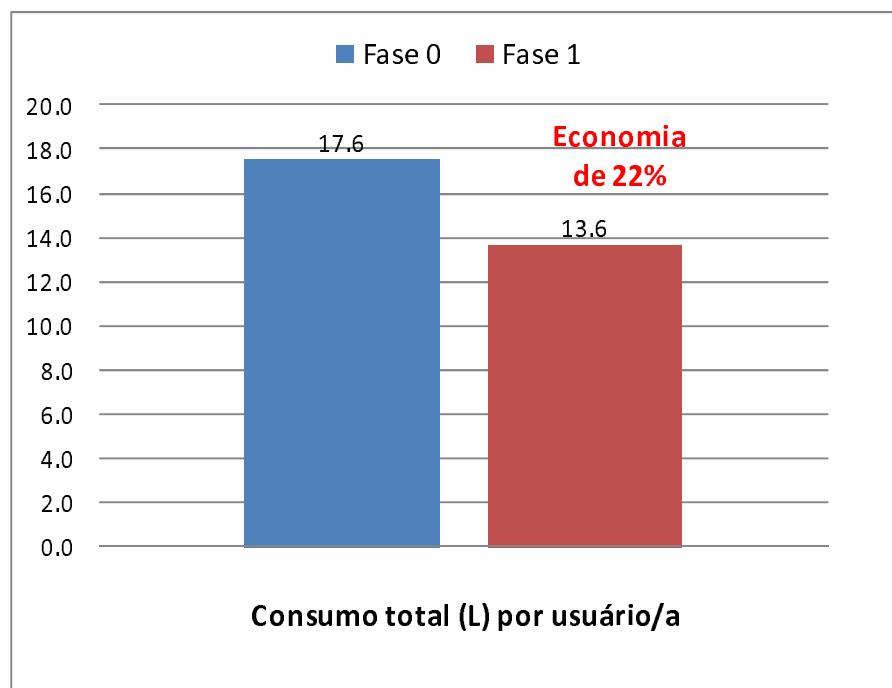


Figura 28 –Comparação entre consumo total (L) por usuário/a da Fase 0 e da Fase 1

Este resultado indica com clareza a importância de manutenção preventiva em redes hidráulicas. Apenas com a regulação e calibração dos aparelhos, gerou-se a considerável economia de 22% que corresponde, nos sanitários da Asa D, a 224.075 L, se fosse considerado um mês de análise.

3.5 Cenários de uso da água

Nesta seção, serão comparados dois cenários distintos para 2025 em relação ao manejo de recursos hídricos no AISP: um similar à Fase 0 e o outro similar à Fase 1 (exceto pelo fato da adoção de válvulas de duplo acionamento).

3.5.1 Cenário 1: aparelhos da Fase 0 sem manutenção

Este cenário pressupõe condições semelhantes às da Fase 0, cujos equipamentos são:

- Torneiras eletrônicas nos lavatórios
- Válvulas de descarga hidromecânicas nos sanitários feminino e masculino
- Válvulas eletrônicas nos mictórios
- Além disso, não há nenhuma rotina de manutenção ou de acompanhamento da rede.

De acordo com o documento suporte no projeto “Expresso Aeroporto” redigido pela INFRAERO, prevê-se movimentação de 45 milhões de passageiros em 2025 no AISP. Através de uma regressão linear utilizando os dados de captação de água e do número de passageiros da Tabela 7 de 2003 a 2008, estima-se que o volume de água captado dos poços do AISP será de 1,47 milhões de m³. Supondo que a distribuição do uso de água irá seguir o mesmo padrão atual mostrado na Tabela 8 e que as condições da rede hidráulica irão permanecer as mesmas (condição conservadora, já que, sem manutenção, a rede hidráulica tende a apresentar mais vazamentos e problemas de regulação), projeta-se um consumo para uso sanitário de cerca de 596.300 m³ de água em 2025.

3.5.2 Cenário 2: aparelhos da Fase 0, com manutenção e substituição das válvulas pelas de duplo acionamento

Neste segundo cenário, as válvulas de descarga hidromecânicas seriam substituídas pelas de acionamento duplo e haveria um programa de manutenção estabelecido (regulação/calibração de equipamentos, detecção e correção de vazamentos, etc.). Os outros aparelhos serão mantidos, pois aqueles utilizados como lavatórios e como válvulas de mictórios na Fase 0 já são mencionados na literatura como equipamentos economizadores de água.

Considerando que a situação atual em todos os sanitários do AISP é similar aos da Asa D, estima-se que a adoção do programa de manutenção da rede hidráulica irá provocar economia de 22% no consumo de água dos sanitários, o que corresponderia a 131.186 m³ de água.

Para a avaliação da intervenção nas válvulas das bacias sanitárias, foi elaborado um quadro com *layout* similar ao de Santos (2007) definindo o tipo de uso das bacias sanitárias (Tabela 16). As considerações feitas na confecção do quadro, indicadas embaixo da tabela, foram algumas estimativas utilizadas ao longo do trabalho e resultados obtidos.

Tabela 16 - Uso das bacias sanitárias em 2025

Passageiros e acompanhantes anuais em 2025 (milhares de pessoas)							
Homens				Mulheres			
Não usam sanitário	Usam sanitário			Não usam sanitário	Usam sanitário		
35.016	Não usam a bacia	Usam bacia sanitária		17.043	Não usam a bacia	Usam bacia sanitária	
	7.157	Apenas líquido	Sólido		2.642	Apenas líquido	Sólido
		286	1.145			11.448	1.762
		1.431				13.210	
		8.589				15.852	
43.605				32.895			
76.500							

Considerações: i) composição do número de passageiros no aeroporto de Guarulhos: 43% do sexo feminino e 57% do sexo masculino - Fonte: DAESP (2005); ii) estimativa de 0,7 acompanhante por passageiro em embarque no AISP - Fonte: INFRAERO (2009b); iii) a porcentagem de mulheres e homens que usam o sanitário inferida com base na Tabela 9. iv) porcentagem de usuários que utilizam a bacia sanitária inferida com base nos dados de acionamento da Tabela 14; v) considerou-se que 20% dos acionamentos na bacia sanitária do banheiro masculino era para necessidade líquida; vi) considerou-se que a porcentagem de homens que utilizam o sanitário para necessidades sólidas é igual à porcentagem de mulheres que utilizam o sanitário com esta finalidade.

De acordo com o fabricante do equipamento a ser instalado, DOCOL (2008), se a válvula estiver corretamente instalada e regulada, o acabamento permite que o usuário libere um volume aproximado de 6,8 litros para a descarga total (limpeza de sólidos) e 4,0 litros para a descarga parcial (limpeza de líquidos). Ou seja, em 2025, as válvulas de duplo acionamento dos sanitários do AISP consumirão 66.704 m³ de água. Em contrapartida, se as válvulas convencionais consumissem por acionamento o mesmo valor observado nestes equipamentos no sanitário feminino (média de 16,5L durante a Fase 0), o consumo seria 241.577 m³. Portanto, haveria economia de 174.873 m³.

Considerando que a regulação/calibração das válvulas não iria provocar redução de consumo nestes aparelhos (como observado neste trabalho no sanitário feminino), tem-se que a economia do cenário 1 para o cenário 2 seria a soma da economia gerada pela regulação e pela troca das válvulas. Corresponde, portanto, a 306.059 m³, o equivalente a 51% do que seria o consumo dos sanitários no cenário 1.

*Adotou-se o valor do sanitário feminino a fim de tornar a estimativa conservadora, já que os dados de consumo das válvulas do sanitário masculino durante a Fase 0 são muito elevados (Figura 19) e necessitariam de investigação para sua confirmação definitiva.

A comparação entre o consumo total do aeroporto nos cenários 1 e 2 é apresentado na Figura 29, em que se observa redução de 21% do uso de água.

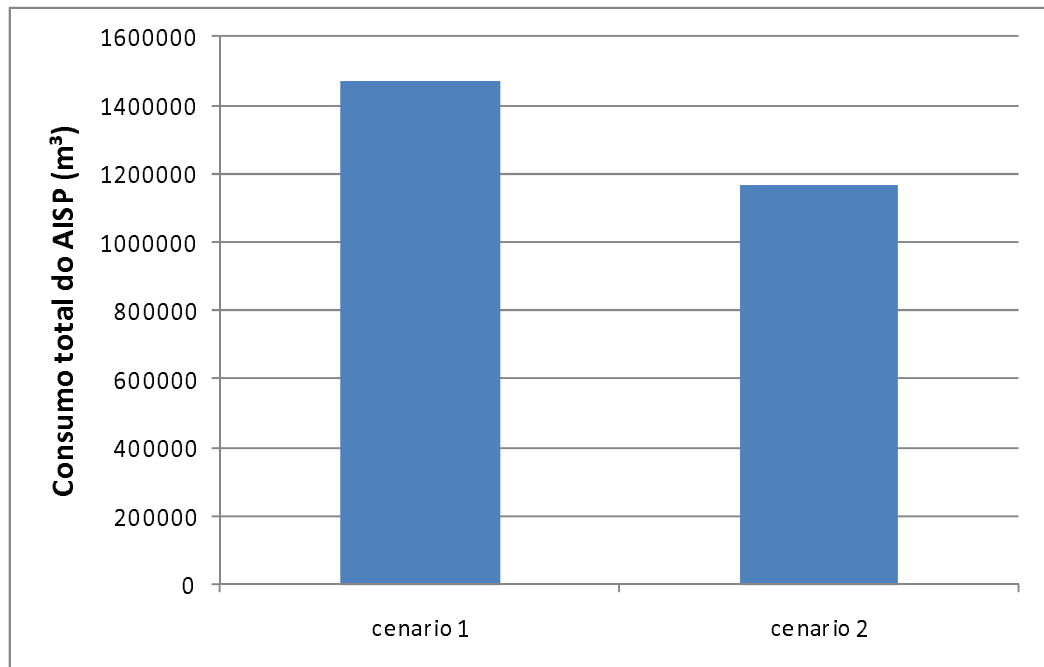


Figura 29 – Consumo total de água no AISP (m³) – Cenário 1 e Cenário 2

Supondo que, em 2025, não haja fonte subterrânea para o provimento de água, a INFRAERO terá que utilizar a rede pública ou tratar as águas residuárias para reúso.

Segundo a SABESP (2009), o custo da água tratada disponibilizada pela rede SABESP é igual a R\$ 1,50/m³. Portanto, o valor economizado estimado com o cenário 2 em 2025 seria de aproximadamente R\$ 459.088, se a rede pública fosse adotada como fonte da água utilizada no aeroporto.

4 CONCLUSÕES

A discussão acerca de desenvolvimento sustentável a cada dia se torna mais necessária e, em relação aos recursos hídricos, o uso racional de água vem sendo cobrado e discutido. No caso de grandes aeroportos, a grande quantidade de água consumida pressiona as administrações a encontrarem soluções racionais tanto do na oferta quanto na demanda.

O desenvolvimento deste trabalho trouxe alguns resultados relevantes no lado da demanda.

A seção referente ao dimensionamento do número de aparelhos nos sanitários, aponta um provável super dimensionamento do número de válvulas de descarga no sanitário masculino (atualmente, há 4 bacias neste sanitário) e necessidade de maior quantidade de bacias no sanitário feminino.

A qualidade pretendida de serviço prestado está fortemente atrelada ao tempo médio de espera para o uso das instalações. Portanto, para concluir a adequação do dimensionamento do número de aparelhos, seria interessante levantar a satisfação dos usuários nestes sanitários no mesmo período de análise, durante a hora-pico, para determinar o nível de serviço atual.

A partir de dados de projeção do movimento anual de passageiros, pode-se estimar a quantidade de passageiros na hora-pico. Tendo o nível de serviço desejado, determina-se o tempo de espera tolerado para a utilização de um aparelho e, utilizando-se as relações acima, calcula-se a quantidade adequada de equipamentos.

Ainda é importante lembrar que essa análise de dimensionamento e do uso na hora crítica, após o recolhimento de dados das outras fases, deve ser mais aprofundada. Simulações em softwares como *Crystal Ball* e *Arena* são amplamente utilizados e recomendados em situações como essa.

Quanto ao consumo em si, embora o aeroporto já possua algumas tecnologias economizadoras de água instaladas (como a válvula eletrônica para mictórios e o lavatório com acionamento eletrônico), é possível reduzir consideravelmente o consumo de água com algumas medidas.

A simples regulação de equipamentos nos sanitários da Asa D do AISP provocou economia de 22% no consumo, equivalente a 224.075 L, se fosse considerado um mês de análise. Portanto, programas de manutenção da rede hidráulica são muito recomendados.

Analizando os aparelhos individualmente, algumas ponderações e observações são pertinentes.

Cabe ressaltar que o consumo por acionamento nos mictórios durante a Fase 1 é 13% menor do que a estimativa teórica apontada pelo fabricante. Portanto, recomenda-se uma inspeção para verificar as condições de higiene nesses aparelhos.

A comparação entre o consumo dos lavatórios nos sanitários masculino e feminino traz uma constatação interessante. A média de consumo por acionamento no sanitário feminino durante a Fase 0 é 37% menor que no masculino e 20% menor durante a Fase 1. A cada acionamento, portanto, as mulheres utilizam menos água. Isso sugere que, considerando a vazão sendo a mesma em todos os equipamentos, as mulheres usam o lavatório por tempo consideravelmente inferior que os homens (como verificado na Seção 3.3, o número de acionamentos dos lavatórios no sanitário feminino também é menor que no masculino).

As válvulas são responsáveis por grande parte do consumo de água nos sanitários e, portanto, ações economizadoras envolvendo esses aparelhos provocariam economia considerável. Nas válvulas do sanitário masculino, observou-se consumo de água por acionamento muito elevado, chegando a quase quatorze vezes do observado no sanitário feminino. A(s) razão(ões) do registro de elevado consumo de água entre 24/08 e 30/08 deve(m) ser melhor esclarecidas e investigadas. Falhas na rede hidráulica, como vazamentos ou falta de regulagem, ou até mesmo erro na medição podem explicar esse comportamento. Se confirmadas como vazamentos ou falta de regulagem, os resultados indicam grande sensibilidade desses aparelhos a ações de manutenção.

Os cenários propostos mostram com clareza a grandeza do impacto da adoção de duas medidas - a implementação de programas de manutenção e a troca das válvulas convencionais pelas de duplo acionamento. De acordo com a comparação entre o consumo total do aeroporto nos cenários 1 e 2, observa-se redução de 21% do consumo de água, correspondente a 306.059 m³.

Pelo grande número de mulheres que usam as bacias sanitárias para necessidades líquidas, sugere-se a análise da viabilidade de mictórios femininos. Um fator importante para investigação seria a aceitação desses aparelhos pelo público feminino.

Recomenda-se a manutenção de programas de monitoramento (como a rede de monitoramento proposta) e de métodos de análise automáticos, pois auxiliam a identificação de problemas rapidamente e de oportunidades de redução de consumo. Em relação à rede de monitoramento, sugere-se a manutenção e regularidade do padrão dos *outputs*, a fim de que a extração de informações seja mais automatizada. Além disso, algumas investigações devem

ser realizadas para identificar fonte de erros nos dados (como repetição de intervalos, desordem nos horários e intervalos faltantes).

Por fim, é importante notar a relevância da continuação deste trabalho para as Fases 2 e 3. Os resultados obtidos, combinados com o deste trabalho, podem se tornar referência para a gestão aeroportuária de água no país.

5 REFERÊNCIAS

AEROPORTO DE ATLANTA. **Stakeholder Report**. Atlanta, 2008. Disponível em: <http://www.atlanta-airport.com/docs/NewsRoom/2008_Stakeholder_Report.pdf>. Acesso em 06 nov. 2009

AEROPORTO DE BRISBANE. **Brisbane Airport best in the world for water management**. *Press release*. Brisbane, Setembro 2008. Disponível em: http://brisbaneairport.com/content/standard_v4.asp?name=Archive_MediaReleases_06. Acesso em: Set 2009.

AEROPORTO DE BRUXELAS. **Water management**. *Press release*. Bruxelas. Disponível em <<http://www.brusselsairport.be/en/community/water/waterbeheer>>. Acesso em: 06 nov. 2009.

AEROPORTO DE CANBERRA. **Water Conservation**. Disponível em: <http://www.canberraairport.com.au/air_environment/water.cfm>. Acesso em 06 nov. 2009

AEROPORTO DE DRESDEN. **Water protection**. *Press release*. Dresden. Disponível em: <<http://www.dresden-airport.de/en/struktur/umweltschutz/gewaesserschutz.html>>. Acesso em: 06 nov. 2009.

AEROPORTO DE SIDNEY. **Water Management at Sidney Airport**. *Press release*. Sidney, Julho de 2009.

COSTA, J. da et al.. **Plano de gerenciamento de recursos hídricos do aeroporto internacional de Brasília**. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bvsde.shtml>>. Acesso em: 04 nov. 2009.

COSTA, D. M. A. da; JÚNIOR, A. C. de B. **Avaliação da necessidade do reúso de águas residuais**. In: Holos, Ano 21, setembro de 2005. Disponível em <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/74/80>> . Acesso em 16 nov. 2009.

DOCOL, 2008. Banheiro sustentável já é realidade. *Press release*. Disponível em <http://www.docol.com.br/imprensa_releases/banheiro-sustentavel-ja-e-realidade-23>. Acesso em: 13 nov. 2009.

DOUBRAWA, Ingo. Ausência de gestão para o uso racional marca mais um Dia Mundial da Água. **Fator Brasil**, 18 março 2009. Disponível em <http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=7106>. Acesso em: 06 nov. 2009.

Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, INFRAERO (2006). **Aeroportos são contemplados com projetos de conservação e uso racional da água**. Disponível em: <http://www.INFRAERO.gov.br/impr_noti_prev.php?ni=3775&menuid=impr&PHPSESSID=2ee9c43n1ud8qqsmfgktuhbi26>. Acesso em 28 jun. 2009.

Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, INFRAERO (2009a). Captação de água e consumo no AISP. Dados de concessão e consumo por setores 2009. Aeroporto

Internacional de São Paulo (Aeroporto André Franco Montoro), Gerência de Manutenção. Comunicação Pessoal. 09 de novembro de 2009.

Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, INFRAERO (2009b). Documento suporte no projeto “Expresso Aeroporto”. Referência: CF N° 14121/DO/2009. Setembro de 2009.

Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, INFRAERO (2009c). Mapa Geral de Movimentações Agrupado por Companhia Aérea, para as Asas C e D, durante agosto, setembro e outubro de 2009. Dados de movimentação de passageiros no Aeroporto. Internacional de São Paulo (Aeroporto André Franco Montoro), Setor de Planejamento Operacional. Comunicação Pessoal. 20 de outubro de 2009.

Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, INFRAERO (2009d). Cenário entre 2000 e 2003 na rede hidráulica do Aeroporto Internacional de São Paulo (Aeroporto André Franco Montoro), Setor de Recursos Hídricos. Comunicação Pessoal. 24 de novembro de 2009.

Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, INFRAERO. **Movimento nos aeroportos.** Movimento Operacional Acumulado da rede INFRAERO, de 2003 a 2009. Disponível em < <http://www.infraero.gov.br/movi.php?gi=movi>>. Acesso em: 01 out. 2009.

Falta de água limpa atinge mais de um bilhão de pessoas. **BBC Brasil**, 22 março 2007. Disponível em http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/03/070322_diadaagua_ir.shtml. Acesso em: 12 jun. 2009

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. de. **Produtos economizadores de água nos sistemas prediais.** Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 2004.

GUARULHOS. Lei n. 6.511, de 9 de junho de 2009. Institui o programa municipal de uso racional da água potável e dá outras providências. Publicada no Boletim Oficial nº 045/2006-GP - Diário Oficial do Município de 10 de junho de 2009. PA nº 23407/2009.

MARINHO, Elizabeth Cândida de Araújo. Uso Racional da Água em Edificações Públicas. 72 f. 2007. Monografia – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte.

NUNES, R. **Conservação da água em edifícios comerciais: Potencial de uso racional e reúso em Shopping Center.** 157f. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, Lúcia Helena de; GONÇALVES, Orestes Marraccini **Metodologia para implantação de programa de uso racional de água em edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1999.

PESSOA, Gustavo Bezerra de Paula. **Aproveitamento da água: estudo de caso no AISP-Guarulhos.** 48 f. 2007. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica - São José dos Campos.

PORTO ALEGRE. Lei n. 10.506, de 5 de agosto de 2008. Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Disponível em: <http://www.saergs.org.br/portal/modules/mastop_publish/files/files_48cad36f03d68.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2009.

ROCHA, A. L; BARRETO, D. ; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e Monitoramento do Consumo Predial de Água**. Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 1998.

SABESP (2009). Tarifa de água tratada na rede SABESP. Informação pessoal. Setembro de 2009.

SANTOS, Fábio Anderson Batista dos. **Uso Eficiente de Água em Aeroportos – estudo de caso do AISP em Guarulhos**. 56 f. 2007. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica - São José dos Campos.

SAUTCHUK, Carla et al. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 152p. FIESP, SESI, SENAI, IRS, SINDUSCON, ANA e Ministério do Meio Ambiente

SOUZA, Eliana Cristina de, et al. **Uso eficiente da água: o caso do Aeroporto Internacional de São Paulo**. In: II SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-SUDESTE, 2008, Rio de Janeiro. Disponível em < http://www.hidroaer.ita.br/files/Uso_eficiente_da_agua.pdf>. Acesso em: 28 out. 2009.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva – Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003

6 Apêndice 1 – Tabelas de consumo de água por hidrômetro

O consumo de água relativo aos hidrômetros, obtido através dos *dataloggers*, são apresentados nesta seção.

Tabela 17 – Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro no TPS 2 (dia)
12	8	0,032
13	8	0,028
14	8	0,032
15	8	0,031
16	8	0,029
17	8	0,027
18	8	0,029
19	8	0,032
20	8	0,031
21	8	0,030
22	8	0,032
23	8	0,027
24	8	0,028
25	8	0,030
26	8	0,034
27	8	0,031
28	8	0,034
29	8	0,029
30	8	0,031
Média		0,030

Tabela 18 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H2 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro no TPS 2 (dia)
4	9	0,036
5	9	0,037
6	9	0,047
7	9	0,034
8	9	0,035
9	9	0,036
10	9	0,038
11	9	0,043
12	9	0,037
13	9	0,032
14	9	0,031
15	9	0,039
16	9	0,036
17	9	0,040
18	9	0,036
19	9	0,036
20	9	0,032
21	9	0,038
22	9	-
Média		0,037

Tabela 19 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
12	8	0,073
13	8	0,063
14	8	0,063
15	8	0,066
16	8	0,065
17	8	0,059
18	8	0,063
19	8	0,067
20	8	0,060
21	8	0,061
22	8	0,063
23	8	0,055
24	8	0,054
25	8	0,060
26	8	0,067
27	8	0,064
28	8	0,068
29	8	0,058
30	8	0,053
Média		0,062

Tabela 21 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H4 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L)
12	8	459,78
13	8	395,33
14	8	525,04
15	8	520,49
16	8	528,56
17	8	495,04
18	8	429,89
19	8	471,46
20	8	468,69
21	8	495,03
22	8	492,03
23	8	457,61
24	8	434,4
25	8	507,67
26	8	435,3
27	8	414,83
28	8	475,69
29	8	498,6
30	8	455,81
Média		471,64

Tabela 20 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H3 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
4	9	0,057
5	9	0,057
6	9	0,050
7	9	0,046
8	9	0,009
Média		0,044

OBS.: i) As observações de consumo entre 09/09 e 22/09 não foram armazenadas nos *dataloggers* devido a problemas técnicos. Situações semelhantes a essa irão se apresentar nas tabelas seguintes. Ii) Em vermelho, valor desconsiderado nas análises, por ser um outlier

Tabela 22 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H5 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L)
12	8	0
13	8	0
14	8	0
15	8	0
16	8	0
17	8	0
18	8	9,39
19	8	0
20	8	0
21	8	2,31
22	8	0
23	8	0
24	8	7,48
25	8	2,14
26	8	4,28
27	8	0
28	8	4,28
29	8	4,28
30	8	2,14
Média		1,91

Tabela 23 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H5 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L)
4	9	0
5	9	0
6	9	0
7	9	0
8	9	0
9	9	0
10	9	0
11	9	0
12	9	0
13	9	0
14	9	0
15	9	0
16	9	0
17	9	0
18	9	0
19	9	0
20	9	0
21	9	0
22	9	0
Média		0,00

Tabela 24 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
12	8	0,55
13	8	0,26
14	8	0,28
15	8	0,37
16	8	0,31
17	8	0,31
18	8	0,29
19	8	0,28
20	8	0,31
21	8	0,55
22	8	0,83
23	8	0,48
24	8	1,32
25	8	2,02
26	8	1,46
27	8	2,18
28	8	1,44
29	8	0,92
30	8	0,88
Média		0,79

Tabela 25 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H7 – Fase 1

Dia	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
4/9	0,36
5/9	0,33
6/9	0,34
7/9	0,28
8/9	0,07
30/9	0,78
1/10	0,48
2/10	0,39
3/10	0,28
4/10	0,27
5/10	0,31
6/10	0,40
7/10	0,33
8/10	0,31
9/10	0,25
10/10	0,25
11/10	0,30
12/10	0,32
13/10	0,27
Média	0,33

Tabela 26 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H9 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
12	8	0,066
13	8	0,058
14	8	0,051
15	8	0,057
16	8	0,056
17	8	0,051
18	8	0,058
19	8	0,060
20	8	0,062
21	8	0,047
22	8	0,058
23	8	0,050
24	8	0,050
25	8	0,055
26	8	0,064
27	8	0,049
28	8	0,051
29	8	0,053
30	8	0,050
Média		0,055

Tabela 27 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H9 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
4	9	-
5	9	-
6	9	-
7	9	-
8	9	-
9	9	0,042
10	9	0,047
11	9	0,042
12	9	0,039
13	9	0,043
14	9	0,061
15	9	0,064
16	9	0,048
17	9	0,049
18	9	0,046
19	9	0,055
20	9	0,046
21	9	0,041
22	9	-
		0,048

Tabela 28 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H10 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Consumo diário		
Dia	Mês	(L)
12	8	204
13	8	235
14	8	195
15	8	226
16	8	223
17	8	252
18	8	231
19	8	191
20	8	179
21	8	183
22	8	224
23	8	209
24	8	182
25	8	185
26	8	167
27	8	165
28	8	169
29	8	259
30	8	201
Média		204

Tabela 29 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H11 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Consumo diário		
Dia	Mês	(L)
12	8	5,02
13	8	32,59
14	8	0
15	8	6,42
16	8	18,35
17	8	25,36
18	8	9,47
19	8	10,8
20	8	2,17
21	8	10,13
22	8	8,5
23	8	10,17
24	8	4,67
25	8	16,32
26	8	2,14
27	8	4,28
28	8	2,14
29	8	19,98
30	8	10,82
Média		10,49

Tabela 30 - Consumo diário (L) referente ao hidrômetro H11 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Consumo diário		
Dia	Mês	(L)
4	9	9,64
5	9	9,41
6	9	6,47
7	9	0
8	9	0
Média		5,10

Tabela 31 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H12 – Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
12	8	0,67
13	8	0,72
14	8	0,70
15	8	0,74
16	8	0,77
17	8	0,75
18	8	0,71
19	8	1,07
20	8	0,83
21	8	0,73
22	8	0,77
23	8	0,68
24	8	0,63
25	8	0,62
26	8	0,77
27	8	0,69
28	8	0,69
29	8	0,65
Média diária		0,73

Tabela 32 - Consumo diário (L) por passageiro do TPS 2 referente ao hidrômetro H12 – Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo diário (L) / passageiro do TPS 2
9/9	9	0,60
10/9	9	0,65
11/9	9	0,71
12/9	9	0,69
13/9	9	0,62
14/9	9	0,55
15/9	9	0,64
16/9	9	0,56
17/9	9	0,62
18/9	9	0,75
19/9	9	0,67
20/9	9	0,60
21/9	9	0,60
29/9	9	0,45
30/9	9	0,67
1/10	10	0,58
2/10	10	0,61
3/10	10	0,63
Média		0,56

7 Apêndice 2 – Tabelas de consumo de água por acionamento do equipamento

O consumo de água por acionamento, obtido através dos *dataloggers* e da rede de monitoramento, são apresentados nesta seção.

Tabela 33 - Consumo por acionamento nos mictórios (M-H2.1, M-H2.2, M-H2.3, M-H2.4, M-H2.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
12	8	0,52
13	8	0,47
14	8	0,54
15	8	-
16	8	-
17	8	-
18	8	-
19	8	-
20	8	-
21	8	0,84
22	8	0,47
23	8	0,84
24	8	1,11
25	8	1,15
26	8	1,11
27	8	1,10
28	8	0,84
29	8	0,55
30	8	1,13
Média		0,82

Tabela 34 - Consumo por acionamento nos mictórios (M-H2.1, M-H2.2, M-H2.3, M-H2.4, M-H2.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
4	9	1,01
5	9	1,40
6	9	1,39
7	9	1,56
8	9	1,72
9	9	0,64
10	9	0,59
11	9	0,62
12	9	0,62
13	9	0,57
14	9	0,53
15	9	0,59
16	9	0,62
17	9	0,58
18	9	1,02
19	9	0,61
20	9	0,71
21	9	-
22	9	-
Média		0,87

OBS.: As observações de acionamentos entre 15/08 e 20/08 não foram armazenadas na rede de monitoramento devido a problemas técnicos. Situações semelhantes a essa irão se apresentar em algumas das tabelas seguintes.

Tabela 35 - Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H3.1, L-H3.2, L-H3.3, L-H3.4, L-H3.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
12	8	0,60
13	8	0,55
14	8	0,53
15	8	0,56
16	8	0,56
17	8	0,72
18	8	0,98
19	8	0,80
20	8	0,54
21	8	0,54
22	8	0,53
23	8	0,53
24	8	0,53
25	8	1,10
26	8	1,07
27	8	1,22
28	8	1,10
29	8	0,48
30	8	0,77
Média		0,96

Tabela 36 - Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H3.1, L-H3.2, L-H3.3, L-H3.4, L-H3.5) do sanitário masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
4	9	0,69
5	9	0,86
6	9	1,12
7	9	0,83
8	9	0,22
Média		0,87

Tabela 37 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H7.1, V-H7.2, V-H7.3, V-H7.4, V-H7.5, V-H7.6, V-H7.7, V-H7.8) do sanitário masculino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
12	8	65,15
13	8	35,51
14	8	97,21
15	8	-
16	8	-
17	8	-
18	8	-
19	8	-
20	8	-
21	8	90,92
22	8	65,83
23	8	56,53
24	8	333,28
25	8	343,93
26	8	263,58
27	8	297,69
28	8	201,82
29	8	48,31
30	8	227,33
Média		230,44

OBS.: Vários sensores de acionamento indicaram quantidade nula de acionamento em diversos dias

Tabela 38 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H7.1, V-H7.2, V-H7.3, V-H7.4, V-H7.5, V-H7.6, V-H7.7, V-H7.8) do sanitário masculino da Asa D - Fase 1 (04/09/09 a 22/09/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
4	9	71,72
5	9	82,20
6	9	68,67
7	9	87,67
8	9	20,20
Média		66,09

OBS.: Vários sensores de acionamento indicaram quantidade nula de acionamento em diversos dias

Tabela 39 - Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H9.1, L-H9.2, L-H9.3, L-H9.4, L-H9.5) do sanitário feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
12	8	0,58
13	8	0,51
14	8	0,52
15	8	0,54
16	8	0,54
17	8	0,59
18	8	0,92
19	8	0,93
20	8	0,93
21	8	0,35
22	8	0,55
23	8	0,52
24	8	0,51
25	8	0,55
26	8	1,06
27	8	0,88
28	8	0,73
29	8	0,60
Média		0,66

Tabela 40- Consumo por acionamento nos lavatórios (L-H9.1, L-H9.2, L-H9.3, L-H9.4, L-H9.5) do sanitário feminino da Asa D - Fase 1(04/09/09 a 21/09/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
4	9	-
5	9	-
6	9	-
7	9	-
8	9	-
9	9	0,57
10	9	0,54
11	9	0,43
12	9	0,43
13	9	0,66
14	9	1,15
15	9	1,07
16	9	0,60
17	9	0,57
18	9	0,77
19	9	0,76
20	9	0,70
21	9	-
Média		0,69

Tabela 41 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H12.1, V-H12.2, V-H12.3, V-H12.4, V-H12.5, V-H12.6, V-H12.7, V-H12.8) do sanitário feminino da Asa D - Fase 0 (12/08/09 a 30/08/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
12	8	14,32
13	8	14,21
14	8	15,31
15	8	15,28
16	8	16,88
17	8	16,59
18	8	14,30
19	8	22,23
20	8	17,18
21	8	19,50
22	8	21,04
23	8	15,63
24	8	14,96
25	8	14,08
26	8	16,09
27	8	15,19
28	8	15,26
29	8	16,49
30	8	19,76
Média		16,54

Tabela 42 - Consumo por acionamento nas válvulas (V-H12.1, V-H12.2, V-H12.3, V-H12.4, V-H12.5, V-H12.6, V-H12.7, V-H12.8) do sanitário feminino da Asa D - Fase 1 (09/09/09 a 20/09/09)

Dia	Mês	Consumo por acionamento (L)
9	9	15,46
10	9	16,84
11	9	16,88
12	9	21,49
13	9	14,50
14	9	14,35
15	9	15,07
16	9	14,90
17	9	16,21
18	9	20,49
19	9	16,05
20	9	16,92
Média		17,67

8 Anexo 1 – Fichas técnicas dos equipamentos testados nos sanitários do AISP

A seguir, são apresentadas informações técnicas dos equipamentos utilizados no projeto de uso racional de água no AISP. O fabricante de todos eles é a DOCOL.

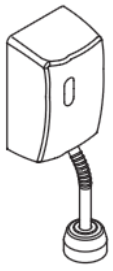
		Válvula de Mictório Docoletric Zenit - 00391226	
Funcionamento		Acionamento automático do fluxo de água com a aproximação no campo de detecção do sensor.	
Tempo para habilitar usuário		5 s	
Tempo para início do fluxo		2 s	
Tempo de Fluxo		5 s	
Instalação		Fixo na parede	
Tipo de água		Fria ou pré-misturada	
Temperatura Máxima da Água		70 °C	
Pressão de Trabalho		0,2 a 4 kgf/cm ²	
Alimentação	Docoletric	Tensão de entrada: 90-280 Vca Frequência de entrada: 50-60 Hz Corrente de entrada 185 mA (1) 1. Pior condição: carga plena em 90 Vca 2. Pior condição: operando em 280 Vca/60 Hz Tensão de saída 12.3 Vcc ± 5% Potência de saída 6 W Corrente de fuga: 0,06 mA (máxima) (2) Isolação dielétrica: 3 kV/60s Temperatura de trabalho: 0 - 50 °C	

Figura 30 - Ficha técnica da válvula de mictório eletrônica – DOCOL

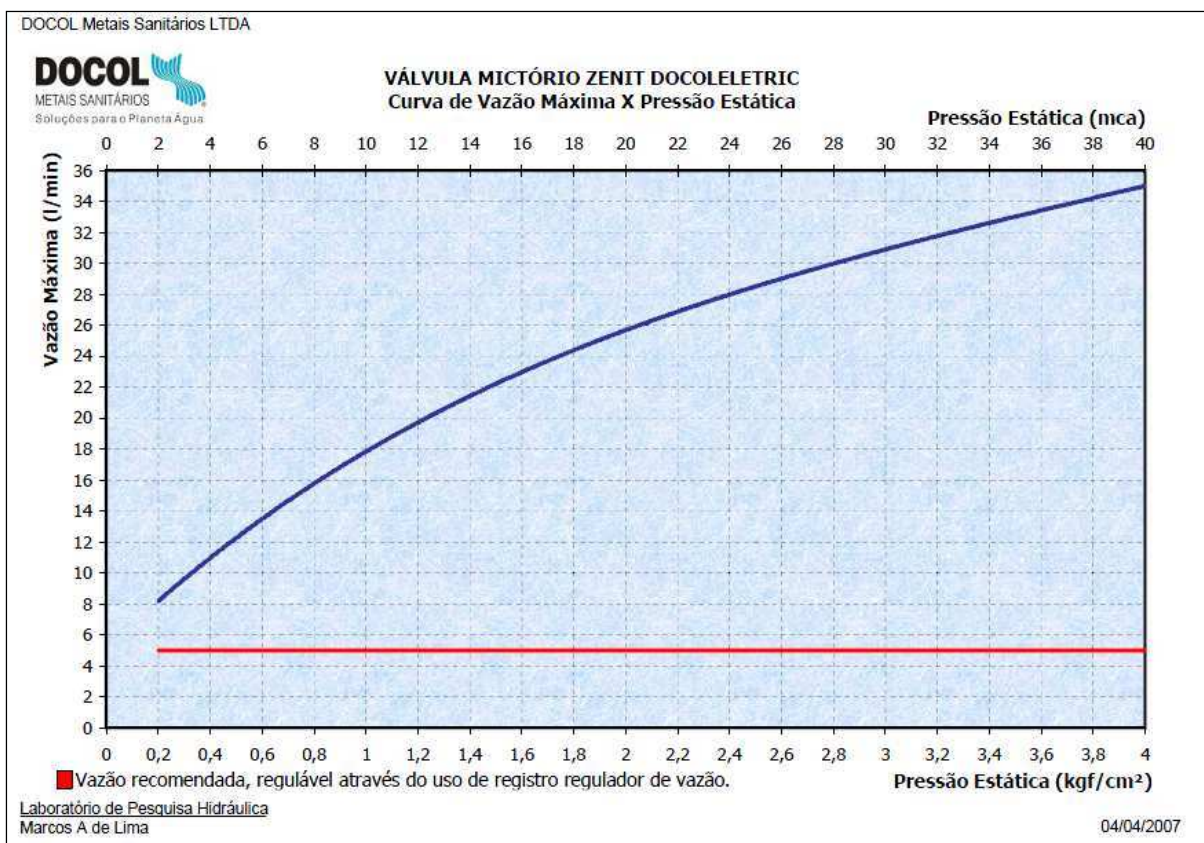


Figura 31 - Curva de Vazão Máxima x Pressão Estática - Válvula de mictório eletrônica – DOCOL

		Torneira para Lavatório de Mesa Zenit Docoleletric - 00464806	
Funcionamento		Acionamento automático do fluxo de água com a aproximação no campo de detecção do sensor.	
Tempo de retardo para fechamento da válvula solenóide		2 s	
Tempo máximo de acionamento contínuo		60 s	
Instalação		Fixo na mesa	
Tipo de água		Fria ou pré-misturada	
Temperatura Máxima da Água		70 °C	
Pressão de Trabalho		0,2 a 4 kgf/cm²	
Alimentação	Docoleletric	Tensão de entrada: 90-280 Vca Frequência de entrada: 50-60 Hz Corrente de entrada 185 mA (I)	Tensão de saída 12.3Vcc ± 5% Potência de saída 6 W Corrente de fuga: 0,06mA (máxima) (2) Isolação dielétrica: 3kV/60s Temperatura de trabalho: 0 - 50°C

1. Pior condição: carga plena em 90 Vca
2. Pior condição: operando em 280Vca/60Hz

Figura 32 - Ficha técnica do lavatório com acionamento eletrônico – DOCOL

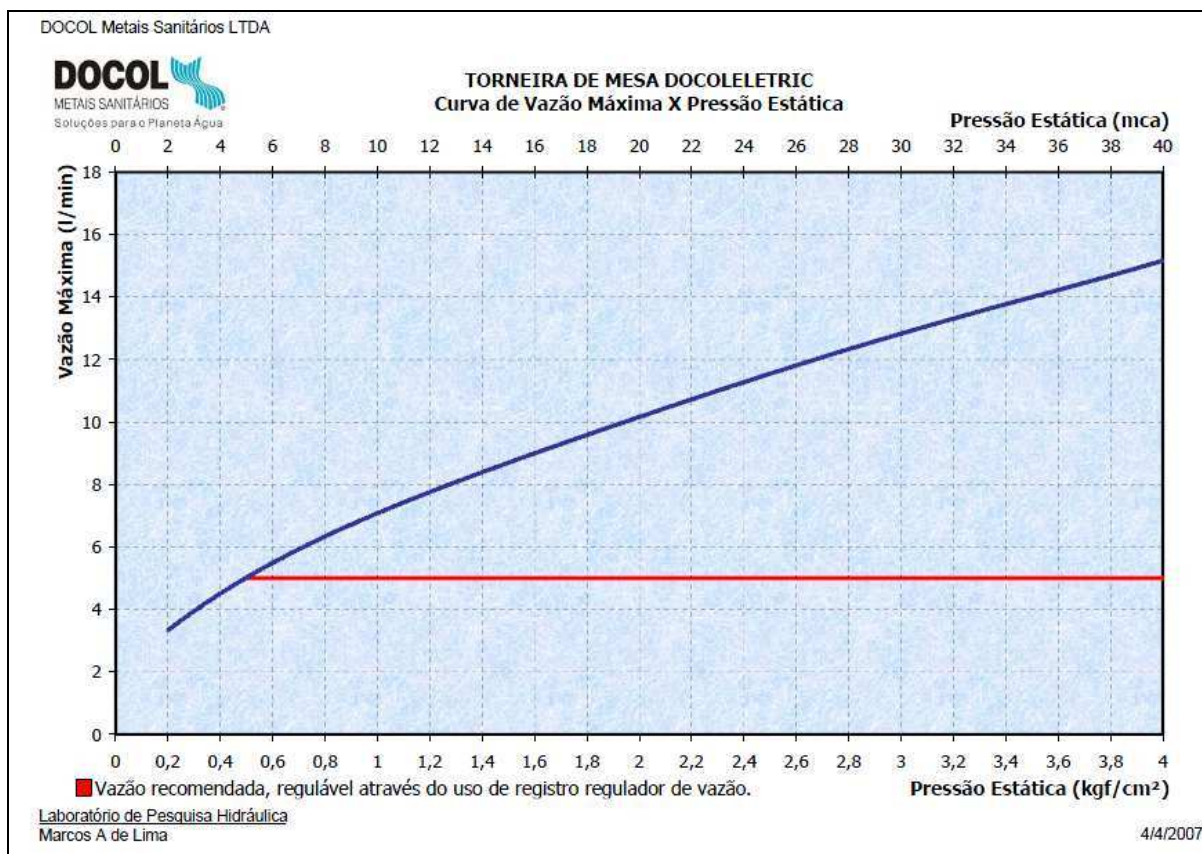


Figura 33 - - Curva de Vazão Máxima x Pressão Estática - Válvula de mictório eletrônica – DOCOL

➔ **DESCRIÇÃO**

Registro regulador de vazão com acionamento restrito para instalação em torneiras de mesa.

➔ **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

Rosca de tomada: G 1/2" NBR 8133

Rosca de saída: G 1/2" NBR 8133

Pressão de trabalho: 20 a 800 kPa

Temperatura de trabalho: até 70 °C

➔ **CARACTERÍSTICAS/VANTAGENS**

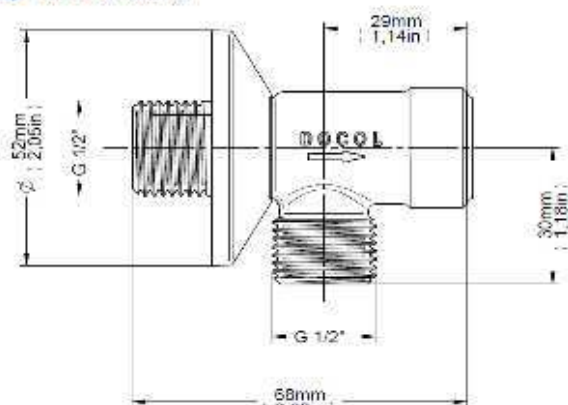
Um produto que vale por três:

* possibilita a regulação da vazão das torneiras para somente pessoas autorizadas que possuem a chave.

* possui um filtro interno para reter todas as impurezas da água aumentando a vida útil das torneiras instaladas.

* permite o corte total da água em uma torneira com problemas. Assim não é necessário fechar o registro gaveta, isolando somente este produto e facilitando a manutenção.

➔ **DIMENSÕES**



➔ **SUGESTÕES DE APLICAÇÕES**

Escolas, universidades, aeroportos, rodoviárias, shoppings, hotéis, indústrias, banheiros públicos. Restaurantes, bares, lanchonetes, indústrias alimentícias, cozinhas industriais.

➔ **MATERIAIS**

O produto é composto por peças fabricadas em ligas de cobre, em plásticos de engenharia, aço inoxidável e elastômeros.

➔ **GARANTIA**

5 anos contra defeitos de fabricação.

➔ **PESO**

162 gramas

Figura 34 - Ficha técnica do RRV - DOCOL

VÁLVULA DE DESCARGA



✓ Descrição

- Válvula de fluxo utilizada em instalações prediais de água fria, destinada à limpeza de bacias sanitárias.

✓ Características Principais

- Garantia Docol, a primeira a lançar a válvula de descarga livre do golpe de aríete no Brasil.
- Registro integrado para fechar e regular a vazão para limpeza de bacias de 12, 9, 6 litros ou menos.
- Sistema hidromecânico, com duas forças de acionamento que garantem sempre a abertura imediata e total da válvula e seu funcionamento automático.

✓ Especificações Técnicas

- Diâmetro de Entrada: G1 ½" BP / G1 ¼" AP (NBR 8133)
- Pressão de Trabalho Recomendada:
 - VD BP 1 ½" = 2 a 15 mca.
 - VD AP 1 ¼" = 10 a 40 mca.
- Mecanismo: sistema hidromecânico a pistão.
- Ciclo de Tempo: médio de 6 segundos.
- Volume de Descarga: regulável (3 – 12 litros)
- Vida Útil: sujeitas a 200.000 ciclos em testes de laboratório.

Figura 35 - Ficha técnica da válvula convencional de descarga

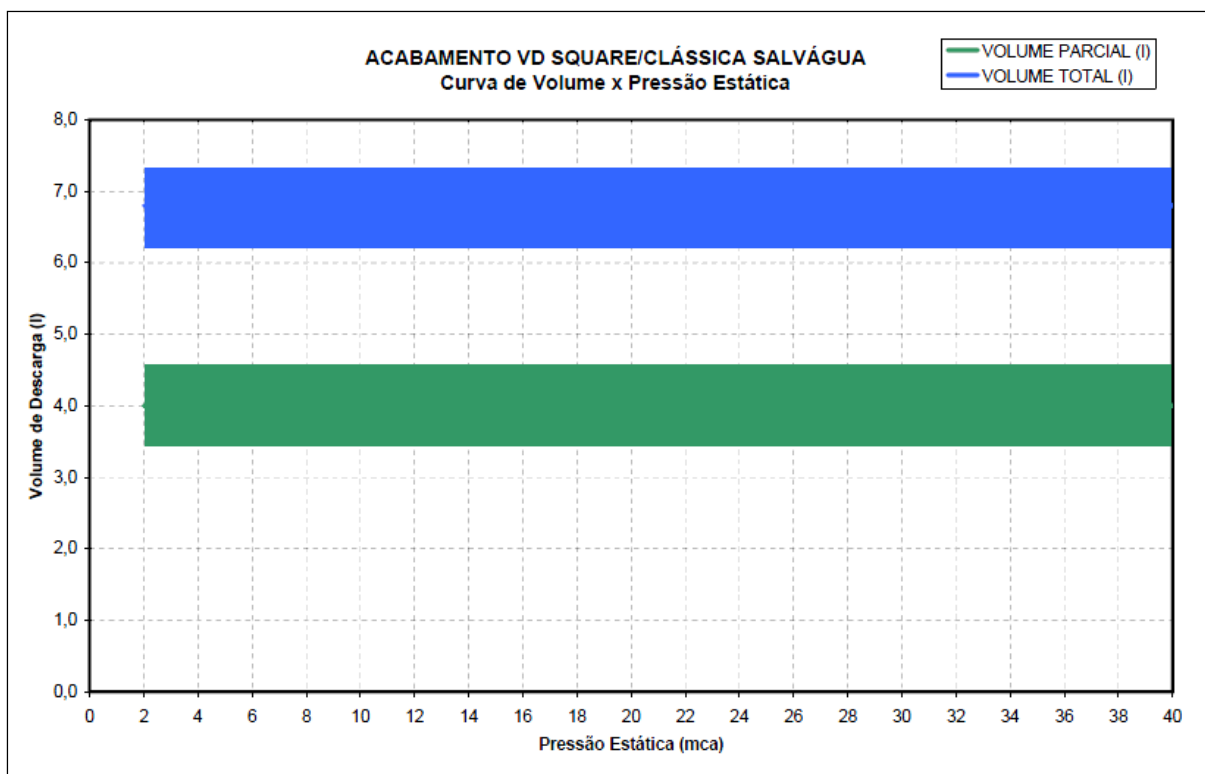
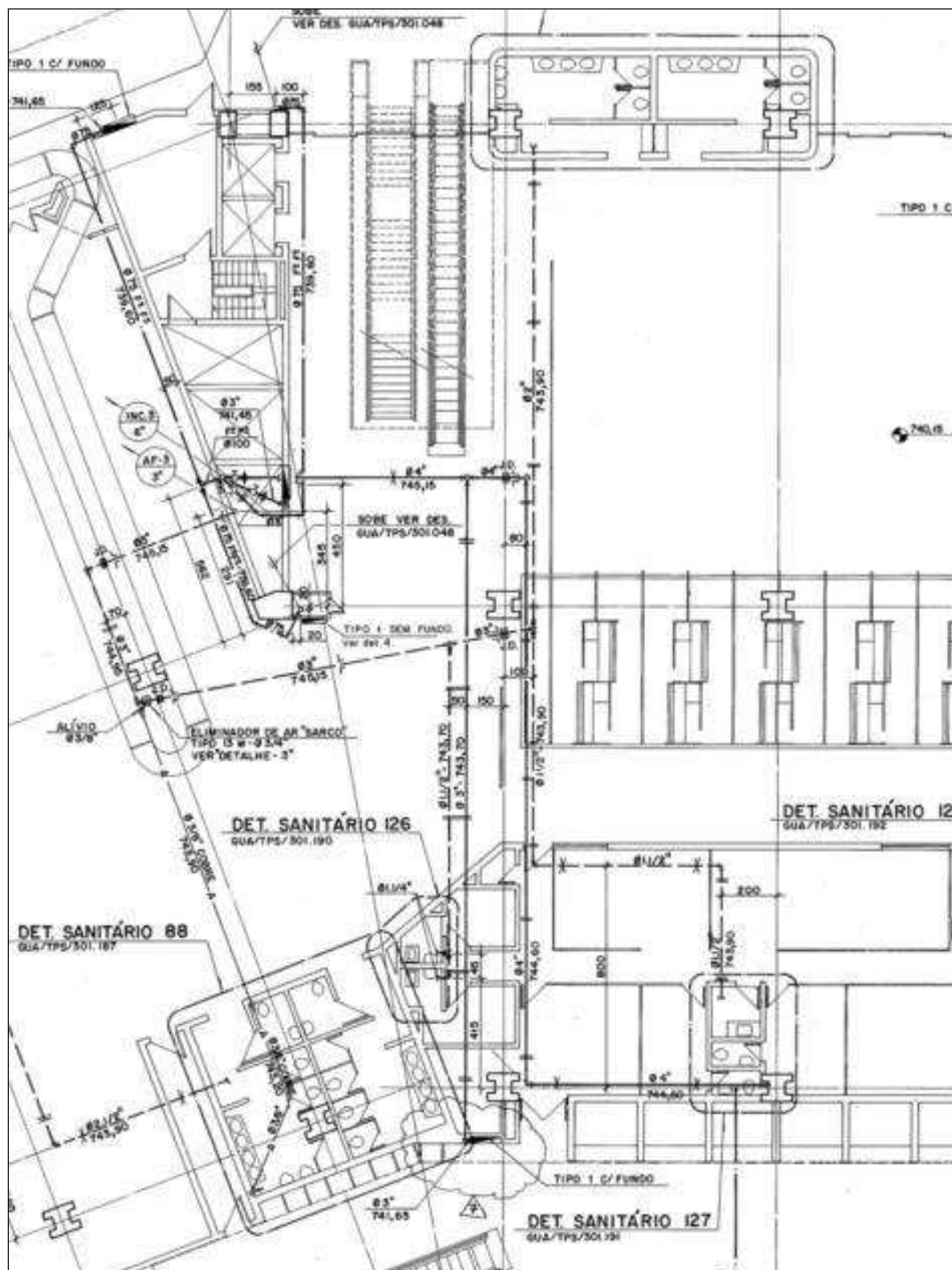


Figura 36 - Curva de Volume x Pressão Estática - Válvula de duplo acionamento *Salvágua* - DOCOL

9 Anexo 2 – Planta-Piloto do Projeto de Monitoramento Plano de Substituição de E



Fonte: INFRAERO – Superintendência Regional do Sudeste – Ger

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 19 de novembro de 2009	3. REGISTRO Nº CTA/ITA/TC-143/2009	4. Nº DE PÁGINAS 90
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Cenários de consumo e uso eficiente de água no Aeroporto Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos			
6. AUTOR(ES): Carla Frisso			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Uso eficiente de água, equipamentos economizadores, aeroportos			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Consumo de água; Aeroportos; Sistemas de distribuição de água; Recursos hídricos; Estudo de casos; Desenvolvimento sustentável; Engenharia sanitária; Transportes			
10. APRESENTAÇÃO: X Nacional Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Wilson Cabral de Sousa Júnior. Publicado em 2009.			
11. RESUMO: A desordenada exploração atual de recursos naturais é um processo que carece de alterações, em prol da sustentabilidade. A água é um dos recursos naturais cujo uso eficiente é mais exigido para a conservação dos estoques para gerações futuras. Especificamente no Brasil, é importante destacar a existência de uma abundante concentração hídrica no Norte brasileiro embora sua população seja relativamente pequena, enquanto grande parte da população brasileira vive em regiões críticas quanto aos recursos hídricos. Ainda, a região Sudeste, cuja população é a maior, possui problemas de poluição de mananciais devido a industrialização e a urbanização de grandes centros. Considerando esse contexto, este trabalho está inserido no projeto HIDROAER, uma iniciativa de uso eficiente da água a partir de novas tecnologias para a gestão e o reúso aplicadas a uma planta aeroportuária, no caso o aeroporto Internacional de São Paulo – AISP, em Guarulhos. O diagnóstico de consumo dos recursos hídricos do AISP, a partir de dados obtidos com as tecnologias de medição desenvolvidas e instaladas no aeroporto pelo projeto HIDROAER, revelou resultados interessantes como suporte ao uso eficiente de água. Primeiramente, o trabalho aponta um provável super dimensionamento do número de válvulas de descarga no sanitário masculino (atualmente, há 4 bacias neste sanitário) e necessidade de maior quantidade de bacias no sanitário feminino. Quanto ao consumo de água em si, embora o aeroporto já possua algumas tecnologias economizadoras de água instaladas, é possível reduzir consideravelmente o consumo de água com algumas medidas. A simples regulação de equipamentos nos sanitários da Asa D do AISP provocou economia de 29% no consumo, equivalente a 295.372 L, considerando-se um mês de análise. Os cenários de uso de água propostos mostram com clareza a grandeza do impacto da adoção de duas medidas - a implementação de programas de manutenção e a troca das válvulas convencionais pelas de duplo acionamento. De acordo com a comparação entre o consumo total do aeroporto nos cenários 1 (inicial) e 2 (cujas intervenções foram descritas acima), observa-se redução de 28% do consumo de água, correspondente a 411.407 m³.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			